

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

87

**International scientific conference
of young scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

April 15–16, 2021

Part 2

Kyiv, NUFT, 2021

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

87

**Міжнародна наукова
конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем
харчування людства у ХХІ
столітті"**

15–16 квітня 2021 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2021

87 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 15–16, 2021. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 87 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century Nutrition problem solution".

It was considered the problems of improving existing and creating new energy and resource saving technologies for food production based on modern physical and chemical methods, the use of unconventional raw materials, modern technological and energy saving equipment, improve of efficiency of the enterprises, and also the students research work results for improve quality training of future professionals of the food industry.

The publication is intended for young scientists and researchers who are engaged in definite problems in the food science and industry.

Scientific Council of the National University of Food Technologies recommends for printing, Protocol № 8, 25.03.2021

© NUFT, 2021

Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 15–16 квітня 2021 р. – К.: НУХТ, 2021 р. – Ч.2. – 394 с.

Видання містить матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті".

Розглянуто проблеми удосконалення існуючих та створення нових енергота ресурсощадних технологій для виробництва харчових продуктів на основі сучасних фізико-хімічних методів, використання нетрадиційної сировини, новітнього технологічного та енергозберігаючого обладнання, підвищення ефективності діяльності підприємств, а також результати науково-дослідних робіт студентів з метою підвищення якості підготовки майбутніх фахівців харчової промисловості.

Розраховано на молодих науковців і дослідників, які займаються означеними проблемами у харчовій науці та промисловості.

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 8 від 25 березня 2021 р.

© НУХТ, 2021

Scientific Committee

Chairman:

Oleksandr Shevchenko, dr., prof., Ukraine

Aleksei Yermakov, dr., assoc. prof.,
Belarus

Ana Leahu, dr., prof., Romania

Anatolii Ladaniuk, dr., prof., Ukraine

Anatolii Zaiinchkovskiyi, dr., prof.,
Ukraine

Anatolii Saiganov, dr., prof., Belarus

Cristina Popovici, dr., assoc. prof.,
Moldova

Debora Conde Molina, dr, prof., Argentina

Dumitru Mnerie, dr, prof., Romania

Egon Schnitzler, dr, zrof., Brazil

Galyna Polishchuk, dr, assoc. prof.,
Ukraine

Galyna Simakhina, dr., prof., Ukraine

Georgiana Codina, dr., prof., Romania

Igor Elperin, dr., prof., Ukraine

Igor Kirik, dr., prof., Belarus

Jasmina Lukinac, dr., assoc. prof., Croatia

Mircea Oroian, dr., prof., Romania

Nadiia Levytska, dr., prof., Ukraine

Nusrat Kurbanov, dr., assoc. prof.,
Azerbaijan

Oksana Medvedieva, Ukraine

Oleksandr Seriogin, dr., prof., Ukraine

Oleksandr Gavva, dr., prof., Ukraine

Ruslan Adil Akai Tegin, dr., Kyrgyzstan

Serhii Baliuta, dr., prof., Ukraine

Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof.,
Ukraine

Sonia Amariei, dr., prof., Romania

Stanka Damianova, dr., assoc. prof.,
Bulgaria

Stefan Stefanov, dr., prof., Bulgaria

Svitlana Bondarenko, dr., prof., Ukraine

Tamar Turmanidze, dr., assoc. prof.,
Georgia

Tetiana Pyrog, dr., prof., Ukraine

Tomasz Bernat, dr., prof, Poland

Valerii Myronchuk, dr., prof., Ukraine

Vladimir Pozdniakov, dr., assoc. prof.,
Belarus

Vladimir Litvyak, dr., Belarus

Volodymyr Kovbasa, dr., prof., Ukraine

Volodymyr Zavalov, dr., prof., Ukraine

Henk Donners, Netherlands

Huub Lelieveld, Netherlands

Yevgen Shtefan, dr., prof., Ukraine

Zhanna Koshak, dr., assoc. prof., Belarus

Organizational committee

Oleksandr Shevchenko, dr., prof., Ukraine

Natalia Akutina, Ukraine

Oleksii Gubenia, dr., assoc. prof., Ukraine

Mychailo Arych, dr., assoc. prof., Ukraine

Oleg Galenko, dr., assoc. prof., Ukraine

Oleksandr Liulka, dr., assoc. prof., Ukraine

Anna Gryschenko, dr., assoc. prof., Ukraine

Oleh Bortnichuk, dr., assoc. prof., Ukraine

Roman Gryschenko, dr., Ukraine

Науковий комітет

Голова:

Олександр Шевченко, д.т.н., проф.,
Україна

Алексей Єрмаков, к.т.н., доц., Беларусь
Ана Леаху, д-р, проф, Румунія
Анатолій Ладанюк, д.т.н., проф.,
Україна

Анатолій Заїнчковський, д.е.н., проф.,
Україна

Валерій Мирончук, д.т.н., проф.,
Україна

Владімір Поздняков, к.т.н., доц.,
Беларусь

Владімір Літвяк, д.т.н., Беларусь
Володимир Зав'ялов, д.т.н., проф.,
Україна

Володимир Ковбаса, д.т.н., проф.,
Україна

Галина Поліщук, д.т.н, доцент, Україна

Галина Сімахіна, д.т.н., проф., Україна

Георгіана Кодіна, д-р, проф, Румунія
Дебора Конде Моліна, д-р., проф.,
Аргентина

Думітру Мнеріе, д-р, проф., Румунія

Егон Шніцлер, д-р, професор, Бразилія

Євген Штефан, д.т.н., проф., Україна

Ганна Торган, к.т.н., доц., Беларусь

Ігор Ельперін, к.т.н., проф., Україна

Ігор Кірік, к.т.н., доц., Беларусь

Крістіна Попович, к.т.н., доц., Молдова

Лада Шірінян, д.е.н., проф., Україна

Мірча Ороян, д-р, проф, Румунія

Нусрат Курбанов, к.т.н., доц.,

Азербайджан

Оксана Медведєва, Україна

Олександр Серьогін, д.т.н., проф.,
Україна

Олександр Гавва, д.т.н., проф., Україна

Руслан Аділ Акай Тегін, д-р,

Киргизстан

Світлана Бондаренко, д.хім.н., доц.,
Україна

Сергій Балюта, д.т.н., проф., Україна

Сергій Токарчук, к.т.н., доцент.,

Україна

Соня Амарей, д-р, проф, Румунія

Станка Дамянова, д-р, доц., Болгарія

Стефанов Стефан, д-р, проф., Болгарія

Тамар Турмандізе, д-р., Грузія

Тетяна Пирог, д.б.н., проф., Україна

Томаш Бернат, д-р, проф, Польща

Хууб Лелівелд, д-р, Нідерланди

Ясміна Лукінак, д-р, доц., Хорватія

Організаційний комітет

Олександр Шевченко, д.т.н., професор

Наталія Акутіна, провідний інженер

Олексій Губеня, к.т.н., доцент

Михайло Арич, к.е.н., доцент

Олег Галенко, к.т.н, доцент

Олександр Люлька, к.т.н, доцент

Анна Грищєко, к.т.н, доцент

Олег Бортнічук, к.т.н, доцент

Роман Грищенко, к.т.н, асистент

Content

13. Equipment of food, biotechnology and pharmaceutical production	8
14.1 Machines and apparatus for food, pharmaceutical and biotechnological productions	9
14.2 Technological equipment and computer design technology	47
14. Machines and technologies for packaging	71
15. Processes and apparatus of food productions	95
16. Physical and mathematical principles of technological processes	121
16.1 Physics	122
16.2 Higher mathematics	143
17. Chemistry and chemical technology	172
17.1 Chemistry	173
17.2 Chemical technology	202
18. Energy and resource saving technologies	269
19. Power equipment, heat and power systems of industry enterprises	280
19.1 Industrial power	281
19.2. Electricity industry	305
19.3 Electrical engineering	329
20. Automation and computer-integrated technologies	344
20.1 Automation and computer-integrated technologies	345
20.2 Information technology	361

Зміст

13. Обладнання харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв	8
13.1 Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв	9
13.2 Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування	47
14. Машини та технології пакування	71
15. Процеси та апарати харчових виробництв	95
16. Фізико-математичні основи технологічних процесів	121
16.1 Фізика	122
16.2 Вища математика	143
17. Хімія та хімічні технології	172
17.1 Хімія	173
17.2 Хімічні технології	202
18. Енерго- і ресурсощадні технології	269
19. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств	280
19.1 Промислова теплоенергетика	281
19.2 Електропостачання промислових підприємств	305
19.3 Електротехніка	329
20. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	344
20.1 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	345
20.2 Інформаційні технології	361

Section 13

Equipment of food, biotechnology and pharmaceutical production

Секція 13

Обладнання харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

13.1.

Machines and apparatus of food, pharmaceutical and biotechnological production

Chairperson – professor Oleksandr Gavva

Secretary – assoc. prof. Vitalii Rachok

13.1.

Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

Голова – професор Олександр Гавва

Секретар – доцент Віталій Рачок

1. Effects of ionizing radiation on rheological behavior and hardness of EPDM-based rubber mixture

Pavel Garchev, Delyan Gospodinov, Vilhelm Hadjiiski, Yosif Munev
University for Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria

Introduction. Studies are required aiming to gain better understanding of the nature of influence of certain factors over the kinetics of the radiolysis process in different materials.

Materials and methods. A set of raw non vulcanized samples from the studied rubber mixture are subjected to Mooney viscosity testing at temperature of 180° C. Additional samples from the mixture are vulcanized and Shore A hardness measurement is conducted. Another set of samples consisting of raw non vulcanized test pieces and vulcanized test pieces are exposed to ionizing radiation for a period of 100 days. The ionizing radiation is emitted by source with ⁶⁰Co radionuclide which undergoes β^- decay mode emitting electrons (β rays) with mean energy of 96,41 keV and photons (γ rays) with energy of 1173,2 keV and 1332,4 keV. The estimated total absorbed dose (from β and γ rays) is between 13 kGy and 19 kGy. The irradiated samples are then tested again: Mooney viscosity testing for non vulcanized test pieces and Shore A measurement for the vulcanized test pieces. Results are then compared.

Results. For the past years there has been an increasing interest towards scientific studies regarding the possibilities to process materials using ionizing radiation. Such possibilities are related to the distinguishable nature of interaction of ionizing radiation with the materials which comes down to changes of the molecular structure and chemical composition of the irradiated materials. These changes cause irreversible modifications in the basic physical and chemical properties of the materials, which means that ionizing radiation can be used as a tool for processing of materials.

The process of radiolysis is dependant on many factors such as: the absorbed dose, chemical composition of the surrounding environment, environmental pressure and temperature, phase state of the irradiated material, its chemical composition, temperature, molecular structure and so on. The significant number of factor influencing the process provide excellent possibilities for control and achievement of desired results. That is why studies are required aiming to gain better understanding of the nature of influence of certain factors over the kinetics of the radiolysis process in different materials.

Samples of EPDM-based rubber mixture have been exposed to β and γ rays under conditions of inert atmosphere. The mixture, which is certified for direct contact with drinkable water, is used for production of sealing elements in household water heaters and pipe lines. The rheological behavior of the mixture before and after irradiation as well as Shore A hardness have been compared.

Clear difference is observed in the rheological behavior of the irradiated and non irradiated test pieces. Irradiated test pieces show rather slower increase of Mooney viscosity values trough the testing time period of 180 seconds. Higher Shore A values have been measured for the irradiated vulcanized test pieces.

Conclusions. Effects of ionizing radiation on EPDM-based rubber mixture certified for direct contact with drinkable water have been studied by means of comparative analysis of rheological behavior and Shore A hardness values.

References

1. Spadaro G., Alessi S., Dispenza C., Ionizing radiation-induced crosslinking and degradation of polymers, Applications of ionizing radiation in materials processing, 2017, Chapter 7, Volume 1, ISBN 978-83-933935-9-6.

2. Evaluation of Morphological Characteristics of Wheat Grain Using Different Image Processing Algorithms

Jasmina Lukinac, Ema Šimošić, Marko Jukić

J.J. Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food technology Osijek, Osijek, Croatia

Introduction. Among other indicators such as grain freshness, chemical composition and physical properties, the morphological characteristics of wheat grain are very important quality parameters. Sometimes wheat varieties look so similar that their differentiation becomes a very tedious task when done manually. To solve this problem, image analysis can be used to classify wheat according to its quality. With the rapid development of digital image processing, there has been a remarkable increase in advanced tools for studying the structure of objects, which can be very helpful in characterizing certain morphological characteristics of grains as well as quantifying the differences between them.

Materials and methods. Twenty samples of different varieties of winter wheat of the 2018 harvest sown at two locations were used for the study (locations near the cities of Osijek and Zagreb). Morphological characteristics of the grain were determined by image analysis of 2D images obtained by scanning the samples in a dark chamber and processed with ImageJ software. Various morphological characteristics of the grain (area, perimeter, roundness, grain length, width and average gray color) were studied using a non-destructive optical method - digital image analysis. To optimize the image analysis procedure various segmentation methods were used. In addition, the relationship between the morphological characteristics and the physical characteristics of the grain (flour milling yield, 1000 kernel weight, hectoliter weight, grain vitreousness) was determined in the paper.

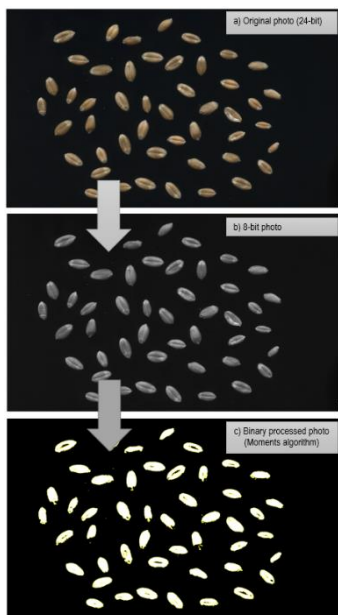


Figure 1. Overview of the image processing process from original photo to pattern segmentation

Results. Image analysis based on texture, morphology, and color features of grains is essential for various applications in the grain industry, such as distinguishing wheat classes, assessing grain quality, and detecting insect infestations. Based on the tests performed on twenty samples of winter wheat grain and the correlation and regression analysis performed, image analysis was found very useful in determining some morphological and physical characteristics of wheat grains. The 1000 kernel weight correlated with the area, perimeter, length and width of the grain, while roundness of grain correlated with hectoliter weight and grain vitreousness. The average gray color of the grain cross-section correlated with the grain vitreousness and the hectoliter weight. It was found that the Moments algorithm for grain segmentation is the optimal segmentation method for winter wheat grains.

Conclusions. The method of digital image analysis is a valuable tool for determining grain quality (morphological and color characteristics) and predicting physical properties of wheat grain. The presented methodology, combining image analysis and statistical methods, supports reliable discrimination of wheat cultivars with respect to their shape descriptors and enables non-destructive and automatic feature identification.

3. Обґрунтування конструкційних і режимних параметрів вовчка для подрібнення безкісткової м'ясної сировини

Наталія Христонько, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У літературі багато робіт, присвячених проблемам ефективного і якісного подрібнення м'яса, а також підвищенню надійності і довговічності робочих органів вовчків. На процес подрібнення впливають як геометричні характеристики, так і режими роботи устаткування, а також властивості сировини, що подрібнюється [1,2].

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень є процес подрібнення безкісткового м'яса на вовчку К7-ФВП-160. Предмет дослідження: конструктивні й експлуатаційні характеристики пристроїв для подачі сировини і ріжучого комплекту. Виконано імітаційне моделювання у програмному комплексі SolidWorks. Керованими параметрами обрані: крок між витками нагнітаючого шнека поблизу ріжучого комплекту ($h = 0,025; 0,03; 0,035; 0,042$ м), частота обертання шнека ($n = 4,3; 4,5; 4,7; 5$ с⁻¹). Діаметри отворів вихідної решітки змінювалися в межах 0,003 ... 0,0035 мм. Розмір шматків м'яса, що надходить у вовчок, і його густина розглядалися як постійні величини. Потужність, що витрачається на подрібнення, розрахована з урахуванням сил опору і швидкості руху продукту, отриманих при імітаційному моделюванні.

Результати. По довжині робочої камери вовчка швидкість подрібнюваної сировини змінюється. Мінімальні її значення спостерігаються в зоні завантаження, максимальні – у вузькому зазорі між витками і корпусом вовчка (до 0,64 м/с). У ріжучому комплекті швидкість стабілізується на рівні 0,18 м/с. На виході з вовчка після решіток швидкість фаршу зменшується до 0,06 м/с. Незалежно від зміни розглянутих параметрів закономірність зберігається.

При механічному обробленні м'ясної сировини відбувається її ущільнення, яке супроводжується перетворенням механічної енергії в теплову. При цьому стрибкоподібно змінюється температура (максимальне збільшення на 1,2 °С) на початку ріжучого комплекту. Значення температури помітно зростає на останніх витках нагнітаючого шнека, які мають зменшений крок в порівнянні з попередніми.

Нааявність решіток і ножів у ріжучому вузлі призводять до утворення гідравлічного опору, який перешкоджає вільному виходу сировини з робочого циліндра під дією тиску, створюваного нагнітальним шнеком. В результаті утворюються зворотні потоки сировини, що характеризують втрати продуктивності: через зазор між зовнішньою поверхнею витків шнека і внутрішньою поверхнею робочого циліндра; вздовж гвинтового каналу шнека між його витками.

Висновки. Рациональними конструкційними і режимними параметрами роботи розглянутого вовчка, які забезпечують рівномірне нагнітання сировини без локальних перевантажень, є: крок витків нагнітального шнека 0,03 м, діаметр отворів вихідної решітки 0,0035 мм, частота обертання нагнітального шнека 4,5 об/с. При цьому швидкість фаршу на виході з вовчка становить 0,06 м/с.

Література.

1. Wild, J. L. Grinding Time and Pressure Developed in Beef and Pork: Effects of Temperature and Fat / J.L. Wild, J. G. Sebranek, D.G. Olson // Journal of food science. – 1991. – Volume56, Issue5. – Pages 1171-1175.
2. Некоз, О. І. Особливості гідродинаміки м'ясної сировини при її подачі шнеком вовчка / О.І. Некоз, Н.В.Філімонова, О.В.Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – № 6. – С.37 – 42.

4. Кукуруза как основное сырье для производства PLA-пластика

Анастасия Третьякова, Алексей Ермаков

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Введение. Сельскохозяйственные культуры могут быть использованы для изготовления различных пластиков и предметов бытового использования. В рассматриваемой статье речь идет о применении кукурузы в качестве сырья для изготовления PLA-пластика.

Материалы и методы. Сферой применения данного пластика является 3D-печать [1]. На механические характеристики влияет множество параметров: форма и коэффициент заполнения, толщина сопла экструдера, скорость печати, температуры экструдера и столика. Поэтому важным этапом при печати PLA-пластиком является правильное варьирование режимов печати. По данным исследования оптимальный процент заполнения опытных образцов составляет 20%, этого достаточно для обеспечения требуемой прочности. Процент заполнения и толщина стенок влияют на прочность, массу и, как следствие, на стоимость 3D-печатной модели [2].

Результаты. Для выявления комплексного показателя желательности, определяемого как оптимальное соотношение механических характеристик, времени печати и количества затрачиваемого пластика, были проведены испытания на разрыв и изгиб.

При проведении испытаний на разрыв, можно сделать вывод, что образцы, напечатанные на ребре, показали самый высокий результат при проведении испытания на разрыв, но при печати на ребре было затрачено самое большое количество пластика [3]. Время печати одного образца на разрыв составило 39 минут, что на 10 минут больше треугольной формы и сот. Поэтому применение данной формы является слишком затратным для внедрения в производство.

Треугольная форма показала высокие значения при проведении испытаний разрыв. Однако, при одинаковом времени печати с «Сотами», на треугольную форму было затрачено больше пластика, а значение напряжения на порядок меньше.

«Соты» – являются лучшим вариантом для увеличения прочности модели.

При проведении испытаний на изгиб так же, как при испытаниях на разрыв, образцы, напечатанные на ребре, показали самый высокий результат при проведении испытаний на изгиб. Тем не менее следует отметить, что результаты исследования справедливы только для нагрузки, приложенной перпендикулярно направлению волокон, в случае же приложения нагрузки вдоль волокна прочностные характеристики значительно снижаются, то есть существует высокая зависимость характеристик между направлением нагрузки и волокна.

Так же научный интерес представили механические характеристики образцов изготовленных при критических температурах печати, а именно температуре сопла (максимальная и минимальная температуры).

Для проведения испытаний была выбрана определённая форма заполнения ячеек, показавшая себя наилучшим образом в предыдущих испытаниях, а именно «Соты».

Изготовление образцов осуществлялась при постоянной максимальной температуре сопла – 220°C и минимальная температура сопла 210°C. Скорость печати при этом составила 60 мм/с

Проанализировав данные исследования, можно сделать заключение о том, что влияние температурных режимов печати на прочность изделий имеет не линейный характер, графическая зависимость имеет выраженный экстремум [3].

Заключение. Пластики используются практически в любом производстве РБ. Поэтому создание PLA-пластика на основе кукурузы – это прогрессивный метод замены обычного, не разлагаемого пластика, на экологически чистый, который станет основным источником сырья для всех отраслей промышленности.

Литература.

1. Ермаков, А.И. Применение 3D-печати в кондитерском производстве / А.И. Ермаков, С.В. Чайко / Наука – образованию, производству, экономике: Материалы 15-й Международной научно-технической конференции (70-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ) в 4 томах, Минск, май 2017г. / БНТУ. – Минск, 2017. – Том 4 – С.503

2. Ермаков, А.И. Разработка 3d- принтера для образовательных учреждений / А.И. Ермаков, В.В. Книга, Е.П. Мелешня, А.А. Третьякова // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей III международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 марта 2017 г. / БГАТУ; редкол.: В.Я. Груданов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 426–428.

3. Савченя, А. А. Исследование влияния технологических параметров 3D-печати PLA пластиком на механические характеристики изделий / А. А. Савченя, А. И. Ермаков // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий : материалы 16-го Международного научного семинара, проводимого в рамках 18-ой Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» 26 марта 2020 года, Минск, Республика Беларусь. – Минск : Право и экономика, 2020. – С. 231-232.

5. Обґрунтування режимів роботи обладнання лінії стерилізації рідких поживних середовищ

Слизова Фоменко, Андрій Куцолапський, Олена Чепелюк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання поживних середовищ, приготованих на основі м'яса, для культивування мікроорганізмів доцільно з економічної та екологічної точок зору. Існуючі машинно-апаратні схеми їх стерилізації енергоємні і складні в обслуговуванні, тому підвищення їх ефективності є актуальним завданням.

Матеріали і методи. Об'єкт досліджень – процеси приготування поживного середовища – 10% розчину м'яса, його стерилізація і подальше охолодження. Використаний метод імітаційного моделювання в додатках програмного комплексу SolidWorks – Flow Simulation і Simulation.

Результати. Поживне середовище отримують змішуванням води з м'ясою до вмісту сухих речовин 10%, нагрівають до температури стерилізації 120°C, витримують протягом заданого часу і охолоджують. При цьому витрати енергії становлять 318 кДж/кг.

Для обладнання, що входить до складу лінії, проаналізовані найбільш важливі параметри: розподіл концентрації компонентів у розсиропнику, поля температури в контактних головках, витримувачі і теплообміннику, поля швидкостей, а для апаратів, що працюють при надлишковому тиску - напружено-деформований стан.

Циркуляція потоків компонентів у розсиропнику забезпечує досить інтенсивне змішування і розчинення м'яса. При цьому концентрація розчину, як і температура, при проходженні по полицях апарату вирівнюється, досягаючи значень 10% і 45 °С відповідно. Середня швидкість продукту становить 0,169 м/с.

Найбільш навантажені ділянки контактної головки – місця приєднання патрубків до циліндричної оболонки корпусу і місце з'єднання труби подачі пари і розсиропки. Стінки елементів контактної головки можна виконувати товщиною від 3 мм, при цьому коефіцієнт запасу міцності становить 1,25.

Під час перебування розчину м'яса у витримувачі забезпечується рівномірний розподіл температури в об'ємі апарата і підтримання її постійного значення 120°C, що необхідно для знищення сторонньої мікрофлори. Найбільші напруження і деформації, викликані впливом надлишкового тиску пари, продукту і підвищених температур, виникають в місцях з'єднання частин корпусу витримувача, в паровій оболонці і місцях приєднання патрубків. Значення максимальних напружень ($1,34 \cdot 10^7$ Па) не перевищують межі текучості матеріалу обладнання.

Для охолодження стерильного поживного середовища на основі м'яса доцільно використовувати теплообмінник «труба в трубі». Це покращує перебіг теплових процесів у досить в'язкому поживному середовищі, що містить 10% сухих речовин, схильних до кристалізації, порівняно з традиційними пластинчастими установками, і забезпечує охолодження до заданої температури 28 °С.

Висновки. Для досягнення заданих параметрів поживного середовища необхідно забезпечити: температуру води на вході у розсиропник 48,4 °С, температуру м'яса 10,5 °С і тиск 48,2 кПа; подачу пара тиском 0,02 МПа в екстрапарову контактну головку і гострої пари тиском 0,3 МПа в звичайну; витримку середовища протягом 15 хв; подачу холодоагенту у теплообмінник «труба в трубі» температурою 15 °С під тиском 225,5 кПа.

6. Обґрунтування режимів роботи ферментатора

Артем Бовкуш, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Необхідною умовою культивування аеробних мікроорганізмів є забезпечення подачі кисню в потрібному об'ємі та забезпечення достатньої циркуляції, щоб в усіх шарах рідини забезпечувати однакові умови культивування.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – процес подачі повітря і перемішування культуральної рідини у ферментаторі, оснащеному аератором щільного типу і лопатевим перемішувачем. Призначення останнього – не лише створення циркуляційних потоків, інтенсифікація процесу відведення теплоти, а й додаткове аерування культуральної рідини – через порожнистий вал і отвори в лопатях повітря надходять всередину ферментатора. Досліджено вплив на зазначені процеси тиску подачі повітря в аератор в межах 0,15 – 0,25 МПа і частоти обертання перемішувача пристрою від 150 до 200 об/хв.

Результати. При збільшенні тиску подачі газової фази від 0,15 до 0,25 МПа інтенсифікується розчинення газової фази у рідкій, що узгоджується із законом Генрі, і для вирівнювання концентрації потрібно від 6 до 7 с відповідно. Таким чином, збільшення тиску повітря, яке подається в аератор, на 100 кПа інтенсифікує процес вирівнювання концентрації компонентів на 15%.

Фактором, який найбільше впливає на інтенсивність перемішування, є частота обертання перемішувача пристрою. Її зміна від 180 до 200 об/хв призводить до утворення циркуляційних контурів по всьому об'єму ферментатора та підтримання заданої температури в його об'ємі. Найбільші значення швидкостей спостерігаються поблизу зон виходу повітря з аератора в нижній частині місткості та з отворів перемішувача пристрою. Відповідно, найбільше циркуляційних контурів також створюється поблизу цих елементів. Таке переміщення потоків рідини в апараті створює сприятливі умови у всіх шарах рідини, розміщеної у ферментаторі об'ємом 100 м³. Зі збільшенням частоти обертання перемішувача пристрою від 150 до 190 об/хв. спостерігається помітне, на 30%, зростання швидкості культуральної рідини – до 16,9 м/с.

За умов теплообміну, які розглядаються, температура найбільше зростає поблизу аератора і перемішувача пристрою. Це відбувається не лише за рахунок виділення теплоти в результаті життєдіяльності мікроорганізмів, а і внаслідок дисипації енергії в апараті – перетворенні частини механічної енергії в теплову. Однак в ході роботи завдяки наявності зовнішнього охолодження температура в об'ємі підтримується на рівні, потрібному для культивування мікроорганізмів – до 30°C.

Висновки. Встановлення аератора і перемішувача пристрою, який складається з порожнистого валу і лопатей, через які виходить повітря, дає можливість використовувати повітря повторно і зменшує його витрати. Тиск подачі повітря повинен становити 0,25 МПа, частота обертання мішалки – 190 об/хв.

Література.

1. Васильківський К.В., Юхно М.І., Костюк В.С., Піддубний В.А. (2018), Інновації в обладнанні для аеробного синтезу мікроорганізмів, *Харчова промисловість*, 24, с. 106–116.
2. Wei-Cho Huang, I-Ching Tang (2007), Bacterial and Yeast Cultures – Process Characteristics, Products, and Applications, *Bioprocessing for Value-Added Products from Renewable Resources*, pp. 185–223.

7. Комплексний показник якості упаковки для йогурту

Ігор Малік, Валерія Пасацька, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка повинна виконувати всі функції, покладені на неї – захисну, інформаційну, охоронну, рекламну, – і бути якісною, задовольняти потреби споживачів.

Методи досліджень. У роботі проаналізовані дефекти одноразового стаканчика для йогурту, виготовленого з полістиролу термоформуванням, декорованого термозбіжною плівкою. Комплексний показник якості Q обчислено на основі часткових коефіцієнтів з урахуванням коефіцієнтів вагомості. Еталонні (базові) і граничні значення цих параметрів були визначені, виходячи з вимог нормативної документації. Важливість оцінювалася за 5-бальною шкалою.

Результати досліджень. Найбільший вплив на віднесення споживачем упаковки для йогурту до категорії якісних або ні має груповий показник якості друкованого відбитку (ваговий коефіцієнт групи 0,38) (табл.1).

Таблиця 1. – Групові та одиничні показники якості стаканчика для йогурту

№ з/п	Показник якості виробу	Базовий показник	Гран. знач. показника		Оцінка експерта	Бажаний +/ небажаний –	Відн. один. показн. якості	Важливість	Ваг. коэф. окр. показника	Ваг. коэф. групи
			min	max						
1	Груповий показник психоемоційного впливу									
1.1.	Естетичність	1	–	1	0,6	+	0,6	4	0,10	0,24
1.2.	Інформативність	1	–	1	0,7	+	0,7	3	0,07	
1.3.	Емоційність	1	–	1	0,5	+	0,5	3	0,07	
2	Груповий показник якості друкованого відбитку									
2.1.	Розтискування, %	30	–	35	27	–	1,11	5	0,12	0,38
2.2.	Несум. фарб, мкм	0,15	–	±0,2	0,22	–	0,75	4	0,10	
2.3.	Відхилення за кольорами	4	–	5	3	–	1,33	3	0,07	
2.4.	Прав. розташ. елем. зображення	1	–	1	0,8	+	0,8	4	0,10	
3.	Груповий показник форми виробу									
3.1.	Відх. розмірів, %	2	–	±3	2,6	+	0,77	4	0,10	0,19
3.2.	Короблення, %	0	–	1	0,2	–	0	4	0,10	
4.	Груповий показник стану поверхні									
4.1.	Мех. пошкодж.	0,3	–	0,5	0,45	–	1,0	5	0,12	0,19
4.2.	Шорсткість, мкм	25	–	30	27	–	0,93	3	0,07	
Σ								42	1,00	

Висновки. Комплексний показник якості розглянутої упаковки для йогурту дорівнює 0,78, цю оцінку можна віднести до категорії «задовільно».

8. Вплив вакуумного способу охолодження на якісні показники батону

Олександр Козак, Іванна Назаренко, Микола Десик, Володимир Теличку
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Охолодження свіжоспеченого хліба є актуальним завданням, яке стоїть перед хлібопекарською промисловістю та науковцями і викликане необхідністю упакувати готову продукцію. Вакуумне охолодження - це найшвидший спосіб охолодження. Процес вакуумного охолодження займає кілька хвилин. Технологія вакуумного охолодження хліба передбачає, що під час вакуумування відбувається адіабатний процес кипіння вологи - вода переходить з рідкого стану в газоподібний за рахунок зниження тиску в середині вакуум камери. Завдяки швидкому охолодженню продукція може направлятися до наступних технологічних процесів - пакування, різання, зберігання, транспортування.

Методи досліджень. Для вивчення технологічних аспектів процесу вакуумного охолодження батону була використана експериментальна установка, яка складається з: корпусу, вакуумної камери, вакуумного насоса, конденсатора, пристроїв для визначення та регулювання швидкості створення вакууму. Для оцінки якості продуктів після охолодження було використано органолептичні методи, та визначено структурно-механічні властивості м'якушки батону за допомогою пенетрометра.

Результати і обговорення. Велике значення для досягнення необхідної якості готової продукції має режим вакуумування, на який суттєво впливають такі технологічні процеси як: вистоювання та випікання. Визначено раціональний режим зміни швидкості створення вакууму, щоб уникнути розриву м'якушки. В результаті вакуумного способу охолодження об'єм готової продукції збільшується до 15%. Досліджено структурно-механічні властивості м'якушки батону після охолодження та встановлено характер змін еластичної, пластичної та загальної деформації під час затвердіння.

Висновок. Використання вакуумного охолодження хліба - вирішення проблем часу охолодження, зменшення енергоспоживання та виробничих площ, необхідних для охолодження готової продукції, дає можливість автоматизувати процес охолодження, а в деяких аспектах, і поліпшення якості готової продукції.

9. Моделювання пневматичної системи позиціонування сервоприводів в пакетоформувальних машинах

Владислав Якимчук, Олександр Гавва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основні недоліки пневматичного сервопозиціонування пов'язані з властивостями стисненого повітря, що ускладнює реалізацію заданого закону переміщення та точність зупинки штоку пневмоциліндра.

Матеріали та методи. Була проведена серія експериментів для визначення залежності швидкості тиску повітря через змінну ефективної площі робочого каналу від величини електричного сигналу. У цих експериментах пропорційний клапан спочатку встановлювався в нейтральне положення ($U_{re} = 5$ вольт) та під'єднувався до ресивера. Після цього на його котушку змінювалась постійна напруга U і в реальному часі фіксувалась зміна швидкості тиску P_s в ресивері під час етапу його завантаження або розвантаження. На основі отриманих результатів була визначена математична модель зміни масової витрати стисненого повітря через пропорційний клапан шляхом диференціації зміни тисків за формулою

$$\dot{m} = (\pm) A_{eff} P_1 \sqrt{\frac{2k}{RT(k+1)} \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{1}{k+1}} \psi \left(\frac{P_2}{P_1} \right)}$$

де R , T - константи (R – постійна газова постійна, T - абсолютна величина температури повітря); m – зміна швидкості маси повітря в ресивері; де: P_1 та P_2 - абсолютні тиски на етапі завантаження або розвантаження; A_{eff} - ефективна площа робочого каналу в пропорційному розподільнику; k - ізотропна постійна.

Результати. Аналітичні та експериментальні дослідження залежності зміни керуючої напруги на котушці пропорційного клапану для забезпечення ефективної площі робочого каналу розподільника з урахуванням тиску повітря на виході показано на графіку рис.1.

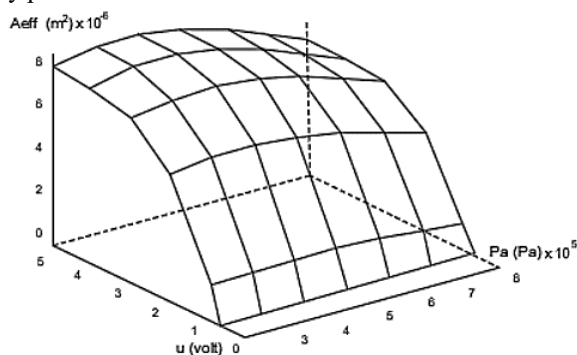


Рис.1. Залежність зміни керуючої напруги на котушці пропорційного клапану для забезпечення ефективної площі робочого каналу розподільника з урахуванням тиску повітря на виході

Висновки. Встановлено, що зміна напруги-ефективної площі сервоклапану для забезпечення тиску повітря на його виході є різною для етапів завантаження та розвантаження повітря в ресивері.

10. Синтез дозаторів об'ємно-вагового типу для вязко-пластичних харчових продуктів

Борис Михайлик, Олександр Гавва, Сергій Токарчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматичні дозувальні пристрої дискретної дії знайшли широке застосування на підприємствах харчової промисловості для значного асортименту продукції. Однак постійно зростаючі вимоги до забезпечення якісних показників дозування створюють певні обмеження для застосування об'ємного способу відокремлення дози. Усунення систематичної та випадкової похибок дозування об'ємним способом потребує ретельного підходу як на етапі проектування обладнання, так і під час його експлуатації, а також постійного контролю стабільності характеристик продукції (при цьому точність дозування рідко перевищує $\pm 3\%$). У свою чергу вагові дозатори здатні забезпечувати точність дозування 0,5-1% по масі, а тому вони широко застосовуються для дозування сипкої та рідкої продукції [1]. Впровадження вагових систем для дозування в'язко-пластичних продуктів викликає труднощі, які пов'язані із нерівномірністю їх реологічних властивостей за об'ємом дози [2].

Матеріали та методи. При об'ємному способі формування дози обмежувачими фактором є граничне напруження, що здатен витримувати продукт без втрати фізичних властивостей (у випадку його перевищення в продукції відбуваються незворотні зміни) [3]. Формування дози чисто ваговим способом не може відбуватися з швидкістю, що аналогічна об'ємному способу, оскільки динамічні навантаження значно спотворюють (збільшують) показники системи зважування. Тому на етапі грубого формування дози швидкість наповнення повинна бути меншою. Коли динамічні навантаження перевищують масу готової дози, ваговий дозатор починає точне формування дози. Для забезпечення високої точності дозування потрібно зменшити динамічні навантаження, отже і менші витрати продукції, а це збільшує час формування дози.

Результати. У випадку комбінованого способу дозування (об'ємно-вагового) формування основної частини дози відбувається об'ємним способом, при цьому вимоги до забезпечення точності об'ємного дозатора значно зменшуються, що в свою чергу полегшує експлуатацію і обслуговування. Етап точного дозування базується на ваговому способі, який і дає високу точність. При дозуванні певних реологічних тіл (наприклад з високою межею плинності), кількість продукту, що переміщується циліндром грубого дозування може суттєво зменшити час вагового дозування, оскільки на етапі грубого дозування не враховуються значні зусилля, що виникають при переміщенні продукції.

Висновки. Незважаючи на більш складну конструкцію, комбінований дозатор має ряд переваг у порівнянні з об'ємним (більша точність) та ваговим (менший час формування дози), що виправдовує його застосування, створює перспективи використання у пакувальному обладнанні для в'язко-пластичних харчових продуктів та потребує подальшого дослідження.

Література

1. Гавва О.М. Пакувальне обладнання: підручник / Гавва О.М., Беспалько О.П., Волчко А.І. Кохан О.О. - К. ІАЦ «Упаковка». - 2010 - 746 с.
2. Глобин А.Н. Дозирующие устройства: монография / Глобин А.Н. – Саратов: издательство «Вузовское образование», 2017. - 344 с.

11. Морфологічний аналіз та синтез тістомісильних машин

Олексій Литовченко, Олександр Гавва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес створення нових тістомісильних машин та модернізації існуючих повинен ґрунтуватись на використанні сучасних методів пошуку технічних рішень, серед яких основний морфологічний аналіз та синтез. Вони взаємопов'язані між собою.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є метод рішення задач, заснований на підборі можливих рішень для окремих частин завдання (так званих морфологічних ознак, що характеризують пристрій) і подальшому систематизованому отриманні їх поєднань (комбінуванні).

Результати та Обговорення. Для проведення морфологічного аналізу [1] та синтезу тістомісильних машин необхідне точне формулювання проблеми для даної системи. В результаті дається відповідь на більш загальне питання за допомогою пошуку всіляких варіантів рішень, незалежно від того, що у вихідній задачі йшлося тільки про одну конкретну тістомісильну машину.

Основні етапи застосування методу.

Креативна проблема або розробляється об'єкт «розкладаються» на складові елементи, які записуються в лівий стовпчик таблиці (матриці), який озаглавлений, наприклад, «конструктивні параметри». Назва «параметри» використовується в загальному випадку. Нижче, як найменування рядків, записуються, наприклад: робочий орган, місильна ємкість, матеріал і т.п.

Далі в кожній ячейці рядка записуються властивості або характеристики відповідного параметра. Тут можна записати не тільки явні властивості параметра, але і ті, які ви хотіли б отримати. Наприклад: частота обертання робочого органу, частота обертання місильної ємкості, форма робочого органу, форма місильної ємкості, напрям руху тіста, кількість робочих органів... Тепер основна частина роботи - ми в абсолютно довільному порядку комбінуємо вміст ячеек.

Розглянутий морфологічний метод заснований на комбінаториці. Суть його полягає в тому, що в тістомісильній машині виділяють групу основних конструктивних або інших ознак. Для кожної ознаки вибирають альтернативні варіанти, тобто можливі варіанти його виконання або реалізації. Комбінуючи їх між собою, можна отримати безліч різних рішень, в тому числі ті, які представляють практичний інтерес. Результатом виконаної роботи повинні стати нові комбінації властивостей, з яких потрібно вибрати найбільш цікаві та перспективні для вирішення нашої креативної задачі.

Це вже задача морфологічного синтезу. Варіантів морфологічної матриці може бути декілька. Наприклад, в шапці таблиці можна відобразити бажані характеристики або властивості, в осередках перетину «параметрів» і цих «властивостей» вже отримати деякі попередні цікаві результати, а потім будемо їх комбінувати, як описано вище.

Висновок. Використання морфологічного аналізу та синтезу можуть являти собою основу для можливих конструктивних ідей при створенні обладнання хлібопекарської галузі, що володіють новими якісними відмітними ознаками.

Література.

1. Алексеев, А. В. Интеллектуальные системы принятия проектных решений. // А.В. Алексеев, А.Н. Борисов и др. Рига: Зинатне., 2007.

12. Розроблення сучасного обладнання для приготування дріжджового тіста

Данило Собачко, Віталій Рачок, Юлія Теличкун, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У виробництві хлібобулочних виробів мають місце тенденції використання прискорених технологій тісто готування, що зумовлює інтенсифікацію процесів замішування, виброджування та формування тіста та розробку обладнання безперервної дії для забезпечення безперервного потокового виробництва.

Матеріали і методи. Нами розроблений проект змішувально-бродильно-формуального агрегату (рис.1). Розробка відноситься до харчової промисловості, а саме до хлібопекарської галузі, може використовуватися як пристрій для замішування, бродіння і формування виробів з дріжджового тіста.

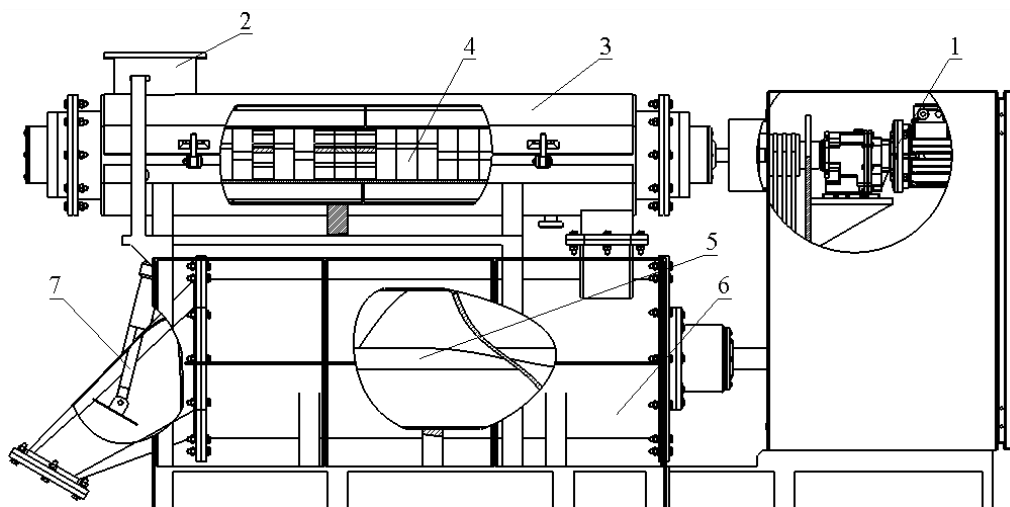


Рис. 1. Змішувально-бродильно-формуальний агрегат складається з: приводу 1, приймальної воронки 2, камери замішування 3, робочих органів 4, пустотілого вала 5, камери бродіння 6, формуального елемента 7.

Результати. Змішувально-бродильно-формуальний агрегат працює наступним чином:

Сировина, відповідно до рецептури, надходить в приймальну воронку 2, компоненти тіста змішуються, після чого підготовлена суміш надходить далі по камері замішування 3, де за допомогою робочих органів 4 проходить власне заміс та пластифікація тіста, після чого тісто потрапляє до камери бродіння 6, де в процесі насичується вуглекислим газом в кількості, необхідній для розрихлення тістових заготовок під час екструзії. Через отвори формуального вузла 7, тісто формується та вивантажується безпосередньо на під печі у вигляді безперервних джгутів або окремих заготовок при потоковому виробництві.

Як відомо, тістомісильні машини поділяють на машини періодичної і безперервної дії. Згідно теорії продуктивності технологічні машини рівномірно-потокової дії є більш удосконаленими у порівнянні з машинами періодичної дії.

Коефіцієнт безперервності, для таких машин наближається до 1, в той час, як для машин періодичної дії, він менше половини. Як правило, змішування не є простим

механічним процесом, а супроводжується біохімічними і колоїдними явищами, а також підвищенням температури, тому доцільно автоматизувати процес замішування дріжджового тіста та привести даний процес до рівномірно-поточної дії.

Бродіння є найбільш тривалим етапом процесу приготування хлібних виробів. Воно може відбуватися в тих же діжах, якщо брати машини періодичної дії, в яких здійснюється заміс або безпосередньо на стрічках спеціальних транспортерів. З метою механізації, ми скомбінували бродильну ємність з тістомісильною машиною в одному агрегаті, додавши ще одну технологічну операцію – формування. Залежно від форми, яку надає машина тістовій заготовці, розрізняють різні типи формуючих машин, в даному агрегаті формування проходить методом екструзії. Поєднання в одному агрегаті декількох технологічних операцій дає змогу значно зменшити виробничі площі та механізувати роботу. За допомогою змішувально-бродильно-формуального агрегату, всі операції приготування та оброблення тіста поєднані в одному агрегаті, що дає змогу створити компактну та функціональну лінію з мінімальними затратами електроенергії. Таким чином результат полягає у суміщенні технологічних операцій змішування, бродіння, формування і розрихлення в одному агрегаті безперервної дії, що значно знижує витрати на експлуатацію обладнання і дозволяє формувати вироби з дріжджового тіста без наступної обробки безпосередньо на під печі.

Висновки. В результаті виконання камери замішування тіста із двома робочими органами для замісу і нагнітання тіста в камеру бродіння дозволяє поєднати операції змішування та замішування, бродіння та формування виробів з дріжджового тіста в одному агрегаті, що значно скоротить машино-апаратурну схему, час на приготування тіста та готового виробу в цілому, зменшить кількість людського втручання в процес приготування тістового напівфабрикату.

Література.

1. Пат. №111301 Україна, МПК (2016.01) A21C 1/00, A21C 3/00, A21C 1/06(2006.01), A21C 1/14(2006.01), A21C 11/16(2006.01). Змішувально-бродильно-формувальний агрегат з камерою попереднього змішування / Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Рачок В.В., Десик М.Г., Кравченко О.І.; заявник та власник патенту Національний університет харчових технологій - №a201503264; заявл.07.04.2015; опубл.11.04.2016, Бюл. №7.
2. Интенсификация процесса замешивания дрожжевого теста / А.И. Кравченко, В.В. Рачок, Ю.С. Теличкун, и др. // *Научни трудове на русенския университет.* – 2013. – Т. 52, № 10.2. – С. 135-138.
3. Nawrocka A., Krekora M., Niewiadomski Z., Miś A. (2018), Characteristics of the chemical processes induced by celluloses in the model and gluten dough studied with application of FTIR spectroscopy, *Food Hydrocolloids*, 85, pp. 176-184.
4. Brandner S., Becker T., Jekle M. (2018), Wheat dough imitating artificial dough system based on hydrocolloids and glass beads, *Journal of Food Engineering*, 223, pp. 144-151.
5. Zhang D., Mu T., Sun H. (2017), Comparative study of the effect of starches from five different sources on the rheological properties of gluten-free model doughs, *Carbohydrate Polymers*, 176, pp. 345-355.

13. Методика дослідження роботи тістомісильних машин

Олексій Литовченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес створення нових тістомісильних машин та модернізації існуючих повинен ґрунтуватись на використанні сучасних методів пошуку технічних рішень, серед яких основний морфологічний аналіз та синтез. Вони взаємопов'язані між собою.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є метод рішення задач, заснований на підборі можливих рішень для окремих частин завдання (так званих морфологічних ознак, що характеризують пристрій) і подальшому систематизованому отриманні їх поєднань (комбінуванні).

Результати та Обговорення. Для проведення морфологічного аналізу та синтезу тістомісильних машин необхідне точне формулювання проблеми для даної системи. В результаті дається відповідь на більш загальне питання за допомогою пошуку всіляких варіантів рішень, незалежно від того, що у вихідній задачі йшлося тільки про одну конкретну тістомісильну машину.

Основні етапи застосування методу. Креативна проблема або об'єкт, що розробляється, «розкладаються» на складові елементи, які записуються в лівий стовпчик таблиці (матриці), який озаглавлений, наприклад, «конструктивні параметри». Назва «параметри» використовується в загальному випадку. Нижче, як найменування рядків, записуються, наприклад: робочий орган, місильна ємкість, матеріал і т.п.

Далі в кожній ячейці рядка записуються властивості або характеристики відповідного параметра. Тут можна записати не тільки явні властивості параметра, але і ті, які ви хотіли б отримати. Наприклад: частота обертання робочого органу, частота обертання місильної ємкості, форма робочого органу, форма місильної ємкості, напрям руху тіста, кількість робочих органів...

Тепер основна частина роботи - ми в абсолютно довільному порядку комбінуємо вміст ячеек.

Розглянутий морфологічний метод заснований на комбінаториці. Суть його полягає в тому, що в тістомісильній машині виділяють групу основних конструктивних або інших ознак.

Для кожної ознаки вибирають альтернативні варіанти, тобто можливі варіанти його виконання або реалізації. Комбінуючи їх між собою, можна отримати безліч різних рішень, в тому числі ті, які представляють практичний інтерес.

Результатом виконаної роботи повинні стати нові комбінації властивостей, з яких потрібно вибрати найбільш цікаві та перспективні для вирішення нашої креативної задачі.

Це вже задача морфологічного синтезу.

Варіантів морфологічної матриці може бути декілька. Наприклад, в шапці таблиці можна відобразити бажані характеристики або властивості, в осередках перетину «параметрів» і цих «властивостей» вже отримати деякі попередні цікаві результати, а потім будемо їх комбінувати, як описано вище.

Висновок. Використання морфологічного аналізу та синтезу можуть являти собою основу для можливих конструктивних ідей при створенні обладнання хлібопекарської галузі, що володіють новими якісними відмітними ознаками.

14. Модернізація тістомісильних машин періодичної дії

Микола Діхтяренко, Ігор Литовченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес замішування тістових напівфабрикатів відіграє важливу роль у виробництві хлібобулочної продукції, визначаючи якість готових виробів і впливаючи на економічні показники роботи підприємства, оскільки енергетичні витрати при перемішуванні високов'язких рідин, до яких належить тісто, досить великі.

Матеріали та методи. Ефективність перемішування компонентів насамперед залежить від режиму руху середовища. Найбільш відповідальним елементом тістомісильної машини робочі органи – місильні лопаті. Геометрія лопатей та їх режим обертання визначають перебіг замішування тіста. Використані методи комп'ютерного імітаційного моделювання та математичного опрацювання дослідних даних з використанням програмного комплексу FlowVision.

Результати та Обговорення. Встановлення модернізованого шнека дає можливість інтенсифікувати процес замішування та покращити його, що в свою чергу зменшить на 10 % потужність машини на перемішування й покращить якість готового хлібобулочного виробу. Мета дослідження - забезпечення стабільного швидкого і якісного замішування тіста при мінімальних втратах енергії, без погіршення властивостей тіста.

В даній науковій роботі запропоновано здійснити модернізацію тістомісильної машини періодичної дії типу Діосна. Традиційна проблема, яка підлягає вирішенню при модернізації лопатей тістомісильної машини є відшукування компромісного рішення між геометрією лопатей, частотою обертання лопатей, зменшенням площі застійних зон та витратами потужності на замішування тіста.

В завдання я дослідження входить:

- проаналізувати теоретичні засади і особливості процесу замішування тіста;
- визначити раціональні параметри роботи замішування тіста в тістомісильній машині на основі імітаційного комп'ютерного моделювання;
- довести доцільність використання для замішування тіста запропонованої конструкції робочого органу.

Для проведення досліджень були використані наступні параметри:

- речовина – тісто; густина = 1100 кг/м³; молекулярна в'язкість = 30 Па·с; частота обертання шнеку: 180 об/хв; швидкість обертання чаші: 30 об/хв..

Для візуалізації процесу створено наступні шари: швидкості - вектори; турбодисипація - ізолінії; тиск – ізолінії.

Для моделювання процесу замішування вибрана модель турбулентної нестисливої рідини, яка застосована при використанні турбулентної в'язкості

В результаті аналізу досліджень встановлено шнековий місильний орган з меншим діаметром. Форму місильного органу було отримано шляхом математичного моделювання і підбору поверхонь. Запропонований для встановлення шнек дозволяє більш ефективно виконувати замішування тіста.

Висновок. Встановлення модернізованого шнеку дає можливість інтенсифікувати процес замішування та сприяло підвищенню рівномірності та інтенсивності замісу тіста, що в свою чергу зменшить на 10 % потужність машини на перемішування та позитивно відобразилась на якості замішування тіста.

15. Модернізація різального комплексу вовчка для підвищення його довговічності

Кирило Козленко, Олександр Литвиненко, Богдан Пашенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасних умовах розвиток технологічних процесів виробництва м'ясних продуктів характеризується швидкоплинністю та використанням нових прогресивних методів обробки і відповідного технологічного обладнання. Саме тому необхідним є подальший розвиток такого обладнання, який дасть можливість суттєво покращувати його показники без принципових змін у конструкції. М'ясорізальні вовчки є таким видом обладнання, що входить до складу переважної більшості технологічних ліній із виготовлення ковбасних виробів та м'ясних консервів. Незважаючи на відносну простоту конструкції вовчків, до ефективності їх роботи висуваються суворі вимоги, тому що якість подрібнення м'ясної сировини на вовчку значною мірою визначає якість готового продукту. Це приводить до необхідності ретельного вибору конструктивних рішень при створенні нових моделей цього виду машин.

Матеріали та методи. Відомі шляхи збільшення питомої продуктивності вовчків мають низку недоліків, головним із яких є недостатнє підвищення продуктивності. Вирішуючи це проблемне завдання, а також на основі аналізу існуючих конструкцій вовчків, вимог, що ставляться до них, досвіду їх експлуатації на виробництві була запропонована наступна модернізація вовчка:

1) В існуючих конструкціях вовчків ріжуча решітка та ножі виготовляються зі сталі У7А, яка підлягає корозії та має незначний термін роботи. Ріжучий механізм вовчка необхідно один раз за зміну загострювати на шліфувальному верстаті. Тому час роботи ріжучого механізму дуже низький (2-4 міс.), після чого виникає необхідність покупки нового;

2) Розроблення конструкції механізму жилкування м'яса, який в процесі подрібнення видаляє з вихідної решітки кістки та з'єднувальну тканину, а також шнекового живильника для покращення та спрощення подачі сировини у машину.

Результати та обговорення. Авторами запропоновано виготовлення решітки вовчка та ножі зі сталі 95X18 ДСТУ EN 10346-2009 замість сталі У7А (ДСТУ 3833-98). Час роботи ріжучого механізму зі сталі 95X18 в чотири рази більший ніж зі сталі У7А. Це дозволяє, відповідно, в чотири рази збільшити час роботи ріжучого механізму, а також скоротити витрати на заточку ріжучого механізму. Розроблення конструкції механізму жилкування м'яса та шнекового живильника дозволяє: збільшити якість подрібненого м'яса, зменшити витрати ручної праці на жилкування м'яса (кількість жилованого м'яса до модернізації складає 60-75%; після модернізації – 85-90%); збільшити продуктивність вовчка – на 20% (з 206 кг/год до 247,2 кг/год); зменшити витрати на технічне обслуговування вовчка; зменшити витрати на технічне обслуговування вовчка (згідно розрахунків на 6300 грн/рік)

Висновки. Техніко-економічний результат від використання запропонованого технічного рішення полягає в покращенні якості фаршу, зменшенні витрат ручної праці на жилкування м'яса, збільшенні продуктивності вовчка та покращення експлуатаційних характеристик його робочих органів. Запропонована розробка по модернізації запропонованої модернізації вовчка та її впровадження дозволяє зменшити витрати та собівартість ручної праці, затрати на експлуатацію та ремонт обладнання, а також отримати значний економічний ефект при випуску якісної готової продукції вітчизняного харчового виробництва.

16. Дезінтеграція мікробної біомаси за допомогою бісерних млинів

Катерина Грінінг, Олександр Запороженець, Олександр Трохимчук, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У фармацевтичній біотехнології використовуються цільові продукти біосинтезу мікроорганізмів, які можуть бути позаклітинними і внутрішньоклітинними. Для внутрішньоклітинних продуктів спочатку необхідно зруйнувати оболонку клітин. Далі вміст клітин - білки, ензими, амінокислоти, ліпіди, вуглеводи та ін. виділяються з розчину загальними методами.

Матеріали і методи. На основі сучасної наукової літератури проведено аналіз основних важливих параметрів бісерних млинів для процесу дезінтеграції мікробної біомаси.

Результати. Бісерні млини ефективні для дезінтеграції клітинних стінок промислово важливих мікроорганізмів, таких як: мікроводорості *Chlorella vulgaris*, *Neochloris oleoabundans* і *Tetraselmis suecica* для фракціонування основних цінних компонентів біомаси (білків, вуглеводів і ліпідів); бактерій *Escherichia coli* для отримання рекомбінантного внутрішньоклітинного білка цитохрому b5, а також бактерій *Brevibacterium ammiagenes*, *Bacillus sphaericus*, *Lactobacillus confusus*, *Arthrobacter* sp. і дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces carlsbergensis*, *Candida boidinii* для отримання внутрішньоклітинних ферментів; для міцелярного гриба *Neurospora sitophila* з метою отримання вторинного джерела целюлаз.

Такі параметри як швидкість мішалки, концентрація біомаси в суспензії, насипна щільність бісеру, специфічні параметри для штаму, (розмір клітини і міцність клітинної стінки, стан біомаси (мокрій/

сухий)) не впливали на ефективність дезінтеграції. А такі параметри як розмір (діаметр) бісеру, час перебування сировини в робочій камері, швидкість потоку подачі суспензії, кількість проходів суспензії, кількість завантаженого бісеру в робочій камері були дуже важливими в процесі руйнування і, відповідно, отримання цільового продукту.

Найменші кульки (0,3 мм) призводять до більш високих кінетичних показників, з мінімальним питомим енергоспоживанням, і найкращим виходом продукту (до 85% без комбінування з іншими методами руйнування клітинної стінки) в порівнянні з великим розміром бісеру (0,4–1,0 мм). Наповнення робочої камери бісером теж має велике значення: робота з великою кількістю робочих органів (65–85%) має вирішальне значення для забезпечення енергоефективного процесу.

Висновки.

1. Дезінтеграція ефективна для дріжджів, бактерій, мікроводоростей та міцелярних грибів;

2. Ключові параметри для дезінтеграції: швидкість потоку подачі суспензії, кількість проходів суспензії, обсяг робочих органів в камері, швидкість робочого органу, діаметр робочих тіл, час перебування продукту в робочій камері.

3. Мінімальні оптимальні параметри дезінтеграції такі: обсяг робочих органів в камері 65–85%, діаметр робочих тел 0,3–0,4 мм.

Література.

1. Alavijen R.S., Karimi K., Wijffels R., van den Berg C., Eppink M. Combined bead milling and enzymatic hydrolysis for efficient fractionation of lipids, proteins, and carbohydrates of *Chlorella vulgaris* microalgae // *Bioresource Technology*. – 2020. – 309. – 12321. – P.1-9.
2. Baldwin C.V., Moo-Young M. Disruption of a filamentous fungal organism (*N. sitophila*) using a bead mill of novel design // *Biotechnology Techniques*. – 1991. – Volume 5. – №5. – P. 331-336.

17. Реологічні властивості суспензії під час подрібнення в бісерних млинах

Катерина Грінінг, Юлія Телечкун, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У літературі недостатньо даних про зміну реологічних властивостей суспензій на базі рослинних жирів під час їх оброблення у бісерному млині.

Матеріали і методи. Дослідження реологічних характеристик проводили на ротаційному віскозиметрі Реотест 2. Суспензію готували за рецептурою: пігмент залізоокисний червоний 120 – 40%, рицинова олія – 60%. Тривалість подрібнення – 45 хвилин. Під час подрібнення з камери млина кожні 5 хвилин відбирали проби для вимірювання напруження зсуву за різних значень швидкості зсуву.

Результати. Отримані результати дають змогу побудувати криву течії суспензії та криву залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час подрібнення від зміни температури в робочій камері:

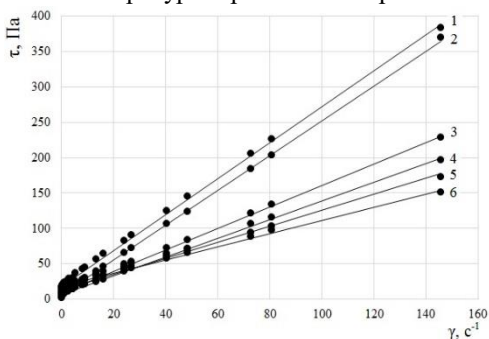


Рис. 1. Експериментальна крива течії суспензії в залежності від зміни температури в робочій камері

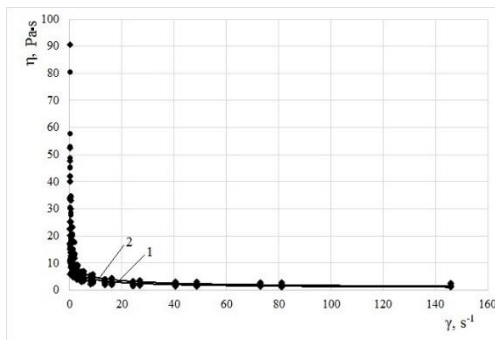


Рис. 2. Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час подрібнення в залежності від зміни температури в робочій камері

В результаті математичної обробки експериментальних даних отримано рівняння залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву під час подрібнення суспензії:

$$\tau = (-0,015t + 1,62)\gamma + 0,27t + 4,7$$

а також рівняння пружності ефективної в'язкості від швидкості зсуву:

$$\eta = 13,325\gamma^{-0,443} + 11,023\gamma^{-0,456}$$

Висновки.

1. Суспензія в межах дослідженого діапазону не змінює характер плинності залежно від часового проміжку вимірювань та від зміни температури.

2. Ефективна в'язкість під час подрібнення та її залежність від швидкості зсуву підтверджує неньютонівський характер суспензії та визначається як лінійно-пластичне тіло.

3. Готовий продукт по відношенню до чистої рицинової олії має у 6,5 разів більшу в'язкість, що пояснюється великим вмістом сухих речовин (40%) та збільшенням новоутвореної площі.

Література.

1. Формування структури пшеничного тіста в процесі замішування / В.В. Рачок, В.С.Гудзенко, Ю.С.Телечкун, В.І. Телечкун // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2018. – Том 24. – №2. – С. 154-162.

18. Аналіз типів робочих тіл та особливості їх застосування у бісерних млинах

Катерина Грінінг, Олександр Трохимчук, Олександр Запорожець, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Бісерний млин - різновид млинів, що застосовується для отримання ультрадисперсних продуктів в рідкому середовищі шляхом перетирання суспензії матеріалу твердими кульками – бісером.

Матеріали та методи. Аналітичні дослідження проведені на основі сучасних літературних джерел.

Результати. Робочі тіла можуть бути: скляні, керамічні та сталеві.

Скляний бісер виготовляються з боросилікатного, натрієво-вапняного або кварцового скла. Переваги: допуск на діаметр і округлість становить <10 мкм; однорідні поверхні з визначеною шорсткістю з $ra \leq 30$ нм; відсутність спайок, включень та бульбашок повітря; хімічна стійкість дозволяє використовувати в агресивних середовищах; підходить для контакту з продуктами харчування.

Керамічний бісер виготовляється оксиду цирконію стабілізований ітрієм або церієм; суміш карбиду вольфраму та оксиду цирконію, стабілізованого ітрієм; цирконій-алюміній-оксид, стабілізований церієм і т.д. та можна використовувати як альтернативу бісеру зі сталі. Переваги: надзвичайна висока зносостійкість; дрібнопориста щільна спечена структура; гладка поверхня, висока округлість; висока твердість (по Віккерсу до 1600 HV), питома вага та насипна щільність; не мають радіоактивності.

Сталевий бісер виготовляється з підшипникової або хромованої сталі. Переваги сталевого бісеру: дрібнозерниста мікроструктура; висока стійкість до руйнування; висока зносостійкість (твердість по Віккерсу до 900 HV); підходить для контакту з продуктами харчування; гладка поверхня, хороша сферичність.

Рекомендації щодо застосування: Скляний бісер доцільно використовувати для агрохімікатів, у лакофарбовій промисловості, для виробництва пігментів/барвників.

Сталевий бісер використовують у виробництві поліграфічних фарб, кераміки/скла, для виробництва пігментів/барвників та у харчовій промисловості для перетирання какао маси та шоколаду.

Керамічний бісер універсальний, та може використовуватися у виробництві агрохімікатів; поліграфічних фарб; кераміки/скла; цифрового чорнила; у лакофарбовій промисловості; видобування руд/мінералів/металів; нановиробів; виробництві фармацевтичних засобів; виробництві пігментів/барвників; у харчовій промисловості; виробництві косметичних засобів.

Висновки. Правильно підібраний тип, розмір та кількість робочих тіл забезпечує максимальну якість продукту та високу ефективність процесу надтонкого подрібнення у бісерних млинах.

Література.

1. Sigmund Lindner GmbH - виробник та дистриб'ютор технічного скла та керамічного бісеру з 1854 року. Режим доступу: <https://www.sigmund-lindner.com>.
2. Weber U., Langlois D. The effect of grinding media performance on milling and operational behaviour // The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. – 2010. - Volume 110. – pp. 147-152.

19. Disintegration of microbial biomass using bead mills

Kateryna Hrininh¹, Stanka Damyanova², Oleksii Gubenia¹

1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 – University of Ruse "Angel Kanchev", Razgrad Branch

Introduction. In pharmaceutical biotechnology, the target products of biosynthesis of microorganisms are used, which can be extracellular and intracellular. For intracellular products, the cell membrane must first be destroyed. Then the content of cells - proteins, enzymes, amino acids, lipids, carbohydrates and others are isolated from the solution by general methods.

Materials and methods. Based on modern scientific literature the analysis of the main important parameters of bead mills for the process of disintegration of microbial biomass is carried out.

Results. Bead mills are effective for disintegration of cell walls of industrially important microorganisms, such as microalgae *Chlorella vulgaris*, *Neochloris oleoabundans* and *Tetraselmis suecica* for fractionation of the main valuable components of biomass (proteins, carbohydrates and lipids). Bacteria *Escherichia coli* to obtain recombinant intracellular protein of cytochrome b5, as well as bacteria *Brevibacterium ammiagenes*, *Bacillus sphaericus*, *Lactobacillus confusus*, *Arthrobacter* sp. and yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces carlsbergensis*, *Candida boidinii* to obtain intracellular enzymes; for the micellar fungus *Neurospora sitophila* in order to obtain a secondary source of cellulases.

Parameters such as stirrer speed, biomass concentration in the suspension, bulk density of beads, strain-specific parameters, (cell size and cell wall strength, biomass state (wet / dry)) did not affect the disintegration efficiency. And such parameters as the size (diameter) of the beads, the residence time of the raw material in the working chamber, the flow rate of the suspension, the number of passes of the suspension, the number of loaded beads in the working chamber were very important in the process of destruction and, accordingly, obtaining the target product.

The smallest balls (0.3 mm) lead to higher kinetic values, with minimal specific energy consumption, and the best product yield (up to 85% without combination with other methods of cell wall destruction) compared to large bead size (0.4–1.0 mm). Filling the working chamber with beads is also important: working with a large number of working bodies (65–85%) is crucial to ensure an energy-efficient process.

Conclusion. It was determined:

1. Disintegration is effective for yeast, bacteria, microalgae and micelle fungi;
2. Key parameters for disintegration: flow rate of the suspension, the number of passes of the suspension, the volume of the working bodies in the chamber, the speed of the working body, the diameter of the working bodies, the residence time of the product in the working chamber;
3. The minimum optimal parameters of disintegration are as follows: the volume of the working bodies in the chamber 65-85%, the diameter of the working bodies 0.3-0.4 mm.

References.

1. Alavijen R.S., Karimi K., Wijffels R., van den Berg C., Eppink M. (2020), Combined bead milling and enzymatic hydrolysis for efficient fractionation of lipids, proteins, and carbohydrates of *Chlorella vulgaris* microalgae, *Bioresource Technology*, 309, pp.1-9.
2. Baldwin C.V., Moo-Young M. (1991), Disruption of a filamentous fungal organism (*N. sitophila*) using a bead mill of novel design, *Biotechnology Techniques*, 5(5), pp. 331–336.

20. Rheological properties of the suspension during grinding in bead mills

Kateryna Hrininh, Yuliia Telychkun, Oleksii Gubenia

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. There is insufficient data in the scientific literature on the change in the rheological properties of suspensions based on vegetable fats during their processing in a bead mill.

Materials and methods. The study of rheological characteristics was performed on a rotary viscometer Reotest 2. The suspension was prepared according to the recipe: iron oxide red pigment 120 – 40%, castor oil – 60%. Duration of grinding – 45 minutes. During grinding, samples were taken from the mill chamber every 5 minutes to measure the shear stress at different values of the shear rate.

Results. The obtained results make it possible to construct a curve of the flow of the suspension and a curve of the dependence of the effective viscosity on the shear rate during grinding on the temperature change in the working chamber:

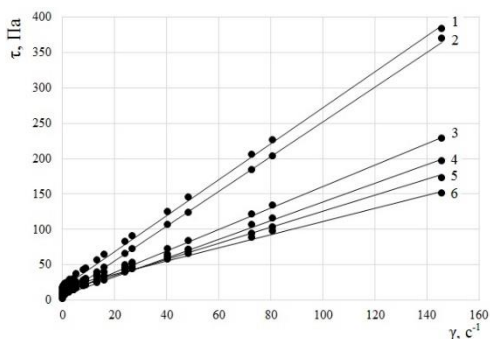


Fig. 1. Experimental curve of the flow of the suspension depending on the temperature change in the working chamber

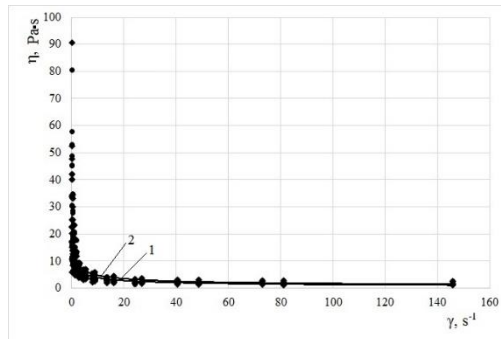


Fig. 2. The dependence of the effective viscosity on the shear rate during grinding depending on the temperature change in the working chamber

As a result of mathematical processing of experimental data, the equation of the dependence of the effective viscosity on the shear rate during grinding of the suspension is obtained:

$$\tau = (-0,015t + 1,62)\gamma + 0,27t + 4,7$$

and the equation of elasticity of the effective viscosity from the shear rate:

$$\eta = 13,325\gamma^{-0,443} + 11,023\gamma^{-0,456}$$

Conclusions.

1. Suspension within the studied range does not change the nature of the flow depending on the time interval of measurements and the change in temperature.

2. The effective viscosity during grinding and its dependence on the shear rate confirms the non-Newtonian character of the suspension and is defined as a linear plastic body.

3. The finished product has 6.5 times higher viscosity than pure castor oil, which is due to the high dry matter content (40%) and the increase in the newly formed area.

References.

Rachok V. (2018), Influence of working elements of various configurations on the process of yeast dough kneading, *Ukrainian Food Journal*, 7(1), pp. 120–134.

21. Analysis of types of working bodies and features of their application in bead mills

Kateryna Hrininh, Oleksandr Trokhymchuk, Oleksandr Zaporozhets, Oleksii Gubenia
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Bead mill – a type of mill used to obtain ultrafine products in a liquid medium by grinding the suspension of the material with solid balls – beads.

Materials and methods. Analytical research was conducted based on modern literature sources.

Results. Working bodies can be glass, ceramic and steel.

Glass beads are made of borosilicate, sodium-lime or quartz glass.

Advantages: tolerance for diameter and roundness is $<10\ \mu\text{m}$; homogeneous surfaces with a certain roughness with $ra \leq 30\ \text{nm}$; absence of adhesions, inclusions and air bubbles; chemical resistance allows to use in aggressive environments; suitable for food contact.

Ceramic beads are made of zirconium oxide stabilized with yttrium or cerium; a mixture of tungsten carbide and zirconium oxide stabilized with yttrium; zirconium-alumina-stabilized cerium, etc. and can be used as an alternative to steel beads.

Advantages: extremely high wear resistance; fine-porous dense sintered structure; smooth surface, high roundness; high hardness (according to Vickers up to 1600 HV), specific gravity and bulk density; do not have radioactivity.

Steel beads are made of bearing or chrome steel.

Advantages of steel beads: fine-grained microstructure; high resistance to destruction; high wear resistance (Vickers hardness up to 900 HV); suitable for contact with food; smooth surface, good sphericity.

Recommendations for use: Glass beads are used for agrochemicals, in the paint and varnish industry, for the production of pigments / dyes.

Steel beads are used in the production of printing inks, ceramics / glass, for the production of pigments / dyes and in the food industry for grinding cocoa mass and chocolate.

Ceramic beads are universal and can be used in the production of agrochemicals; printing inks; ceramics / glass; digital ink; in the paint and varnish industry; mining of ores / minerals / metals; nanoproducts; production of pharmaceuticals; production of pigments / dyes; in the food industry; production of cosmetics.

Conclusions. Properly selected type, size and number of working bodies ensures maximum product quality and high efficiency of the ultra-fine grinding process in bead mills.

References.

1. Sigmund Lindner GmbH, Available at: <https://www.sigmund-lindner.com>.
2. Weber U., Langlois D. (2010), The effect of grinding media performance on milling and operational behaviour, The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 110, pp. 147–152.

22. Порівняльний аналіз сучасних методів деалкоголізації пивної продукції

Андрій Лубешко, Олександр Литвиненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пиво відноситься до самих популярних слабоалкогольних напоїв. Одним з його компонентів є етиловий спирт. В традиційних технологіях бродіння алкоголь суттєво впливає на органолептичні властивості продукту (смак, аромат, присмак, запах). Безалкогольне пиво може бути як з класичним смаком, так і з різними смаковими ароматизаторами.

Результати. Відомі такі способи видалення спирту, які можна поділити на три основні групи: мембранні, термічні, переривання бродіння. На виробництві зазвичай використовуються усі три групи. Водночас мембранні методи поділяються на підгрупи – діяфільтрація, діаліз, електроосмос. *Діафільтрація* – це спосіб проведення зворотного осмосу і ультрафільтрації, який використовується у випадках, коли мембрана набуває помітно різної селективності по відношенню до поділюваних компонентів розчину. При діяфільтрації в розчин вводиться розчинник, витрата якого дорівнює кількості відібраного фільтрату. Компонент розчину, погано затримуваний мембраною, переходить разом з розчинником в фільтрат.

Ультрафільтрація – процес мембранного поділу, а також фракціонування і концентрування речовин, здійснюваний шляхом фільтрування рідини під дією різниці тисків до і після мембрани. *Зворотній осмос* – це спосіб поділу розчинів шляхом їх фільтрування через напівпроникні мембрани, які пропускають розчинник і затримують молекули або іони розчинених речовин. *Діаліз* – процес, який відрізняється від осмосу, але молекули вуглеводів, спиртів та інших, проникають через мембрану до досягнення рівноваги по обидва боки мембрани, без будь-якого впливу тиску і при низькій температурі.

До термічних методів відносяться такі методи як випаровування до складу якого входять кавітаційне випаровування та дистиляція. При *випаровуванні* спирт з готового пива видаляють в спеціальних перегінних установках, що працюють при вакуумі. *Кавітаційне випаровування* – спосіб ректифікації рідинної суміші вода-спирт, який полягає в тому, що суміш піддають випаровуванню в полі тяжіння[4] шляхом впливу кавітації на весь її об'єм з утворенням кавітаційних бульбашок. *Дистиляція* – це процес в ході якого леткі компоненти (пари) випаровуються з суміші і конденсуються. Температура кипіння води становить 100°C, спирту – 78°C, випаровування спирту між двома температурами відбувається швидше, ніж води. Таким чином, дистилят можна обробляти по багато разів для збільшення в ньому концентрації спирту.

Переривання бродіння менш поширений метод тому що, в результаті цього методу сильно змінюються смакові властивості пива. До нього можна віднести зняття дріжджів, зброджування спеціальними штамами дріжджів, молочнокисле бродіння. *Зняття дріжджів* – суть процесу полягає в зброджуванні спеціально підготовленого суслу дріжджами до певного ступеня зброджування і переривання бродіння різними способами. *Молочнокисле бродіння* – даний спосіб є двоступеневим та досить трудомістких, однак напій стає доволі схожий на пиво зі стійким смаком. Спочатку отримують сусло з початковою щільністю 10 об.% . Для стерилізації даного сусла його кип'ятять, потім охолоджують до 37°C і вносять молочнокислі бактерії. Далі проводять молочнокисле бродіння. Після того отримане підкислене сусло знову кип'ятять тільки вже з хмелем.

Висновок. З енергетичних міркувань термічні методи витратні, хоча і найбільш поширені. Випаровування, зокрема кавітаційне, дозволяє зберігати природні властивості продукту при достатній продуктивності обладнання.

23. Дослідження технологій мембранного розділення рідких дисперсних систем за допомогою методів імітаційного моделювання

Пашенко Богдан¹, Штефан Євгеній²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Вступ. Однією з основних проблем соціально-економічного розвитку сучасного суспільства у XXI є вдосконалення структури харчової промисловості, як однієї з провідних ланок світового господарства. Особливе місце серед них посідають мембранні технології, зокрема ультрафільтрація, яка використовується для розділення дисперсних систем на багатьох харчових підприємствах і дозволяє створювати енергетично- та екологічно раціональні варіанти розділення та концентрування розчинів із застосуванням широкого спектру фільтрувальних елементів на основі неорганічних матеріалів.

Матеріали та методи. Ефективність впровадження мембранних процесів часто обмежується складністю врахування структурно-механічних параметрів як сировини так і фільтрувальних елементів та осаду, що утворюється на поверхні цих елементів при заданих технологічних умовах процесу. Слід зазначити, що описані вище властивості важко піддаються безпосередньому експериментальному вивченню та аналізу. Тому важливу роль в дослідженні мембранних процесів відіграє фізичне та імітаційне моделювання.

Результати та обговорення. Авторами проведено порівняння результатів фізичного та імітаційного моделювання процесу мембранного розділення дисперсних систем за власне розробленою методикою, що наведені на рис. 1-2.

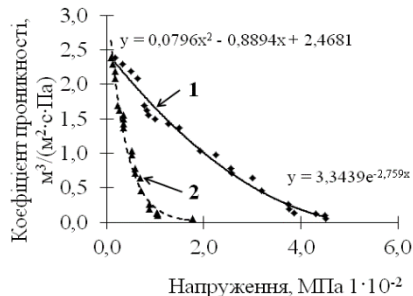


Рис. 1. Залежність коефіцієнту проникності від напруженого стану часточок осаду у процесі ущільнення: 1 – пружна деформація, 2 – пластична деформація

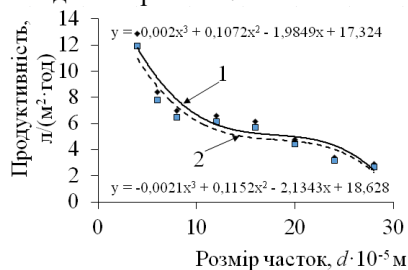


Рис.2. Продуктивність зі збільшенням деформації часточок осаду: 1 – фізичний експеримент, 2 – імітаційне моделювання

Висновки. Аналіз результатів свідчить, що значення критичного зниження продуктивності мембранного модуля становили від 14,121 до 3,05 кг/(м²·год), зміни коефіцієнту проникності осаду – від 2,386 до 0,054 м³/(м²·с·Па). Порівняння результатів імітаційного моделювання з даними експериментів показують, що розбіжність складає менше 9%. Це свідчить про високу точність розробленого методу дослідження. В роботі вирішено важливе питання дослідження закономірностей процесу мембранного розділення рідких дисперсних систем з врахуванням структурно-механічних параметрів фільтрувальних елементів та ущільнення шару осаду, що виникає на їх поверхні.

24. Вплив теплових деформацій на точність обробки

Слабій Дмитро, Бойко Юрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робота на верстатах з високими швидкостями супроводжується значним тепловиділенням у механізмах та системах верстата, що призводить до температурних деформацій елементів несучої системи, яка працює за наперед розробленою керуючою програмою (верстати-автомати та напівавтомати, верстати з ЧПК, багатоцільові верстати).

Матеріали і методи. Метою досліджень є забезпечення умов підвищення точності токарних автоматизованих верстатів за рахунок зниження температурних деформацій у балансі точності при аналізі причин та шляхи усунення похибок форми. Температура шпindelного вузла визначається тепловиділенням в опорах шпindelя та у передачах, розміщених у шпindelній бабці верстата.

Результати. Ефективність запропонованих рішень перевірялась на прикладі конструкції шпindelної бабки токарноревольверного автомата з максимальним діаметром обробки 16 мм. Температурне поле шпindelного вузла розраховувалося методом скінчених елементів для максимальної частоти обертання шпindelя 6300 хв^{-1} , коли спостерігається найбільше тепловиділення в шпindelних опорах. Виходячи з конструкції шпindelних опор (в передній опорі встановлено три підшипники проти двох підшипників у задній, до того ж підшипники передньої опори мають більший діаметр) та розміщення приводного шківa на задньому кінці шпindelя тепловий потік в передній опорі буде більшим, а тепловіддача від неї меншою, ніж у задній опорі. В результаті теплове поле шпindelної бабки буде нерівномірним по довжині бабки. Температура несучої стінки під передньою опорою складає близько $53 \text{ }^\circ\text{C}$, в той час як під задньою не перевищує $43 \text{ }^\circ\text{C}$. Нерівномірність температурного поля зумовлює нерівномірні температурні зсуви шпindelної бабки під опорами шпindelя, що спричиняє перекоє осі шпindelя та призводить до втрати точності обробки на верстаті. У разі застосування запропонованої конструкції охолодження, за тієї самої потужності втрат на тертя в опорах шпindelя, температура шпindelної бабки під опорами, по-перше, знижується, особливо під передньою опорою, по-друге, вирівнюється за довжиною шпindelної бабки. Різниця температур під передньою та задньою опорами знаходиться в межах $1\text{--}2 \text{ }^\circ\text{C}$. Внаслідок температурних деформацій зсуви шпindelя у вертикальній площині в передній та задній опорах практично вирівнюються, що усуває виникнення похибки форми оброблюваної деталі.

Висновки. Запропонована конструктивна схема охолодження шпindelного вузла дозволяє знизити та вирівняти температуру опорних стінок шпindelної бабки, внаслідок чого температурний зсув шпindelя відбувається рівномірно без перекоєв, що дозволяє позбутися похибок форми оброблених деталей, що виникають внаслідок температурних деформацій.

25. Інформаційні технології проектування процесів виготовлення деталей з урахуванням особливостей їх зношування

Бруква Олексій, Бойко Юрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Впровадження сучасних засобів виготовлення деталей на базі комп'ютерних технологій, верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) в багатьох випадках дозволяє реалізувати виробництво таких виробів, яке раніше було ускладнене. Особливу актуальність такий підхід набуває у виготовленні специфічного обладнання, коли розроблення технологічного маршруту та його впровадження потребує певних умов.

Матеріали і методи. Розглянуто програмне забезпечення Fusion 360. Це комплексний CAD / CAE / CAM інструмент для промислового дизайну і машинобудівного проектування. Він поєднує в собі найкраще, що можна було взяти від Inventor, Alias, Simulation та інших програмних продуктів Autodesk, щоб створити унікальне середовище, у якому можна застосувати проектування будь-яких виробів.

Результати. Дана САМ система дозволяє максимально використати всі можливості верстата. Дуже часто буває, що на великих підприємствах новітнє обладнання і на половину не використовує своїх можливостей, закладених виробником. Інколи по цій причині дуже обмежується своїми можливостями кінематика верстату, а це призводить до швидкого зношення інструменту та рухомих частин обладнання. Це все зумовлене обмеженнями, які накладає недосконале або застаріле програмне забезпечення. Після того як ми задали всі параметри, що необхідні для обробки, програма починає розрахунок траєкторії інструменту (рис. 1).

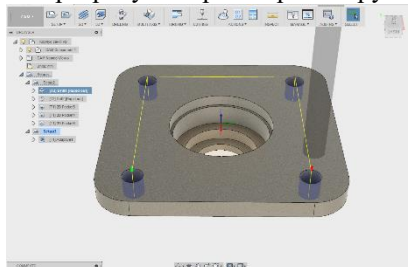


Рис. 1. Траєкторія інструмента

Розроблена програма виготовлення корпусу підшипника, реалізована з використанням сучасного металообробного центра HERMLE C800 V з ЧПК.

Основні технічні характеристики 3-осьового вертикально-фрезерного центра HERMLE C800 V з ЧПК

Висновки. При програмуванні в системі Fusion 360 забезпечується більш повна візуалізація техпроцесу, дозволяє використовувати підвищені швидкості подачі інструменту і, тим самим, скоротити машинний час оброблення. Використання програмованого техпроцесу та обладнання для його реалізації дозволяє суттєво підвищити якість поверхні виробу, чим забезпечити його довговічність.

Література

1. Сухенко Ю. Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підручник. – К.: НУХТ, 2010. –547 с.

26. Сучасні тенденції у моделюванні технологічних процесів верстатів з числовим програмним керуванням

Сінченко Іван, Бойко Юрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто особливості використання у виробництві сучасних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Подано перспективні системи числового програмного керування для управління верстатами з п'ятикоординатним обробленням. Описано їх основні властивості, специфіку використання та сумісність із сучасними програмами розроблення технологічного процесу для верстатів з ЧПК.

Матеріали і методи. Розглянуто програмне забезпечення Fusion 360. Це комплексний CAD / CAE / CAM інструмент для промислового дизайну і машинобудівного проектування. Він поєднує в собі найкраще, що можна було взяти від Inventor, Alias, Simulation та інших програмних продуктів Autodesk, щоб створити унікальне середовище, у якому можна застосувати проектування будь-яких виробів.

Результати. Програмне забезпечення верстатів з ЧПК надають провідні фірми виробники, такі як Okuma (США), та Adtech Technology Co., Ltd (Китай), Haas Automation Inc (США, Канада), HURON (Франція), JYOTI (Індія). Останніми розробленнями систем ЧПК є Flexium+8 (рис. 1), китайської фірми NUM, UltiMotion американської фірми HURCO. Flexium+8 пропонує 2 канали з ЧПК та вміщує до 5 осей, 4 з яких можна інтерполювати. Наприклад на шліфувальному станку один канал може контролювати дві X/Z осі і шпиндель для виконання шліфувальних функцій, а інший канал контролює дві задніх встановлених U/W обробні осі.



Рис. 1. Загальна схема Flexium ЧПК

Система UltiMotion ЧПК дає змогу зменшити час циклу на 30 %. Відрізняється легким контролем роботи верстата та доступна не тільки досвідченим користувачам, але і початківцям. Ці системи ЧПК успішно співпрацюють з розробками CAD/CAM/CAE, а саме програмами таких фірм, як Delcam, Espirit, GibbsCAM, Mastercam та ін. Вони характеризуються наявністю функцій, що дають змогу легко змінювати деталі та установки через автоматичне створення пакетного файлу.

Висновки. Розглянуте новітнє програмне забезпечення дає змогу покращити виробництво та виправити помилки та труднощі, які пов'язані з традиційними процесами програмування для верстатів з ЧПК. Зв'язок сучасних систем ЧПК та CAD/CAM/CAE полегшують навчання інженерів-операторів, не потребують значних інвестицій та зменшують тривалість, собівартість виробництва, підвищують якість кінцевої продукції.

Література

1. Бочков В.М. Металорізальні верстати : навч. посібн. / В.М. Бочков, Р.І. Сілін, О.В. Гаврильченко. – Львів : Вид-во Львівської політехніки. – 2009. – 268 с.

27. Аспекти промислового виробництва ферментованих напоїв із чайного гриба

Савчук Роман, Удодов Сергій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Останнім часом значний попит серед різних верств населення виріс на різноманітні ферментовані напої природнього походження. Серед яких є «чайний гриб» та виробництво з останнього напою типу «Комбуча». Для якісного його виготовлення потрібні специфічні спеціальні умови та обладнання.

Результати та обговорення. Чайний гриб - зооглея, яка являє собою результат симбіозу оцтовокислих бактерій і дріжджів, які входять до складу культури. Свою своєрідну назву «гриб» симбіоз отримав завдяки типу зооглеї у формі слизової плівки, утвореної целюлозо утворюючими оцтовокислими бактеріями. Використовують «чайний гриб» для отримання ферментованих напоїв (наприклад, «комбуча»), для лікування, у косметології тощо.

Напій «Комбуча» має корисні властивості і містить такі поживні речовини, як цінні кислоти; кофеїн; цукри; вітаміни; травні ферменти; хлорофіл; амінокислоти; ксантофіл; пурини; вітаміни С та D; антибіотики, що робить його досить популярним серед різних верств населення. Але на жаль, його виробництво мало досліджено та обмежується фактично домашнім або полукустарними умовами виробництва,

Для цілеспрямованого та правильного виробництва чайного гриба у промислових масштабах потрібно використовувати досконале обладнання спеціально розроблене для цього напою, якого на даний момент не існує. Виробництво даного напою в основному здійснюється на технологічному обладнанні, що не пристосоване для належного та цілеспрямованого його виробництва.

Так, для приготування сусла використовують бродильні апарати відкритого або закритого типу в якому зміщується підготовлена вода з розчином цукру або чаю з температурою 20°-25°С. Після приготування сусла до бродильного апарату вносять сам гриб. Тому бродильний апарат має відповідати всім вимогам для приготування розчину. Конструкція бродильного апарату повинна передбачати:

- комунікації для підведення складових початкового сусла і відведення збродженого сусла;
- знімне сито для культури *Medusomyces gisevii* V із глибиною занурення 2/3 робочого об'єму апарату;
- знімне покриття із нещільної тканини або іншого матеріалу для забезпечення вільного доступу повітря до поверхні культури *Medusomyces gisevii* V.

Висновок. Технологічне обладнання для виробництва ферментованих напоїв із чайного гриба повинно мати та відповідати спеціальним умовам для приготування сусла, для проведення процесу бродіння та доброджування. Останнє повинно бути розміщене в окремому приміщенні. Приміщення повинно мати спеціальну вентиляцію із бактерицидними фільтрами, та обладнане бактерицидними лампами. В іншому випадку чайний гриб може зіпсуватися в разі потрапляння на нього шкідливих бактерій. Окрім даних вимог, передбачаються й інші, які потребують подальших досліджень.

28. Дослідження показників міцності та якісних характеристик удосконаленої упаковки для зернової кави

Гапоненко В.Ю., Кулик Н.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Досліджено показники міцності полімерної упаковки для зернової кави.

Матеріали і методи. Досліджується удосконалена полімерна упаковка для зернової кави. Упаковка має формат 3D пакету (рис. 1) з 4 сторонами та дном, фронтальну зіп-застібку та дегазаційний клапан. Пакет виготовляється з комбінованого ламінованого матеріалу, який складається з плівки PE – MDO, 25 мкм та коекструзійної багатошарової плівки PE (EVOH), 80 мкм. Дослідження проводилися шляхом симуляційного моделювання у спеціалізованих програмних пакетах. Показники міцності обґрунтовані за критерієм Мізеса (рис. 2).

Результати і обговорення.

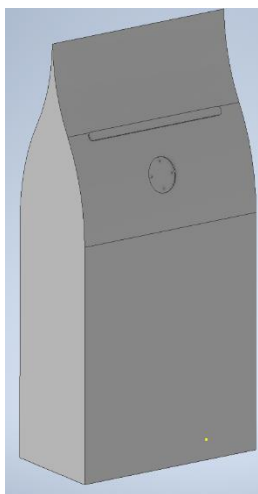


Рис. 1. Конструкція 3D пакету

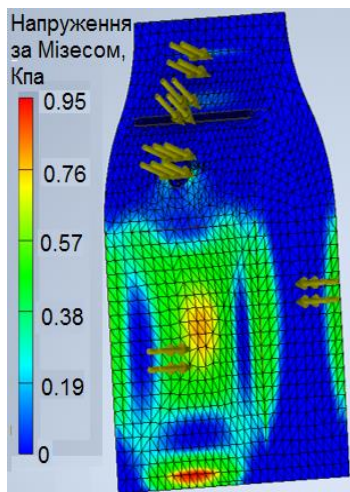


Рис. 2. Розрахунок на міцність за Мізесом

Удосконалена упаковка має суттєві переваги, а саме: надійно зберігає каву завдяки використанню бар'єрної плівки та дегазаційного клапану, екологічна, тому що виготовлена з тільки з поліетилену, тож може бути повторно перероблена економічно доцільним шляхом; упаковка інформативна, тому що має велику площу для нанесення поліграфічного оформлення, що забезпечує відповідальний вибір продукту споживачем; зручна у використанні, завдяки наявності дна – пакет дуже стійкий, що запобігає просипанню продукту та його втратам, фронтальна зіп-застібка забезпечує функцію зручного відкривання та повторного закривання, вона не потребує розрізання верху пакету, що забезпечує зручне та повне споживання продукту.

Напруження за Мізесом у об'ємі пакету не перевищують граничних, що підтверджує можливість надійного зберігання та транспортування продукту.

Висновок. Використання нової упаковки забезпечить надійне збереження та зручне споживання зернової кави, запобігання втрат продукту, буде сприяти більш повному задоволенню попиту на ринку та доступності зернової кави для більш широкого кола споживачів.

Література

1. Hanlon Joseph F. (1998), *Handbook of package engineering*, CRC Press, Boca Raton.
2. Nerlita M. Manalili, Moises A. Dorado, Robert van Otterdijk (2011), *Appropriate packaging solutions for developing countries*, FAO, Rome.

29. Розробка рецептур м'ясних кулінарних виробів на основі рослинної сировини із застосуванням електроконтактного способу теплової обробки

Олена Бабанова, Ігор Бабанов

Національний університет харчових технологій

Валерій Михайлов, Андрій Шевченко, Іван Олій

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Вступ. Велика значущість у харчуванні людини належить рослинній сировині, як багатій на вітаміни дієтичної продукції, що сприяє правильному обміну речовин. До рослинної сировини, що може бути використана під час приготування м'ясних кулінарних виробів можна віднести баклажани, солодкий перець, горох, квасолу, боби, сою, кабачки, гарбуз тощо. Зазвичай технологічні процеси виробництва є малоефективними. Їх удосконалення можливе шляхом розробки комбінованих процесів зі способом теплової обробки електроконтактним нагріванням (ЕКН).

Матеріали і методи. Експериментальне відпрацювання рецептур здійснювали за отриманого теоретичним розрахунком часом. При цьому поєднувалось поверхневе нагрівання потужністю 1,2 кВт, інфрачервоне нагрівання з густиною теплового потоку 11 кВт/м² та ЕКН змінним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц. Перевіряли температуру центральних шарів напівфабрикату, що має відповідати кулінарній готовності. У разі невідповідності температури, час нагрівання в наступних пробках змінювали. Після обробки також оцінювали органолептичні показники продукції.

Результати. Комбінований спосіб запікання котлет січених передбачає наступне відсоткове співвідношення компонентів фаршу: яловичина (котлетне м'ясо) – 58 %; хліб пшеничний – 15 %; вода підсолена – 20 %; відварена овочева сировина на вибір (баклажани, солодкий перець, морква, буряк) – 7 %. Тепловою обробку сформованих напівфабрикатів котлет січених з баклажаном загальною масою 1 кг здійснюють протягом 10 хв за умов ЕКН за напруги 36 В.

Комбінований спосіб запікання зраз січених полягає в формуванні котлетної маси у вигляді пласта товщиною 1 см, на середину якого кладуть начинку. Краї пласту поєднують, утворюючи овально-приплюснуту форму з наступною панірувкою. Тепловою обробку напівфабрикатів зраз січених з пюре картоплі загальною масою 1 кг здійснюють протягом 15 хв за напруги 32 В.

Комбінований спосіб запікання рулету з макаронами, за умов нового комбінованого способу, передбачає приготування фаршу начинки з заправлених жиром відварених макаронів (88 % від складу начинки). У якості решти фаршу начинки (12 % від складу начинки) пропонується додавання відвареної тертої моркви. Тепловою обробку напівфабрикатів загальною масою 1 кг здійснюють комбінованим способом протягом 20 хв за умов ЕКН за напруги електричного струму 26 В.

За результатами органолептичної оцінки відзначено, що, у поєднанні зі смаком, властивим м'ясній кулінарній продукції, вироби мають своєрідний приємний присмак доданої рослинної овочевої сировини, підвищену соковитість, ніжність, піддатливість на розкусування та розжовування.

Висновки. Запропоновано рецептури м'ясних кулінарних виробів на основі рослинної сировини із застосуванням електроконтактного нагрівання. Запропоновані рецептури мають переваги за технологічними показниками виробництва, а саме тривалістю теплової обробки та виходом продукції, а також високі показники якості. Розширення асортименту виробів можливе за подальших досліджень, що заплановані у подальшій роботі за даним напрямом.

30. Дослідження ефективності роботи біореактора у напівпромислових умовах

Руслан Байрамов, Олена Бабанова, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій

Вступ. В даний час активно розвивається напівпромислове будівництво. Будуються окремі будинки, селища і невеликі підприємства в районах, де центральна каналізація або просто відсутня, або приєднання до неї нерентабельно. Як наслідок, виникає необхідність в проектуванні і будівництві автономних, малих і середніх по продуктивності каналізаційних очисних споруд (КОС), завданням яких є видалення забруднень, що містяться в побутових або промислових стічних водах.

Ефективність роботи даних споруд залежить від грамотного підбору вузлів очищення: механічного, біологічного, оброблення та утилізація осаду, з урахуванням витрат і складу стічних вод.

Не менш важливим для подальшої успішної експлуатації КОС є розрахунок навантаження на кожен з елементів системи очищення. Помилка в даному аспекті проектування може привести або до зниження якості очищення стічних вод, або ж до необґрунтованих затрат на будівництво, без яких можна було обійтися.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження біологічного очищення стічної рідини в реакторі з біозавантаженням і оцінка окисної потужності споруд.

Завантаження, що застосовуються на стадії біологічного очищення, можна спочатку розділити на дві групи - «Moving bed biological reactor» (MBBR) у випадку з використанням рухомого завантаження і «Fixed bed biological reactor» (FBBR) в разі використання закріпленого завантаження [1]. У роботі досліджена жорстко закріплене завантаження, що представляє собою трубну основу з розташованою на ній волокнистою поверхнею. До її переваг можна віднести можливість установки готових модулів в уже працюючі об'єкти, без необхідності влаштування споруд захисту від виносу завантаження разом з очищеною рідиною, і модернізації системи аерації, необхідної для циркуляції плаваючого завантаження. До недоліків даного методу відноситься ризик замулювання завантаження з огляду на її нерухомість.

Результати. В ході експерименту, що проходив в два етапи, проводилися дослідження окислювальної здатності біозавантаження при різних концентраціях забруднень і з різним часом контакту зі стічною рідиною в біореакторі.

Застосовуване завантаження являє собою порожній циліндр $V = 12$ л, з основою з спіненого пластику на внутрішній поверхні і ворсом (петлями) для закріплення біомаси з зовнішнього боку. Обсяг рідини в реакторі перед початком експерименту 85,5 літра. Робоча глибина реактора $H = 1,44$ м, діаметр $D = 0,275$ м. Маса завантаження з біоплівкою 3550 гр.

Аналіз стічних вод проводився за допомогою портативної лабораторії.

В ході аналізу даних, отриманих в ході експерименту, було встановлено, що окислювальна потужність одного елемента завантаження по масі складала по ГПК - 3,3 г/год, по азоту амонійному – 0,07 г/год.

Висновки. Отримані дані можуть бути використані для розрахунку застосування вивченого завантаження на спорудах біологічного очищення стічних вод, як вже працюючих, так й проектуємих.

Література

1. Rusten B. Moving bed biofilm reactors and chemical precipitation for high efficiency treatment of wastewater from small communities / B. Rusten, O. Kolkin, H. Odegaard // Wat. Sci. Tech. – 2017. V35. - № 6.

31. Рішення для водопідготовки на хіміко-фармацевтичних підприємствах

Віталій Ковбасенко, Олена Бабанова, Юрій Доломакін
Національний університет харчових технологій

Вступ. Від чистоти води в фармацевтичному підприємстві безпосередньо залежить склад і якість препаратів. Неприпустимо присутність шкідливих мікроорганізмів і домішок. Відхилення від регламентованих обсягів змісту шкідливих речовин у воді призведе до вилучення з обігу партій лікарських препаратів. Тому до організації комплексу виробничої водопідготовки в фармацевтичних компаніях підходять з усією відповідальністю. Розглянемо три готових рішення очищення води для хіміко-фармацевтичних заводів.

Для виробництва фармацевтичної продукції використовується два типи води:

Перший - «вода очищена». Потрібна для виробництва нестерильних лікарських препаратів і харчових добавок. Досягти показників очищеної води можна відразу декількома способами. До води висуваються жорсткі, але цілком досяжні вимоги.

Другий - «вода для ін'єкцій». Дистильована вода для виготовлення ін'єкційних розчинів. Домогтися очищення води до нормативних показників ВДІ можна тільки за допомогою дистиляції.

Три способи організації комплексу водопідготовки для хіміко-фармакологічної виробництва: Деіонізація + ультрафільтрація; зворотній осмос; дистиляція.

Деіонізація + ультрафільтрація. Деіонізація - процес вилучення іонів шкідливих речовин розчинених у воді. Установки іонного обміну забезпечує якісне очищення води, але недостатню для виробництва лікарських препаратів. Тому їх використовують в поєднанні з методами тонкого фізичного очищення (ультрафільтрацією або зворотним осмосом).

Іонообмінні смоли вимагають постійної заміни. Також, деіонізація не підходить проти органічних забруднень. Тому на додаток до цього устаткування проводять знезараження води ультрафіолетовими лампами, озонуванням або хімічними речовинами.

Зворотній осмос. Молекули води легко проходять через напівпроникну мембрану зворотного осмосу. Але вагомні частки солей жорсткості та інших сторонніх домішок цього зробити не можуть. Вони залишаються за вихідній стороні мембрани і зливаються в дренаж.

Зворотній осмос видаляє з води 99 % забруднень. Зворотній осмос здатний забезпечити фармацевтичне підприємство очищеною водою достатньої якості для виробництва нестерильних ліків та харчових добавок. Ще одна сходинка дезінфекції для зворотного осмосу не буде зайвою.

Дистиляція. Випарювання і подальша конденсація води дозволяє досягти тонкого очищення від органічних і неорганічних домішок. Тільки при використанні промислових конденсаторів можна досягти нормативних показників води для виробництва ін'єкцій. У сукупності з дистиляцією іноді використовують тонку мембранне очищення і додаткове знезараження. Але в цілому, дистилятори - автономне обладнання. Єдиний мінус – велика вартість.

Висновки: Вибір методу водопідготовки для хіміко-фармацевтичного підприємства визначається переліком вироблених препаратів і результатів аналізу вихідної води. Не всі виробники виготовляють сильнодіючі ліки. А для випуску харчових добавок базового комплексу очищення води буде достатньо.

32. Застосування ректифікаційних колон при отриманні оцтової кислоти

Михайло Ковбасюк, Ігор Бабанов, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Оцтова кислота – безбарвна рідина зі специфічним різким запахом. Пари цієї речовини негативно діють на слизові оболонки організму людини, особливо на слизові оболонки очей. Концентрована оцтова кислота викликає опіки. Оцтова кислота - один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Більш ніж 65 % світового виробництва оцтової кислоти іде на виготовлення полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. В основному оцтова кислота широко використовується в хімічній, текстильній та харчовій промисловості, у виробництві ацетату та інших ефірів целюлози, пластичних мас і т.д. В наш же час головним чином оцтову кислоту виробляють синтетично.

Матеріали і методи. Процес отримання оцтової кислоти окисленням ацетальдегіду розроблений фір

мою Shawinigan (США). Окислення проводиться киснем в колонах, футерованих алюмінієм, при 50...70 °С і тиску до 0,7 МПа.

За способом проведення розрізняють безперервну і періодичну ректифікацію. У першому випадку суміш, що розділяється безперервно подається в колону ректифікації і з колони безперервно відводиться дві чи більше число фракцій, збагачених одними компонентами і збіднених іншими. При періодичній ректифікації вихідна рідка суміш одноразово завантажується в куб колони, сміність якого відповідає бажаній продуктивності. Операція триває до повної переробки спочатку завантаженої суміші.

Результати. Конструкції тарілок вельми різноманітні, частина з них стандартизована. Вибір типу тарілки визначається видом суміші, продуктивністю колони, вимогами по мірі ректифікації, якості поділених компонентів (фракцій) і т.п. Тарілчасті колони використовуються, як правило, в великотоннажних виробництвах.

У тарілчастих контактних пристроях інтенсифікація процесу тепломасообміну між взаємодіючими рідкої і парової фазами забезпечується, в основному, за рахунок максимально можливого збільшення відносної швидкості руху фаз.

Насадкові колони набувають все більш широке поширення в останні роки. Використовувані в них насадки також вельми різноманітні за конструкцією і вживаним матеріалом. Насадкові контактні пристрої мають високу ефективність, хороші масові характеристики, однак, як правило, з ростом діаметра колони їх ефективність різко падає. Крім того, вони, як правило, дорожче тарілчастих. Тому насадкові колони зазвичай використовуються в малотоннажному виробництві.

Висновки. Так як виділення оцтової кислоти належить до однієї з прогресуючих галузей харчового хімічного виробництва, то актуальним напрямком є підвищення ефективності технологічної схеми шляхом інтенсифікації режимів функціонування її апаратів, а саме високою продуктивністю та економічністю процесу. Отже ефективність всієї схеми визначатиметься якістю протікання даного процесу, тому доцільна модернізація ректифікаційної колони, бо саме вона впливає на продуктивність всього процесу, наслідком чого буде зміна кількості продукту.

Завданням на дипломне проектування є вибір серед сучасних конструкцій ректифікаційних колон, перевірка його патентної чистоти, модернізація устаткування, що має підвищити якість проміжного продукту та збільшити продуктивність обладнання.

33. Дослідження роботи пневмоперевантажувача зерна

Роман Лех, Ігор Бабанов, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Післязбиральне оброблення - це ключова частина у виробництві зерна, від неї залежить, наскільки окупляться витрати на всі попередні стадії циклу. Зерно, яке надходить на токи, потребує попереднє очищення та сушіння для подальшого зберігання та перероблення, але при неякісному очищенні та сушінні зерно починає втрачати свої якісні характеристики. Тільки 4 % втрат пов'язано з технологією збиральних робіт, 1 % - транспортування. Погана просушка і зберігання насіння - це заплановані збитки майбутнього року в розмірі 9 % на всіх стадіях. В даний час транспортування зерна на таких підприємствах здійснюють за допомогою пневматичних перевантажувачів.

Матеріали та методи. Робота перевантажувача здійснюється за рахунок розрядження в пневмосистемі: повітря, засмоктане через забірний пристрій, захоплює продукт і транспортує його в циклон-осаджувач. В результаті зменшення швидкості потоку продукто-повітряної суміші і відцентрових сил, що виникають при зміні напрямку потоку, в циклоні відбувається відділення продукту, який через шлюзовий затвор виводиться і подається в нагнітаючий продуктопровід для подальшого транспортування. Однак сучасні перевантажувачі не оснащені обладнанням для попереднього очищення.

Використання пневмоперевантажувача з функцією попереднього очищення зерна значно заощадить витрати на оброблення, електроенергію і в цілому спростить процес підготовки до зберігання.

Результати. На підставі проведеного літературного огляду було визначено найбільш оптимальний варіант конструкції розвантажувача, призначеного для виділення легкої фракції із зернової маси та визначені основні технічні параметри. У запропонованій конструкції процес здійснюється наступним чином. З зернового насипу через приймальний пристрій (сопло) і гнучкий шланг в потоці рухомої повітряної або газового середовища неочищене зерно надходить в батареюну установку пневмосепаратора-розвантажувача. Потрапивши у вхідний патрубок розподільної коробки батареї пневмосепаратора, зерно потрапляє в канали, які представляють собою набір конусів з поступово зменшуючимся діаметром, матеріал взаємодіє з повітряним потоком не тільки в просторі між конусами, в результаті чого організовується закручування суміші. Під дією відцентрових і гравітаційних сил на внутрішніх стінках конусних елементів утворюється рухомий шар з підвищеною концентрацією, в межах якого виникає гвинтовий рух, що збігається по напрямку з напрямком сили тяжіння. Відбувається періодичне гальмування потоків біля конусів при русі аеросуміші уздовж радіуса дисків. Запилена повітря гвинтовим рухом виходить із зазору між конусами і через патрубок виводиться з корпусу, прямуючи для подальшого очищення в циклон. Очищена зернова маса під дією сили тяжіння виводиться з корпусу пневмосепаратора-розвантажувача, потрапляючи в бункер, звідки через шлюзовий затвор подається на транспорт.

Висновки. Перевагами такого пристрою є простота конструкції, хороша працездатність, довговічність і ремонтпридатність, забір матеріалу з різних засобів доставки і важкодоступних місць і видачу його в різних точках, попереднє очищення, зменшення енерговитрат за допомогою зменшення опору.

34. Дослідження роботи прес-грануляторів для сирової дробини

Костянтин Омеляненко, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Пивоварне виробництво є одним із важливих галузей харчової промисловості. Значну частку надходжень в державний бюджет багатьох країн світу забезпечують підприємства горілчано-лікерної, виноробної та пивоварної промисловості.

Солодова дробина – відхідний продукт варильного цеху, яка містить в собі цінні харчові частинки ядер і оболонки відпрацьованого зерна. Свіжа дробина швидко псується і вимагає значних матеріальних затрат при транспортуванні. Тому утилізацію дробини проводять на території пивзаводу. Усі необхідні технологічні процеси для переробки солодової дробини такі як сушіння та гранулювання, являються важливими етапами при отриманні якісного і дешевого корму для тваринної галузі.

Матеріали та методи. Солодова дробина з варильних агрегатів, поступає в приймальні бункера цеху, з утилізації даного продукту. З цього момент пивна дробина постає не як відхідний продукт, а як основна сировина для виробництва гранул.

Для транспортування такого в'язкого продукту по цеху і взагалі підведення його до виробничого обладнання, застосовують шнекові конвеєра. Саме такі транспортери мають ряд переваг над іншими: простота конструкції і нескладність технічного обслуговування, невеликі габаритні розміри у порівнянні з іншими транспортувальними пристроями (стрічковими і пластинчастими конвеєрами) однакової продуктивності, герметичність конструкції.

Як правило перед прес-гранулятором встановлюють шнековий зволожувач. Такий зволожувач дуже схожий на шнековий транспортер, але на відміну від нього зволожувач по всій своїй довжині оснащений гідро дозаторами, які завдяки циліндричній конструкції корпусу агрегату, що дозволяє рівномірно проводити процес зволоження по всій площині продукту.

Не малий вклад в проведенні утилізації пивної дробини має процес висушування в барабанній багатотрубній сушарці. Але попри все процес сушки вимагає значної кількості енергоносіїв. Тому для зменшення енергоємності виробництва можна реалізувати проект реконструкції системи тепlopостачання. А саме вже використану пару з сушарильних агрегатів, перенаправляти на сушку солоду. Тоді для сушки дробини частково використовуватиметься вторинна пара з 100 % повернення конденсату в котельню. Цим самим отримаємо економію близько 35 тис. м³ природного газу на місяць.

Результати. Для виготовлення готової продукції цеху по утилізації солодової дробини застосовують прес-гранулятори. Гранули отримують шляхом пресування через перфорований робочий орган преса, який називається матрицею. Найбільшого застосування набули преса-гранулятори з плоскими матрицями, які мають калібровані отвори - фільтри. Крім того такі преси дають можливість виготовляти гранули певного складу шляхом забезпечення введення як рідких так і сипучих добавок. Для продавлювання продукту крізь матрицю служать валки. Існують два види цих пресів: з рухомою матрицею і нерухомими валками та з нерухомою матрицею і рухомими валками. Валки, як правило, мають парну кількість і розміщуються у вузлі, який називають головою. Валки можуть бути циліндричної і конічної форм. В пресах з циліндричними валками кутова швидкість рівномірна по всій ширині матриці тому зношення валків і матриці рівномірне по всій робочій зоні. Це забезпечує більш тривалий термін служби робочих органів.

Спираючись на всі вище перелічені складові функції та критерії по виготовленню гранул, на даний час на світовому ринку агрегатів з виробництва гранул, відповідаючим на такі жорсткі критерії дуже мало, одним з них являється прес-гранулятор німецької фірми KANL. Обумовлено це тим, що при порівнянні такого агрегату з найближчим конкурентом по будові та принципу дії, російським пресом БП-5, яскраво виражена його перевага над ним.

В першу чергу обидва прес-гранулятори являють собою машини безперервної дії, що беззаперечно вказує на їх високий рівень ККД, але в плані експлуатації до першого типу БП-5 буде значно поступатися конкурентові із-за складності вузлів агрегату, а саме трубовал на якому закріплена матриця, контактує з валом в середині нього, що в свою чергу впливає на збільшення площі тертя, привідного трубоваду та на підшипникові опори в плані загальної маси. Німецька компанія вирішила це питання по іншому - закріпивши матрицю нерухомо, а в ролі привідного механізму виступають самі пресуючі валки, які закріплені жорстко на привідному валу. Дане рішення запобігає зменшенню витрат енергії і збільшує ресурс всього агрегату.

В якості привідної системи KANL застосовують черв'ячну передачу. Саме така система беззаперечно може гарантувати роботу, при різних навантаженнях та різновидності матриць. Все це обумовлено тим що черв'ячна передача дає змогу передавати великі зусилля при мінімальному крутному моменті. На відміну від БП-5 в якого привідна система конічного типу, при роботі якої потрібно не допускати надмірних навантажень, адже високий крутний момент такої передачі може пагубно вплинути на подальшу роботу прес-гранулятора.

Висновки. Гранулятор являється складовим елементом технологічної схеми на будь-якому комбікормовому заводі, від досконалості якого залежить надійність й стійкість реалізованого процесу гранулювання в промислових умовах процесу.

35. Кількісне оцінювання ефективності роботи ножів вовчка різної конструкції

Віктор Орел, Олександр Батраченко

Черкаський державний технологічний університет, Україна

Вступ. На світовому ринку представлено велику кількість конструкцій ножів вовчків (промислових м'ясорубок). Для порівняння їх ефективності у кількісному вимірюванні було застосовано розроблену методику розрахунку критерію оцінки.

Матеріали і методи. Розраховувався критерій оцінки ножів вовчка [1]. Критерій оцінки $K_{кр.оц.}$ описується виразом: $K_{кр.оц.}=K_1:K_2:K_3$, де K_1 – коефіцієнт, який характеризує продуктивність різального вузла; K_2 – коефіцієнт, який характеризує ступінь подрібнення сировини; K_3 – коефіцієнт, який характеризує однорідність дисперсного складу подрібненої сировини. Чим ближче значення кожного коефіцієнту до 1, тим кращим є відповідний параметр різального вузла.

Результати. Досліджувались параметри основних типів ножів, які пропонуються німецькими виробниками "Lumbeck & Wolter GmbH" та "turbocut Jopp GmbH".

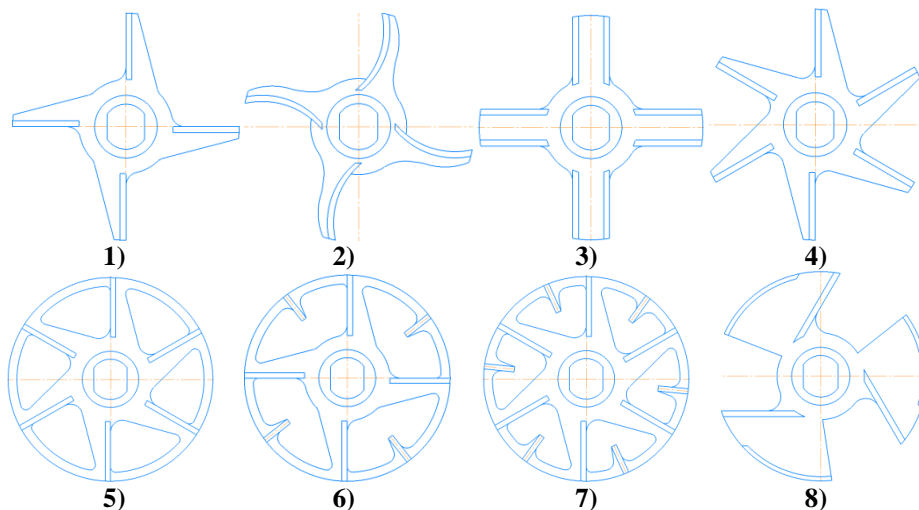


Рис.1. Ескізи досліджених ножів

В результаті досліджень були отримані такі данні: $K_{кр.оц.1}= 0,85:0,75:0,24$; $K_{кр.оц.2}= 0,82:0,78:0,23$; $K_{кр.оц.3}= 0,81:0,75:0,39$; $K_{кр.оц.4}= 0,82:0,88:0,12$; $K_{кр.оц.5}= 0,78:0,88:0,28$; $K_{кр.оц.6}= 0,78:0,9:0,55$; $K_{кр.оц.7}= 0,77:0,94:0,3$; $K_{кр.оц.8}= 0,61:0,85:0,57$.

Зменшення кількості лез і їх ширини сприяє підвищенню продуктивності. Збільшення кількості лез сприяє покращенню ступеня подрібнення. Застосування додаткових лез на кільці жорсткості сприяє покращенню однорідності подрібнення.

Висновки. Отримано числові значення коефіцієнтів, які характеризують основні технологічні параметри різального вузла вовчків, що дає можливість порівнювати ефективність тих чи інших конструктивних рішень, застосованих в ножах.

Література.

1. Дідковський, Р. М. Розробка критерію оцінки конструкцій різального вузла вовчків / Р. М. Дідковський, С. Є. Голячук, О. І. Некоз, О. В. Батраченко // Збірник наукових праць «Наукові нотатки Луцького національного технічного університету». – 2008. - №3-4. – С. 67-74.

36. Моделирование винтовых вставок в колодцах матрицы при прессования теста

Сергей Гальго, Анна Торган

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

Введение. Основные проблемы в работе матриц - неравномерная скорость выпрессовывания теста на периферийных участках рабочей поверхности корпуса матрицы и значительное гидравлическое сопротивление в колодцах матрицы при входе потока теста в формующие отверстия фильер.

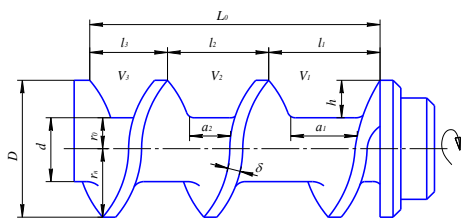


Рисунок 1. Схема шнека нагнетающего типа:

L_0 – длина рабочей части шнека; l_1 – ширина первой винтовой канавки шнека по его наружному диаметру; l_2 – ширина второй винтовой канавки шнека по его наружному диаметру; l_3 – ширина третьей винтовой канавки шнека по его наружному диаметру; h – глубина винтовой канавки; V_1, V_2, V_3 – объем, соответственно, первого, второго и третьего межвиткового пространства; δ – толщина витка шнека; D – диаметр вала шнека; r_0 – внутренний радиус шнека; R_n – наружный радиус шнека; d – наружный диаметр шнека; a_1, a_2 – ширина винтовых канавок по внутреннему диаметру шнека

Материалы и методы. Исследуются шнек нагнетающего типа (рис. 1) и схемы вставки макаронной матрицы с предварительным уплотнением, разогревом и пластификацией теста (рис. 2).

Результаты. Предлагается установить в пустые колодцы матриц специальные винтообразные вставки, имеющие вид шнеков нагнетательного типа. В винтовых каналах вставки тестовый поток уплотняться постепенно и равномерно, т.е. коэффициент уплотнения теста в каждой винтовой канавке должен иметь постоянное значение.

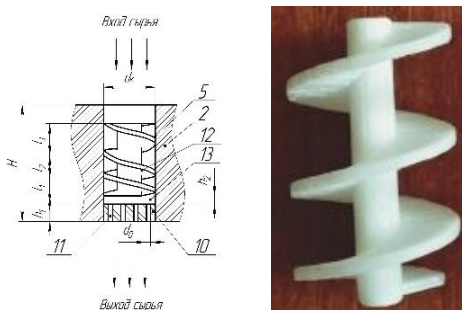
Построена математическая модель шнека нагнетающего типа, позволяющая получить одинаковый коэффициент уплотнения теста для всех каналов винтовых вставок.

$$\text{Шаг витков: } l_n = \frac{l_1}{(1,272)^{n-1}}, \quad 1,272 -$$

коэффициент пропорциональности; l_1 – ширина первой винтовой канавки шнека по его наружному диаметру; l_n – ширина n винтовой канавки шнека по его наружному диаметру.

Рисунок 2. Схема вставки макаронной матрицы с предварительным уплотнением, разогревом и пластификацией теста:

1 – вставка; 2 – колодец; 3 – вкладыш; 4 – зазор; 5 – формующие отверстия; 6 – корпус матрицы; d_k – диаметр колодца; n_0 – количество формующих отверстий вкладыша; h_1 – высота вкладыша; H – общая толщина (высота) корпуса матрицы; l_1, l_2 и l_3 – ширина винтовых канавок вставки, при этом $l_3 > l_2 > l_1$.



Выводы. применение специальных винтообразных вставок в колодцах матрицы улучшает качество полуфабрикатов, увеличивает на 20-21 % производительность прессы шнекового типа и снижает удельные энергозатраты. Винтообразная вставка позволяет: осуществить более плавный переход теста в формующие отверстия фильеры без завихрения теста и обратной его подачи; провести дополнительное уплотнение, пластификацию и разогрев теста и тем самым снизить гидравлическое сопротивление при продавливании теста сквозь отверстия вкладышей; повысить качество макаронных изделий; повысить долговечность работы фильер.

13.2.

Technological equipment and computer design technology

Chairperson – professor Valerii Myronchuk

Secretary – Taras Pogorilyi

13.2.

Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування

Голова – професор Валерій Мирончук

Секретар – Тарас Погорілий

1. Параметричний аналіз роботи запірно-регулювальних пристроїв в умовах цукрового виробництва

Сергій Володін, Валерій Мирончук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Отримання максимального виходу цукру високої якості в значній мірі залежить від ефективності роботи запірно-регулювальних пристроїв (ЗРП) в системі трубопроводів, які з'єднують обладнання в єдину безперервно працюючу апаратурно-технологічну лінію. Актуальним питанням є забезпечення оптимальних умов безперервної роботи технологічного обладнання із ЗРП для виробництва цукру за нормами технологічного регламенту.

Матеріали та методи. Проведено експериментальні дослідження на розробленому авторами експериментальному стенді, оснащеному запірно-регулювальними пристроями (рис. 1) з електропневмоприводом позиційного типу, які є об'єктом дослідження. В якості методів дослідження використані: теорія гідрогазодинаміки, динаміки машин та числового розв'язання систем диференціальних рівнянь; методи математичної статистики для опрацювання результатів експериментів; методи комп'ютерної симуляції.

Результати. Здійснено порівняльний аналіз результатів математичного моделювання та натурних досліджень, щодо отриманого значення пропускної здатності поворотних дискових заслінок DN та кульового крану із позиційним пневмоприводом в залежності від кута повороту запірного елемента. Результати підтвердили достовірність та адекватність запропонованих математичних моделей.

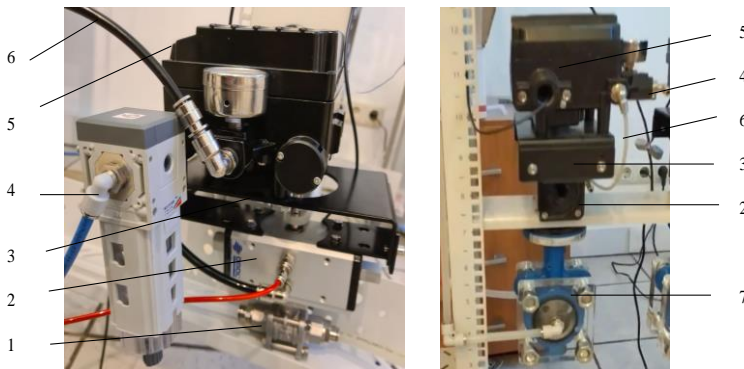


Рис.1. Загальний вид дослідної системи запірно-регулювального пристрою на базі електропневматичного позиційного приводу: а) керування кульовим краном; б) керування дисковою заслінкою; 1 – кульовий кран; 2 – пневматичний поворотний привод; 3 – монтажний фланець; 4 – трубопровід підведення повітря із фільтром підготовки повітря; 5 – позиційний привод; 6 – трубопровід підведення повітря до пневмоприводу; 7 – дискова міжфланцева заслінка

Висновки. На стенді були експериментально визначені витратні характеристики під час роботи дискової заслінки та кульового крану в робочих режимах. Змодельовані режими роботи позиціонера із відповідними керуючими сигналами: для вікривання - утримання-закривання диска на кут 30° (4мА-8,8мА-4мА); 60° (4мА-13,6мА-4мА); 90° (4мА-20мА-4мА). Відповідно до методики експериментальних досліджень, похибка вимірювання середньо-квадратичних значень рівнів витрат технологічної рідини становить до $\pm 5,3\%$ з довірчою ймовірністю 0,95.

2. Дослідження роботи вдосконалених робочих органів двогвинтового прес-екструдера

Максим Гудзенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Конструкція прес-екструдерів передбачає поєднання декількох процесів в одній машині: подрібнення, нагрівання, стискання олієвмісної сировини з розділенням її на олію і макуху. Тип робочих органів відтискного тракту має вплив на ці процеси.

Матеріали і методи. Для реалізації експерименту використана методика математичного планування, а за основу був вибраний центральний композиційний план другого порядку Конструктивно-технологічні параметри експериментального прес-екструдера контролювали різними вимірювальними приладами [1]. Опрацювання отриманих даних та графічне оформлення здійснено, застосовуючи комп'ютерне програмне забезпечення Microsoft Office Excel та Statistica 8.0.

Результати. Основними технологічними і конструктивними параметрами які впливають на ефективну роботу прес-екструдера. є величини: температури нагріву робочої зони, частоти обертання валів, зазор в матриці. З метою інтенсифікації процесу відтискання олії проведені дослідження при різних температурних режимах з новою конструкцією відтискного тракту та наборами робочих органів, до складу яких увійшли розроблені циліндрично-конусні насадки. Спираючись на отримані експериментальні результати, наступне їх опрацювання, побудову рівнянь регресії можна відмітити, що за температури в 120-125°C, зазору в матриці 4,2 мм та частоти обертання валів 42 об/хв отримано максимальний вихід олії 35,9% та необхідну і достатню продуктивність преса, Цю графічну залежність виходу ріпакової олії від величини зазору в матриці та від частоти обертання валів приведено на рис. 1.

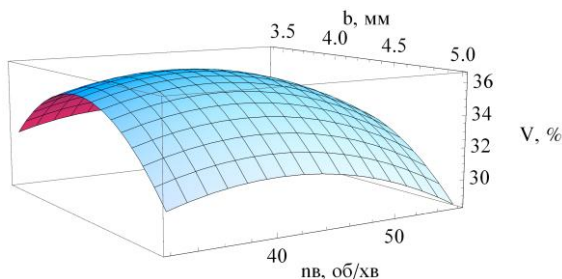


Рис. 1. Залежність виходу ріпакової олії V від величини зазору в матриці b та від частоти обертання валів nв.

Зі збільшенням пропускної спроможності від збільшеного зазору в матриці та при збільшених величинах обертів шнекових валів вихід олії зменшується.

Висновки. Порівнявши отримані величини виходу ріпакової олії з типовим набором робочих органів заводу-виробника і вдосконалених відмічаємо ефективність останніх, адже вихід олії збільшився на 2,8 % при інших однакових умовах.

Література

1. Гудзенко М.М., Штефан Є.В., Ястреба С.П., Василів В.П., Муштрук М.М., Слободянюк Н.М. Науково-технічне обґрунтування параметрів олійних пресів. [Монографія] – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. – 336 с.

3. Вплив жалюзійного розподілення теплоносія в дискових розпилювальних сушарках для молочних продуктів.

Туфекчі Валентин, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес розпилювання характеризується сукупністю сил, що діють на струмінь чи плівку рідини, яка виходить з розпилювача. До них відносяться сили поверхневого натягу та сили нормального тиску газового середовища, що протидіють їм; сили інерції та в'язкості; сили тертя при взаємодії струменів з навколишнім середовищем. Взаємодія вказаних сил визначає динаміку розвитку процесу розпилення рідинних струменів чи плівок на краплини.

Матеріали і методи. Метою є підвищення ефективності методу сушіння розпиленням сироватки та інших рідких харчових продуктів, зменшення енергоспоживання та поліпшення якості готового продукту шляхом вдосконалення існуючих методів сушіння та розробки нового обладнання на основі теоретичних та експериментальних досліджень процесу сушіння розпиленням.

Результати. Імітаційні роботи показали, що підвищити економічну ефективність та продуктивність сушильного процесу шляхом регулювання подачі теплоносія, багатократну циркуляцію часток продукту в сушильній башні можна, встановивши в підвід теплоносія розподіл з 12-ти жалюзей для регулювання кута вхідного повітря до розпилюючого факелу. Це призводить до зменшення часу перебування продукту в циліндричній та конічній частинах сушильної камери, завершення процесу сушіння при більш низьких температурах сушильного агента на виході, а в випадку сушіння термопластичних продуктів - охолодження часток продукту нижче межі термопластичності.

Висновки. Моделювання показали, що додаткове встановлення 12-ти жалюзей в розподілюючий короб подачі теплоносія забезпечить утворення закручування потоку всередині башні, відсутність налипання частинок продукту на внутрішню частину сушильного комплексу, та забезпечить рівномірну вивірку порошку з відпрацьованим повітрям назовні в батарею циклонів.

Література

1. H. Jubaer, S. Afshar, J. Xiao, X.D. Chen, C. Selomulya, M.W. Woo, On the effect of turbulence models on CFD simulations of a counter-current spray drying process, Chem. Eng. Res. Des., 141 (2019) 592-607.
2. ANSYS® FLUENT, Help System, ANSYS FLUENT Theory Guide, Release 2019R2, ANSYS, Inc., USA, 2019.
3. Y. Jin, X.D. Chen, Numerical Study of the Drying Process of Different Sized Particles in an Industrial-Scale Spray Dryer, Drying Technol., 27 (2009) 371-381.

4. Удосконалення конструкції тістоподільника «Кузбас»

Орлов Ілля, Якобчук Роман

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею при отриманні тістових заготовок є забезпечення мінімальних відхилень при отриманні шматків тіста заданої маси та раціонального використання енергетичних ресурсів. Отримання тістових заготовок заданої маси, на хлібопекарних підприємствах відбувається за допомогою тістоподільних машин. Розглянемо тістоподільник «Кузбас».

Матеріали і методи. Проведено аналіз конструктивних та технологічних особливостей конструкції тістоподільника «Кузбас» для отримання тістових заготовок та встановлено їх переваги та недоліки.

Результати. Зроблений аналіз конструкції тістоподільника дозволив встановити недоліки та шляхи їх усунення. Суть удосконалення тістоподільника полягає в заміні приводу машини.

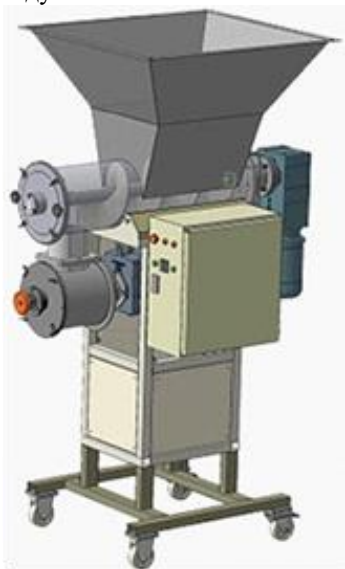


Рис. 1 – Тістоподільник «Кузбас»

Привід, що складався з двигуна, клинопасової передачі і редуктора пропонується замінити на привід машини, який складається з двигуна-редуктора (рис. 1) зі встановленим на ньому перетворювачем частоти. Це дозволить значно зменшити габарити тістоподільника «Кузбас», спростити ремонт машини та її налагодження, а також дозволить спростити керування роботою тістоподільника, плавне регулювання споживання електроенергії та продуктивність машини. Встановлення у конструкцію ділильної головки фіксатора, що унеможливило розгвинчування регульовального гвинта, від сил інерції, значно підвищує точність поділу тістових заготовок. Доцільним є також зміцнення кришки на робочій камері тістоподільної машини, що дозволяє запобігти її зриву в процесі експлуатації.

Висновки. Провівши аналіз конструкції тістоподільника «Кузбас», встановлено напрямки удосконалення його конструкції, що дозволить збільшити надійність роботи обладнання, зменшить витрати енергії при її експлуатації, полегшить роботу обслуговуючого персоналу і спростить ремонт та обслуговування машини, що в наш час є значною позитивною ознакою.

Література.

1. Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю., Олексієнко В.О. Машини та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник / О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – К.: Вища освіта, 2010. — 307 с.: іл.

2. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв [Текст] : Підруч. / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І. М. Литовченко та ін. ; Ред. О.Т. Лісовенко. — К. : Наук. думка, 2000. — 284 с.

3. Режим доступу: <http://impexmash.com/product/testodelitel-kuzbass-moderniziro/>

5. Удосконалення конвеєра для поліпшення мікробіологічних показників на лінії розливу

Ротаснко Богдан, Якобчук Роман

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При виробництві харчових продуктів, однією з проблем є мікробіологічна чистота обладнання, на якому виготовляється продукт. Це впливає на якісні показники готового продукту. Так, при виробництві напоїв, на лініях розливу, а саме на стрічках конвеєрів, утворюються грибки в отворах стрічки.

Матеріали і методи. Проведено аналіз конструктивних та технологічних особливостей стрічкових конвеєрів, що використовуються на лініях розливу, встановлено проблемні місця.

Результати. Під час аналізу конструкції стрічки конвеєра лінії розливу CAN, була виявлена проблема утворення грибка в отворах конвеєрної стрічки (рис. 1), що впливало на стан мікробіології лінії.

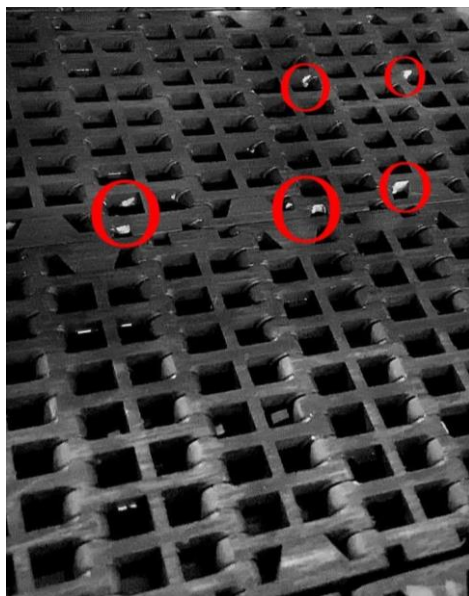


Рис. 1 – Зони утворення грибка на стрічці конвеєра

Для запобігання розвитку грибка, який утворюється в умовах постійної вологості в конвеєрній стрічці після пастеризатора, і впливає на мікробіологію лінії, пропонується вдосконалення привідного механізму конвеєра.

Удосконалення привідного механізму полягає в зміні конструкції натяжних роликів, шляхом встановлення автоматизованої системи очищення, подачі емульсії, а також комплекту щіток.

Висновок. Проведений аналіз конструкції стрічки конвеєра лінії розливу, дозволив встановити проблемні місця на стрічці; наведено способи усунення проблем, що забезпечить мікробіологічну чистоту виробництва продукції. Наведені напрями конструктивного удосконалення конвеєра лінії розливу.

6. Модернізація валкового екструдеру ВЕ-07 для виготовлення вірменського лавашу

Бруква Олексій, Бабко Євген

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Модернізація валкового екструдеру ВЕ-07 з лінії ТОВ «Укртехнофудз» полягає у підвищенні продуктивності, аби досягти поліпшення технічних характеристик обладнання, подальше розширення технологічної можливості обладнання.

Матеріали і методи. Розглянувши аналоги і принципи їх роботи, проблеми які виникають при роботі певних вузлів сформований напрям модернізації і змін, які необхідно зробити у валковому екструдері. При цьому проведені кінематичний, енергетичний і тепловий розрахунки, аби виключити можливі неточності при роботі, які можуть привести до поламки обладнання, як самого екструдеру, так і обладнань взаємодіючих з ним. Креслення проведені у програмі КОМПАС-3D.

Результати. Підвищення продуктивності обраним методом збільшують кількість заготовки з тіста, яка надходить на стрічку, тим самим дає змогу використовувати всю лінію більш ефективно і економічно. Енергетичні витрати збільшені на невеликий відсоток, при цьому таке обладнання як тунельна піч і зволожувач тіста працюють з тією ж потужністю. Таким чином, при збільшенні продуктивності валкового екструдеру для виготовлення вірменського лавашу затрачається більше енергії, проте з огляду на збільшення кількості виробляємої заготовки з тіста, і в подальшому готової продукції, у вигляді вірменського лавашу, це є більш економічно вигідно. При цьому, вузол залишається на своєму місці, тим самим органічно вписується в конструкцію обладнання, не порушує роботу інших вузлів. Після перегляду аналогів і проблем, які виникають під час роботи, було виокремлено одну, пов'язану з зубчастими колесами. У переглянутих обладнаннях зубчасті колеса знаходилися всередині, що є незручним для обслуговування, заміни і догляду. При такій будові екструдеру обслуговування зубчастих колес займало забагато часу, аніж якщо їх винести назовні. При поламці зубчастих колес, якщо вони знаходяться зовні, то їх заміна є більш зручнішою, а також виключає можливість потрапляння частинок колес до сировини. Тому зубчасті колеса, які надавали рух валкам винесені назовні для зручності обслуговування та їх заміни, так як вони потребують ретельного догляду.

Висновки. Перегляд аналогів і проблем, з якими вони стикаються було прийняте рішення модернізації. Воно полягало у винесенні зубчастих коліс назовні і підвищенні продуктивності.

7. Утилізатори теплоти витяжного повітря як перспективний енергозберігаючий захід

Олег Розумний, Валентин Олішевський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Утилізатор тепла відхідних газів є теплообмінник, що охолоджує димові гази і слугує для нагріву повітря або рідини в технологічних процесах підприємства.

Матеріали і методи: У минулому, в умовах планової економіки, в першу чергу віталася швидкість виробництва продукції. Тоді ніхто не думав про економію енергоносіїв та ефективності енергоспоживання. На сьогоднішній день, в умовах підвищення вартості енергоносіїв, актуальним питанням є застосування утилізаторів тепла відхідних газів. Конструкція утилізатора встановлюється в теплоенергетичних агрегатах. Це дозволяє знизити температуру з 400 градусів до 130 градусів, а в деяких випадках і до 80 градусів.

Результати: Для утилізації процесів з високою температурою відхідних газів (600 0С -1200 0С) ми пропонуємо утилізатор тепла повітря-повітря марки ПУГ (панельний утилізатор газів). Дані утилізатори газів, що відходять встановлюються на металургійних підприємствах, на підприємствах нафтопереробки, на хімічних підприємствах, при виробництві скла і цегли.

Економізатори котлів дозволяють економити теплову енергію за рахунок вторинного використання. В кінцевому підсумку користувач отримує більш економну витрату паливного матеріалу при високій тепловіддачі. Основна функція даного утилізатора - підігрів живильної води перед надходженням в емність котла. Утилізатори тепла димових газів для оптимізації енерговитрат і значного підвищення енергоефективності на будь-якому джерелі теплової енергії: ТЕЦ, ТЕС, когенераційні установки, котельні промислових підприємств і т.д. Утилізація тепла стічних вод промислових підприємств за допомогою спеціальних теплообмінників

Висновки Якщо пластинчасті теплообмінники найчастіше застосовуються для утилізації тепла між рідкими середовищами, то економізатори можуть застосовуватися як для утилізації тепла між газом і газом, так і між газом і рідиною.

Література

1 Армарего И.Дж.А., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием / Пер. с англ. В.А. Пастунова. — М.: Машиностроение, 2003. [2] Косилов А.Г., Мещерикова Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2.

8. Сушарки з інфрачервоними випромінювачами

Владислав Година, Оксана Єщенко

Національний Університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Незважаючи на активну пропаганду здорового способу життя, люди продовжують палити, а це значить, що обладнання та пристрої для переробки тютюну як і раніше будуть затребувані на ринку.

Матеріали і методи. Сушіння тютюнового листа потребує особливої уваги, оскільки саме на цій стадії воно набуває потрібної текстури, кольору та загальних властивостей, необхідних для певного типу тютюну. Під час сушіння крохмаль, що міститься в тютюновому листі, перетворюється на цукри, поступово зникає зелений колір, листя починає змінювати колір від цитринового до жовтого, а потім – до жовтогарячого, подібно до кольору листя восени.

Результати. Для сушіння тютюну використовують чотири основні методи:

- **Повітряне сушіння:** Листя тютюну просушують у затінку, розвішуючи під навісами, поки воно не набере світло-брунатного або брунатного відтінків. При такому методі у тютюновому листі практично не залишається цукру.
- **Теплове сушіння:** Тепло із зовнішнього нагрівача подається трубами у приміщення для сушіння. Контрольована теплова обробка триває доти, доки листя не набуде жовтогарячого кольору, після чого сушіння припиняють. Таке листя містить достатньо велику кількість цукру.
- **Сушіння на сонці:** Тютюнове листя підвішують у спеціальних відкритих конструкціях і виносять на сонце. Весь процес триває від 12 до 30 днів. Під прямим сонячним промінням листя набуває жовтого або жовтогарячого кольору, а вміст цукру в ньому досягає високого рівня.
- **Димове сушіння:** Тютюнове листя підвішують над хмизом, що жевріє. Листя поступово просушується й насичується ароматом диму.

На сьогоднішній момент інфрачервоне випромінювання – найкращий варіант для сушки продуктів харчування. Основна відмінність ІЧ-сушарок – можливість висушувати продукцію при низьких температурах (рис. 1). Це дає можливість зберігати колір, смакові складові і аромат. Інфрачервоне випромінювання допомагає знищити сторонні мікроорганізми і попередити їх розмноження, забезпечуючи більш тривалий термін зберігання продукту.



Рис.1. Інфрачервона сушильна лінія

На цьому обладнанні також можна сушити морепродукти, бобові, фрукти, ягоди, овочі, гриби, зелень, м'ясо, рибу тощо.

Висновки. Сушарки шафового типу з інфрачервоними випромінювачами дозволяють зберегти смак, аромат і зовнішній вигляд продукції. Всі ці характеристики доводять, що саме таке обладнання необхідно для висушування тютюну.

9. Модернізація шнекового солодозворощувача типу Ш4-ВВШ8 шляхом удосконалення конструкції

Анатолій Скринський, Людмила Корнієнко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом спостерігається світова тенденція до збільшення споживання пива, яке користується незмінною популярністю серед різних шарів населення завдяки своєму приємному смаку, освіжаючому ефекту, тонізуючій дії, відносно невеликій вартості та доступності. Україна – являється одною з провідних країн Європи по виготовленню високоякісного пивоварного солоду. На території нашої держави є всі необхідні природні умови для вирощування пивоварних сортів ячменю. З кожним роком підприємства пивоварної промисловості збільшують свої потужності, з метою забезпечення населення потрібною кількістю пивобезалкогольних напоїв. Встановлюють найсучасніше обладнання, або замінюють ним старе.

Матеріали і методи. Для покращення та прискорення процесу солодоращення на провідних підприємствах встановлюють сучасні солодоростильні агрегати – ящичні солодовні та солодоростильні апарати типу «Пересувна грядка». Ці дві солодовні схожі за принципом дії, та відрізняються тільки солодозворощувачами.

Результати. З метою підвищення ефективності вивантаження солоду із пневматичної ящичної солодовні запропоновано модернізацію шнекового солодозворощувача. А також виключено недоліки роботи попередніх зразків такого обладнання, які травмували солод на стадії проростання. В зерні, що пророщується, відбуваються ті самі біохімічні і фізіологічні зміни, що і в природному його пророщуванні. Перехід зародка від стану спокою до активізації життєдіяльності можливий тільки при певній вологості, а також достатній кількості кисню та за оптимальної температури.

Шнековий солодозворощувач являється основним елементом пневматичної ящичної солодовні. Він представляє собою зварний корпус, в якому встановлені механізм зворощення, який забезпечує обертання вертикальних шнеків, перемішувачів солоду, механізм переміщення і зрощувальна система, що забезпечує подачу води до зерна. Управляють зворощувачем з пульта, що знаходиться на самому апараті, або дистанційно – з іншого приміщення. Запропоноване технічне рішення передбачає оснащення шнеків лопатками, які встановлені по висоті робочого органу з діаметрально протилежних сторін між його витками. Кожна лопатка складається з 2-х пластин, один край відігнутий в бік розкривання відповідної частини лопатки, а інший – шарнірно встановлений на нерухомо закріпленому валу, розташованому перпендикулярно осі вала і паралельно скребкам. При цьому на валу встановлений фіксатор розкриття лопатки, який також служить для розрізання потоку сировини. Встановлення гумового скребка в нижній частині вала, дозволяє зменшити кількість пошкодженої солоду. Дане технічне рішення дозволяє, в режимі вивантаження перемішувати значно більший об'єм солоду. Виходячи з цього ми отримуємо якісний і непошкоджений солод. В середньому процес вивантаження проходить близько 2-х, 3-х годин. При даній модернізації час вивантаження зменшується до 0,5 – 1 години.

Висновки: Запропоноване технічне рішення має суттєві переваги і може бути впроваджено у виробництво в стислі терміни.

10. Удосконалення системи транспортування осаду післяспиртової зернової барди на осаджувальній центрифугі

Данііл Затанович, Людмила Корнієнко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Утилізація післяспиртової барди має актуальне значення з огляду на збільшення долі споживання продуктів її переробки в якості кормових добавок для тваринництва та виробництва біогазу [1]. Однією із головних перешкод до впровадження на спиртових підприємствах технології отримання білково-вітамінних продуктів на основі барди є недостатня ефективність існуючих методів її розділення, що суттєво ускладнює переробку барди в сухий продукт.

Матеріали і методи. При реалізації наукових досліджень були використані аналітичні та фізичні методи досліджень, направлені на пошук ефективних методів зменшення вологовмісту в осаді відстійної центрифуги, та зменшенню інтенсивності зношування робочих органів (шнека) вивантажувальних пристроїв. Аналітичні методи досліджень були застосовані для аналізу процесу руху та обезводнення осаду на ділянці розташування вікон при наявності регулюючої заслінки.

Результати. Метою даної роботи було підвищення ефективності розділення барди на тверду фракцію і фільтрат з використанням вітчизняного обладнання за рахунок використання різних технологічних прикладів. Суть модернізації центрифуги ОГШ-350, призначеної для розділення післяспиртової зернової барди, а саме відділення твердої фази від рідкої, полягає в наступному: циліндричний ротор центрифуги запропоновано виконати із конструкційної легованої сталі підвищеної корозійної стійкості, вивантажувальні вікна якого захищені керамікою, а співвідношення довжини і діаметру становить 1.8. Транспортування видаленої в роторі твердої фази виконується шнеком, лопаті якого, завантажувальні вікна і розгінний конус захищені від абразивного зношення керамікою. Новизною конструкції центрифуги є заміна звичайних лопатей на пластинчасті. Привід шнека центрифуги виконується в режимі «нормальний» через двохступінчатий планетарний редуктор, вбудований в ротор між корінними опорами, що суттєво підвищує безпеку експлуатації центрифуги в цілому. Ротор, шнек та інші обертові елементи центрифуги динамічно відбалансовані. Конструкція центрифуги дозволяє, при необхідності, виконувати динамічне балансування вузлів в умовах експлуатації. Дане обладнання оснащено захисними приладами, які відключають його під час перевантаження, одночасно вмикаючи світловий або звуковий сигнал.

Центрифуга ОГШ призначена для розділення суспензії (барди) з концентрацією твердої фази від 1 до 40% (об) при крупності частинки більше 5мкм і різності густини твердої і рідкої фази більше 0,2кг/м³, а також для гідравлічної класифікації суспензії по крупності твердих частинок.

Висновки: Запропоноване технічне рішення дозволить збільшити продуктивність при малих габаритах обладнання, мінімізує зношення лопатей, за необхідності надасть можливість змінювати концентрацію суспензії під час роботи.

Література:

1. Голуб Н. Б. Технологія одержання біогазу з післяспиртової барди / Н. Б. Голуб, М. В. Потапова // Відновлювана енергетика 2018, 53 (2), с 70–77.

1.1. Модернізація сепаратора-гомогенізатора ОКВ безперервної дії

Василь Клименко, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сепаратори молочної промисловості належать до основного обладнання, що застосовується при переробці молока, їх використовують для очищення молока від домішок, для одержання вершків, нормалізації та гомогенізації молока кисломолочного та в інших технологічних операціях, пов'язаних із поділом дисперсних середовищ.

Матеріали і методи. Модернізація полягає у зміні конструкції барабану збільшенні його грязьового простору (об'єму) і вдосконалення розміщення тарілок на тарілотримачі (збільшення кількості пакетів з двох на три) з метою збільшення тривалості безперервної роботи та більш рівномірного розподілу молока в між тарілковому просторі.

Результати. Головне завдання полягає у збільшенні продуктивності, автоматизації процесу та полегшенні роботи для працівників. Модернізація сепаратора ОКВ забезпечить збільшення грязьового простору барабана, тобто об'єму, де відкладаються домішки, з 0,00208 м³ до 0,002755 м³, а отже і тривалості безперервної роботи з 2,5 год. до 3,25 год.. Таким чином годинна продуктивність не зміниться, а от добова продуктивність збільшиться з 94570 л/добу до 98000 л/добу, тобто на 3430 л (3,63%) також збільшення грязьового простору сепаратора значно полегшить його миття. Більш рівномірне розподілення молока в міжтарілковому просторі забезпечить заміна двох пакетів тарілок (46 із зазором 0,4 мм і 48 із зазором 0,6 мм) на три (34 із зазором 0,4 мм, 30 із зазором 0,5 мм і 30 із зазором 0,6 мм), при чому висота всіх пакетів тарілок практично не зміниться. Ці переваги зроблять машину більш досконалішою в порівнянні з існуючою і аналогами.

Висновки. Отже, можна сказати що модернізований сепаратор-кларифікатор ОКВ доцільний до впровадження на заводах, що сприятиме організації високо-продуктивного виробництва з високим рівнем автоматизації, що у свою чергу приведе до зростання об'ємів виробництва та економічного процвітання галузі.

Література

1. Волчков И.И. «Сепараторы для молока и молочных продуктов», - М.:Пищеваяпромышленность, 1975.- 223с.

2. Ростороса Н.Л., Мордвинцева П.В., «Курсовое и дипломное проекти-рование предприятий молочной промышленности» , -М.:Пищевая промышленность, 1976. - 297с.

3.Сурков В.Д. и др. «Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности», - М.:Пищевая промышленность, 1983. - 432с.

12. Дослідження роботи повітряно-ситового сепаратора для розділення несолоджених матеріалів у пивоварному виробництві

Іван Кузь, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Несолоджені матеріали застосовують для збільшення екстрактивності, створення певного смаку та зниження собівартості пива. Як несолоджену сировину використовують ячмінь, рис подрібнений, кукурудзяну знежирену крупу, сою, пшеницю, обрушений ячмінь.

Сепарація використовується для розділення сипких матеріалів на фракції, що відрізняються властивостями часток. Процес сепарування сипучих зерно продуктів відбувається на машинах, що називаються сепараторами.

Матеріали і методи. Сепаратор – складна повітряно-ситова зерноочисна машина. Повітряно-ситові сепаратори – це агрегати (комбінація повітряного і ситового сепараторів). Комбінування двох сепараторів дозволяє не лише спростити технологічну схему і уникнути зайвих транспортних операцій, але й підвищити техніко-економічні показники (питомі енерговитрати, питому металоємність, займану площу приміщень, питому вартість тощо), при цьому зберегти якісні показники.

Результати. В науково-дослідній роботі нами запропоновано встановлення у повітряно-ситовий сепаратор після живильника двох пустотілих абразивних валків та одного чешуйчастого з зазором. Це дозволить досягти підвищення сипкості та прискорити фракціонування вологої несолодженої сировини. Отвір всмоктування системи попередньої аспірації знаходиться там, де швидкість падіння матеріалу мінімальна і частина продукту знаходиться в спокої. Регулюванням аспіраційного отвору досягається зміна швидкості повітряного потоку і підвищення тим самим ефективності повітряної сепарації. Пластина регулювання швидкості повітряного потоку, що розташована під подаючим валком, призначена для регулювання швидкості повітряного потоку в каналі попередньої аспірації і, відповідно, для відділення більш легких частинок, таких як пил, полова, лущиння. Правильне положення пластини є результатом взаємодії з клапаном підсмоктуваного повітря: об'єм повітря завжди регулюється по відношенню до пластини. Кількість повітря, що проходить через продукт в камері попереднього всмоктування, контролюється клапаном-регулятором з ручним керуванням. У розширювальній камері з запиленого повітря, що надходить із системи попередньої аспірації, виділяються важкі засмічувачі, які осідають на дно камери, так як швидкість потоку повітря в розширювальній камері знижується настільки, що підвішеними в повітрі здатні залишатися тільки легкі продукти. Легкий пил виноситься повітрям до фільтру.

Оскільки зерна несолодженої сировини мають тонку тверду оболонку яка при подрібненні складає основну частину відходів, то чому б від неї не позбутися до того як сировина подається на дробарку. Також при постушленні несолодженої сировини на підприємство є ризик того, що її вологість буде вище норми ,тому аби повернути вологість у необхідні межі пропонується здійснювати короткочасний конвективний тепло-масообмін з диференційовано-встановленими параметрами течії робочих газів під час перебування сировини на ситах.

Висновки. Проведені дослідження показали, що запропонована нами удосконалена конструкція повітряно-ситового сепаратора дозволить покращити техніко-економічні показники виробництва пива та спростити технологічну схему очистки несолоджених зернопродуктів з дотриманням якісних показників сировини.

13. Удосконалення конструкції сиро виготовлювача для виробництва сирного зерна.

Владислав Ющенко, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною задачею інженерів-конструкторів при проектуванні обладнання є забезпечення молочної промисловості сучасним обладнанням з високим технічним рівнем, високим ступенем автоматизації та можливістю його уніфікації, зменшення кількості ручної праці.

Матеріали і методи. Апарат для виробництва сирного зерна приймає необхідну кількість молока та інгредієнтів, води і розсолу, підтримує температуру суміші, здійснює розрізання і вимішування згустку. Основою сиро виготовлювача є ванна з трьох прошарків, внутрішній резервуар якої утворює теплоізоляційну рубашку для підігріву і охолодження продукту.

Результати. В науково-дослідній роботі нами запропоновано удосконалення конструкції сиро виготовлювача, в якій шляхом виконання пристрою для відбору сироватки у вигляді забірної та зливної труб, з'єднаних через золотниковий елемент, забезпечується підвищення надійності роботи апарата і зменшення втрат сирного зерна і за рахунок цього досягається підвищення якості сирного зерна, що виробляється, зниження витрат при експлуатації сиро виготовлювача. Поставлена задача вирішується тим, що в сиро виготовлювачі патрубок для вивантаження сирного зерна і пристрій для відбору сироватки, встановлено по вісі симетрії резервуару із можливістю зворотно поступального переміщення по вертикалі, а пристрій для відбору сироватки виконано у вигляді забірної та зливної труб, з'єднаних через золотниковий елемент, в нижній частині якого розміщені отвори для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна, при цьому золотниковий елемент встановлено із можливістю вертикального переміщення у зливній трубі, в якій розміщені патрубки для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна. Виконання пристрою для відбору сироватки у вигляді забірної та зливної труб, з'єднаних через золотниковий елемент, дозволяє розмістити в одному пристрої вузли для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна, що дає можливість використовувати один привід. Відбір сироватки через забірну трубу з поверхні забезпечує видалення найбільш очищеної від сирного зерна сироватки. Регулювання вертикального положення забірної труби дозволяє проводити відбір сироватки без зупинки мішалок, що зменшує втрати сирного зерна і підвищує надійність роботи сиро виготовлювача за рахунок виключення технологічних операцій осадження сирного зерна і подальшого дроблення пласту. Вивантаження сирного зерна через отвори золотникового елемента, при положенні останнього у крайньому верхньому положенні забезпечить без залишкове спорожнення сиро виготовлювача і дозволяє зменшити втрати сирного зерна в порівнянні з аналогом. Виконання днища золотникового елемента під кутом, рівним куту нахилу патрубка вивантаження сирного зерна, дозволяє виключити втрати сирного зерна.

Висновки. Запропонована конструкція дозволяє проводити інтенсивний відбір сироватки самопливом, без зупинки мішалок і застосування насосу. Відбувається підвищення надійності роботи сиро виготовлювача за рахунок виключення технологічних операцій осадження сирного зерна і подальшого дроблення пласту, зменшення втрат сирного зерна та поліпшення його якості, зниження енергозатрат і собівартості виробленої продукції.

14. Удосконалення сатураційної установки для приготування напою Соса Сола

Едуард Кіменко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поширеним апаратом для виробництва газованих безалкогольних напоїв, так званих «softdrink», є деаераційно-сатураційно-змішувальні установки основним недоліком яких є недотримання параметрів напою при початковому періоду роботи.

Матеріали і методи. Для досягнення поставлених цілей (покращення якості напою та зменшення браку) були використані патентний пошук конструкцій, комп'ютерне моделювання гідродинаміки рідини в танку готового напою при його рециркуляції.

Результати. Втрати сиропу та вуглекислого газу мають місце в основному під час початкових замісів напою. Необхідно було скоротити втрати найбільш ефективним способом – рециркуляцією до досягнення регламентованих технологічних показників. Головна перевага рециркуляції як явища, це досягнення однорідності продукту за певний час до певного стану. Що дає змогу більш точно задати корегувальні параметри для початку виробництва.

Суть встановлення системи рециркуляції полягає у наступному. Як вказувалось головним недоліком даного типу обладнання є втрати сиропу та вуглекислого газу на початку виробництва, це обумовлене некоректними корегувальними параметрами, що в свою чергу мають місце через недостатню однорідність напою в танку готового продукту.

Встановлення насоса рециркуляції допоможе досягти необхідної еталонної однорідності для задання корегувальних параметрів необхідних для запуску виробництва, взамін на деякий час необхідний для циркуляції напою всередині замкнутого контуру (рис. 1).

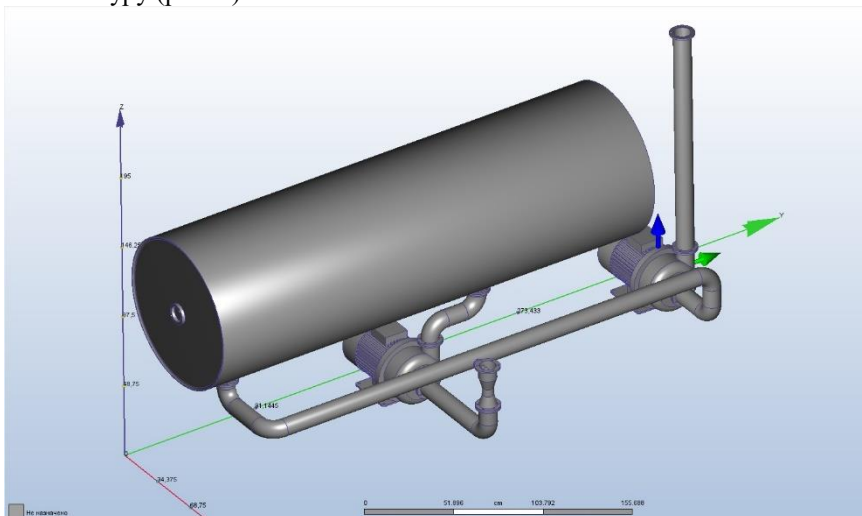


Рис. 1 Вид танку готового продукту з насосом рециркуляції

Висновки. Запропонована система рециркуляції готового напою забезпечує стабільність якісних показників в період початкового запуску сатураційної установки, що знижує втрати.

15. Чисельне моделювання роботи форсунки з нахиленими підвідними каналами

Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розпилення рідин є одним з простих шляхів підвищення ефективності тепломасообмінних процесів в газо-рідинних системах. Перспективним методом дослідження роботи форсунок є проведення чисельного (імітаційного) моделювання.

Матеріали і методи. Для проведення імітаційного моделювання використано модуль чисельної гідро-газодинаміки CFX пакету прикладних програм ANSYS. В основі моделі течії рідини лежить система рівнянь Нав'є-Стокса. Для врахування турбулентності, яка виникає в потоці, використано $k-\varepsilon$ модель турбулентності.

Результати. На основі результатів проведених розрахунків можна визначити необхідні параметри потоку в усіх точках розрахункового простору.

На рис. 1 представлено деякі результати імітаційного моделювання, зокрема, траєкторію руху (рис. 1,а) та об'ємну долю рідини (рис. 1,б).

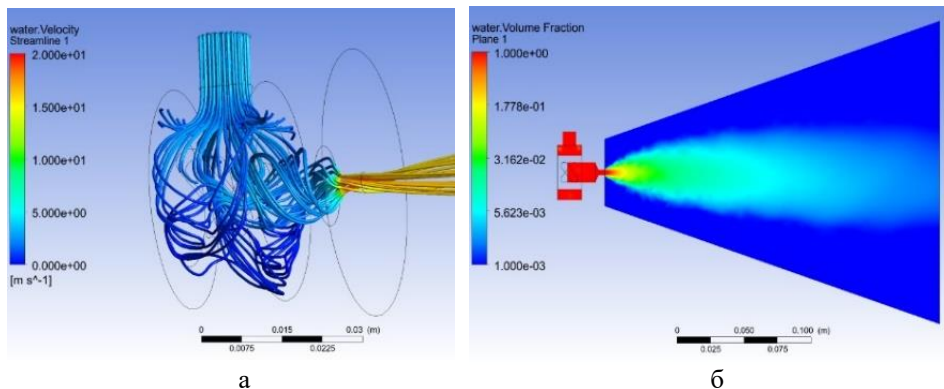


Рис. 1. Результати імітаційного моделювання
а – траєкторія руху рідини; б – об'ємна доля рідини

На рис. 1,а видно, що в камері закручування форсунки є два потоки різного напрямлення. Вони утворюються за рахунок подачі рідини через два нахилені підвідні канали, які розміщені так, що обидва краї вхідного каналу примикають до неї тангенційно, але по різні сторони від осі. Такий вхід рідини в камеру закручування сприяє утворенню сильно-турбулізованого потоку, який рухається в напрямку сопла і витікає з нього у вигляді диспергованого струменя рідини (рис.1,б).

За рахунок того, що підвідні канали перекриті на 40%, то характер витоку рідини з сопла є відцентрово-струминним на відміну від струминного при повністю відкритих підвідних каналах.

Крім того, результати імітаційного моделювання чітко показують пульсації в потоці розпиленої рідини, які також проявляються при дослідженні форсунок аналогічної конструкції на лабораторній установці.

Висновки. Використання програми ANSYS дозволяє створити гідродинамічну модель форсунки, отримати повну та якісну картину течії рідини.

16. Двухступінчатий ежектор

Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Широке застосування струминних апаратів (ежекторів) пояснюється їх простою конструкцією, високою надійністю роботи, та ін. Однак, їх значним недоліком є низький коефіцієнт корисної дії (ККД) який зазвичай не перевищує 30%..

Матеріали та методи. З метою покращення експлуатаційних характеристик ежекторів проведено патентний та літературний пошук конструкцій, аналіз течії рідини з насадок різної форми. Використані методи комп'ютерного проектування.

Результати. Для досягнення більш високого коефіцієнта ежекції пропонується використовувати двоступеневий ежектор (рис. 1), який складається з робочого сопла 1, який знаходиться в короткому насадці 2 і дорівнює 3 ... 6 діаметрам сопла і довжиною 3 ... 4 діаметра насадки. Робоче сопло 1 і насадка 2 розміщені в камері змішування другого ступеня ежектора 3 діаметром 3 ... 6 діаметра насадка. Рідина подається в форсунку по трубопроводу 4, а пасивним середовищем патрубком 5 засмоктується в приймальну камеру 6 звідки через канали 7 і 8 ежектується рідиною відповідно в насадку 2 і камеру змішування другого ступеня 3.

Діапазон рекомендованих діаметрів насадка вибраний з тих міркувань, що при такому співвідношенні діаметрів, згідно літературних даних і проведених нами досліджень, спостерігається найбільший коефіцієнт ежекції. Довжина насадки, рівна її 3 ... 4 діаметрам обрана на основі відомих положень гідравліки течії рідини через короткі насадки. При такій її довжині досягається найбільший коефіцієнт витрати рідини. Тобто при зазначеній довжині насадка робота ежектора є найбільш енергоефективною

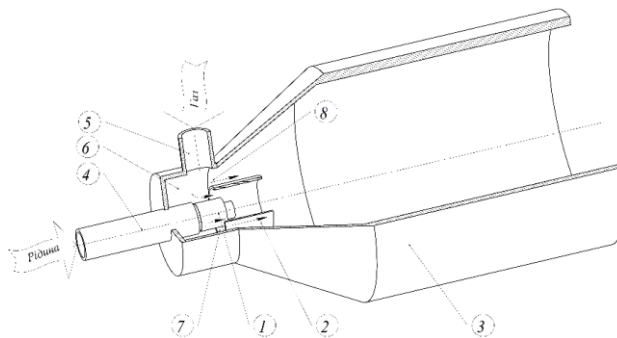


Рис. 1 Конструкція струминного апарату з комбінованою КЗ

1 – камера змішування; 2 – патрубок підводу пасивного середовища; 3 – робоче сопло; 4 – приймальна камера; 5 – газо-розподільник

Висновки. Результати пілотних досліджень двоступеневого ежектора запропонованої конструкції показали збільшення об'ємного коефіцієнта ежекції на 20% в порівнянні з ежекторами класичної конструкції.

17. Вплив положення камери змішування на експлуатаційні характеристики ежекторів

Василь Рибак, Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В техніці відомо розміщення ежекторів як у вертикальному, так і горизонтальному положенні. Однак чи впливає це на їх експлуатаційні характеристики не відомо.

Матеріали та методи. Були використані експериментальні методи для проведення досліджень на гідравлічному стенді, оснащеному контрольно-вимірювальними приладами та регулюючою арматурою. Досліджувався ежектор при горизонтальному та вертикальному положенні з прозорими циліндричними камерами змішування діаметрами 8, 15, 19, 27, 45 мм та робочим соплом у вигляді відцентрово-струминної форсунки з центральною вставкою та діаметрами сопел 3, 4, 6, 8 мм.

Результати. В техніці відомі ежектори з різним просторовим положенням камери змішування, хоча пояснення, чому вибране те чи інше положення ежектора в літературі відсутні. На основі проведених досліджень проаналізуємо роботу ежекторів з різним просторовим положенням камери змішування. На рис. 1 приведена залежність об'ємного коефіцієнта ежекції (відношення витрати активного потоку до пасивного) від тиску рідини в форсунці для горизонтального та вертикального положення камери змішування.

При низьких тисках подачі рідини на форсунку (до 0,125 МПа) об'ємні коефіцієнти ежекції досягають числового значення 0,7 і майже однакові для вертикального та горизонтального положення камери змішування. При збільшенні тиску подачі рідини коефіцієнт ежекції збільшується.

Числові значення коефіцієнтів ежекції для ежекторів в вертикальному виконанні перевищують аналогічні значення Кеж горизонтального виконання при тисках рідини в робочому соплі ежектора більше 0,15 МПа в 1,5...2 рази.

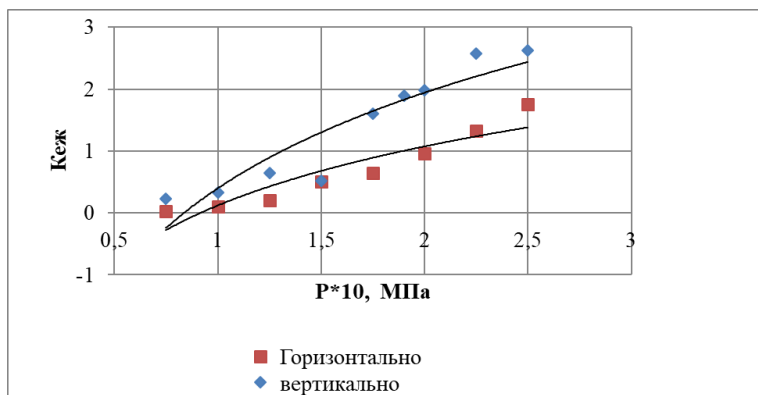


Рис. 1 Залежність коефіцієнта ежекції від тиску рідини на форсунці при горизонтальному та вертикальному положенні камери змішування при $d_c = 4$ мм, $D_{кз} = 19$ мм ($m = 4,75$)

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що вертикальне положення ежектора є переважним, оскільки при цьому досягаються в 1,5...2 рази вищі коефіцієнти ежекції.

18. Сульфітатор соку з вертикальною камерою змішування

Василь Рибак, Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Струминні сульфітатори води та соку в цукровій промисловості не задовольняють зростаючим вимогам до проведення процесу з точки зору отримання якості та захисту природного середовища.

Матеріали та методи. Для досягнення поставлених цілей (покращення якості обробки розчинів та збільшення коефіцієнта використання SO_2) використані патентний пошук конструкцій, експериментальні дослідження та комп'ютерне моделювання гідродинаміки потоків в камері змішування ежекторів.

Результати. Літературний та патентний пошук дозволив встановити, що рух газорідної емульсії з низхідним потоком є раціональним, коли великою кількістю рідини необхідно зв'язати невелику кількість газу. Бульбашки газу рухаються в напрямку, протилежному їх плавучості, час перебування газу та ефективність використання вищі, ніж у колоні висхідного типу. При цьому швидкість рідини повинна бути більшою швидкості підйому газової бульбашки. Такий рух емульсії забезпечується при вертикальному розміщенні ежектора, як показано на рис. 1.

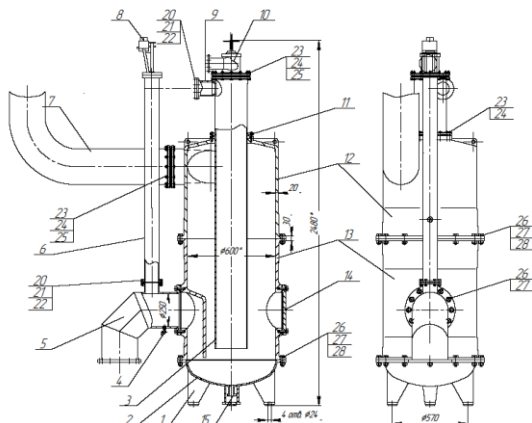


Рис. 1 Модернізований сульфітатор

1 – опора; 2 – днище; 3 – камера змішування; 4 – кран; 5 – зливний трубопровід;
6, 7 – труба; 8 – датчик; 9 – патрубок; 10 – форсунка; 11 – фланець; 12 – сепаратор;
13 – корпус; 14 – люк; 15 – спускний патрубок

Нижній торець камери змішування ежектора розміщений нижче рівня рідини в сульфітаторі, тобто таким чином створюється деякий протитиск виходу суміші з сульфітатора. Це сприяє тому, що сульфітаційний газ знаходиться довший час в контакті з рідиною, що однозначно приводить до більш повного виснаження його від діоксиду сірки. Такий спосіб контакту газової фази з рідиною використаний нами з метою збільшення коефіцієнту використання SO_2 .

Висновки. На основі проведених досліджень модернізовано сульфітатор шляхом вертикального встановлення камери змішування, причому її нижній торець повинен бути встановлений нижче рівня рідини на глибину до 300 мм.

19. Чисельне моделювання роботи відцентрово-струминної форсунки з центральним вкладишем

Дмитро Товстолужський, Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З розвитком методів чисельного моделювання та появою великої кількості прикладних програм все більший інтерес викликає моделювання різних процесів, що виникають у технічних пристроях.

Матеріали і методи. Для проведення імітаційного моделювання роботи форсунки використано модуль чисельної гідро-газодинаміки CFX пакету прикладних програм ANSYS. Для розрахунку течії рідин в якості математичної моделі прийнята система нестационарних рівнянь Нав'є-Стокса в поєднанні з рівняннями $k-\epsilon$ моделі турбулентності. Дослідження здійснені в системі вода-повітря.

Результати. Обробка результатів розрахунку дозволила встановити траєкторію руху (рис. 1,а) та контур об'ємної долі рідини (рис. 1,б).

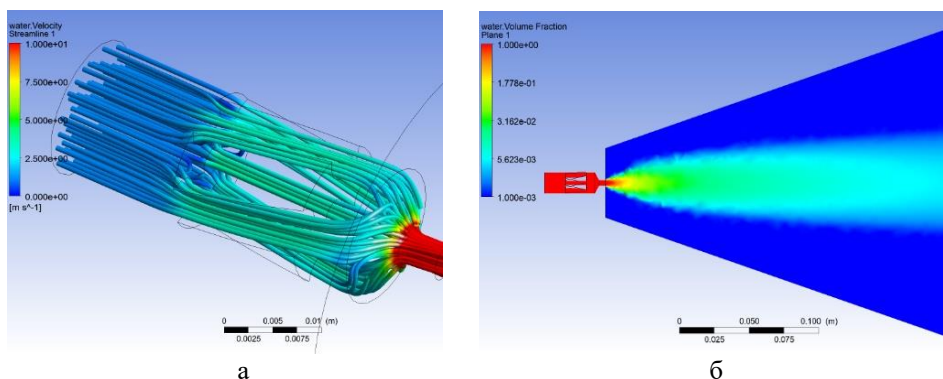


Рис. 1. Результати моделювання
а – траєкторія руху рідини; б – об'ємна доля рідини

З рис. 1,а видно, що рідина входить в форсунку у вигляді суцільного потоку. При подальшому русі вона розділяється на два потоки: один проходить через гвинтові канали у вкладиші, а інший формується в результаті проходження частини рідини через осьовий отвір. Закручений потік передає частину енергії осьовому та частково його розкручує. В результаті цього в камері змішування утворюється єдиний потік, який при виході з сопла форсунки розпадається з утворенням факелу у вигляді заповненого конуса (рис. 1,б).

Модулі чисельної гідро-газодинаміки програми ANSYS також дозволяють визначити і інші параметри потоку, зокрема дисперсні характеристики (криві розподілу крапель за діаметром, питому поверхню, середній діаметр крапель), характеристики розподілу (профіль питомих потоків по перерізу факелу розпилення) та форми (кореневий кут розпилення, далекобійність струменя рідини).

Висновки. Результати імітаційного моделювання досить точно відповідають відомим експериментальним даним, тому можна стверджувати про правильність налаштування параметрів розрахунку та можливість застосування програми ANSYS для проведення такого роду досліджень.

20. Чисельне моделювання роботи струминної форсунки

Дмитро Товстолужський, Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тривалий час єдиним способом дослідження характеристик розпилювальних форсунок було проведення фізичних експериментів. Наукові досягнення в обчислювальній гідро-газодинаміці та потужні обчислювальні машини дозволяють здійснити такі дослідження чисельними методами.

Матеріали і методи. Для проведення імітаційного моделювання роботи струминної форсунки використано модуль чисельної гідро-газодинаміки CFX пакету прикладних програм ANSYS. Процес моделювання складається з п'яти етапів: створення геометричної моделі форсунки; створення розрахункової сітки на базі геометричної моделі; створення початкових граничних умов для моделювання процесу; проведення розрахунку; аналіз результатів.

Результати. Створивши геометричну модель струминної форсунки в програмі Компас-3D, в подальшому її було імпортовано в модуль гідро-газодинаміки CFX. На наступному етапі дану модель було розбито на розрахункову сітку з приблизно 240 тис. елементів тертаїдальної форми. В основі гідродинамічної моделі течії рідини лежить система рівнянь Нав'є-Стокса, а врахування турбулентності здійснюється за рахунок використання $k-\varepsilon$ моделі турбулентності. Було створено граничні умови: вхід рідини (масова витрата 0,2 кг/с); стінка, яка являє контур форсунки (стандартні пристінкові функції); вихід, тобто простір в який витікає рідина з сопла (атмосферний тиск). Тривалість комп'ютерного розрахунку складала 0,5 с., що становило 3-4 години реального часу.

Робота в постпроцесорі модуля CFX дозволяє визначити необхідні параметри потоку рідини в форсунці та характеристики факелу розпилення. На рис. 1 представлено об'ємну долю рідини в розрахунковій області.

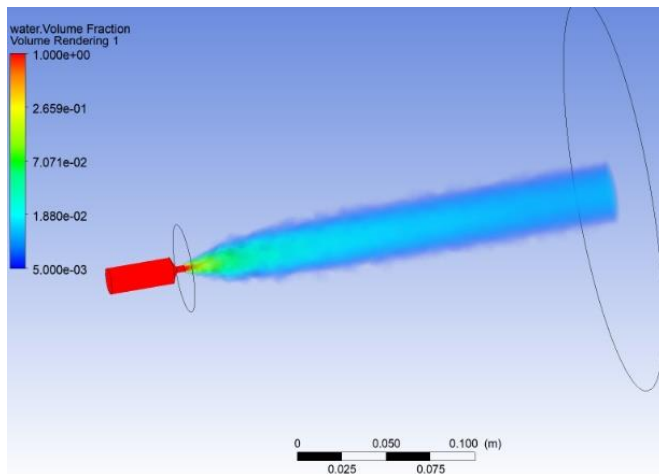


Рис. 1. Об'ємна доля рідини в розрахунковій області

Висновки. Висока інформативність результатів чисельного моделювання дозволяє глибоко проаналізувати роботу розпилювачів.

21. Застосування анотативних об'єктів і стилів AutoCAD

Микола Білик, Андрій Литовченко, Вадим Серпученко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Під час виконання креслеників олівцем фахівець автоматично застосовує положення стандартів при масштабуванні елементів кресленика. Під час роботи в системі AutoCAD масштабування може призвести до неприємного неочікуваного результату, коли спотворюються зображення стандартизованих елементів кресленика.

Матеріали і методи. Використано матеріали по роботі з графічною системою AutoCAD компанії Autodesk.

Результати. Анотативні об'єкти і стилі використовуються для управління розміром і масштабом, які застосовуються для відображення об'єктів анотацій в просторі моделі або на аркуші.

При використанні анотативних об'єктів масштабування об'єктів анотацій виконується автоматично. Анотативні об'єкти визначаються шляхом задавання висоти аркуша або масштабу, а потім встановлюється масштаб для їх відображення. Для анотативного об'єкта можна призначити кілька масштабів, при цьому кожен масштаб можна змінювати незалежно від інших.

Об'єкти анотацій містять розміри, примітки, інші пояснювальні позначення або об'єкти інших типів, які зазвичай використовуються для додавання інформації до кресленика.

Як правило, об'єкти анотацій масштабуються інакше, ніж види кресленика, і масштаб залежить від того, як вони повинні виглядати при друкуванні. Спосіб масштабування об'єкта анотації можна вибрати, вказавши, що об'єкт є анотативним або неанотативним.

Неанотативні об'єкти вимагають фіксованого розміру або масштабу, який розраховується в залежності від масштабу, який використовуються у кресленику.

Анотативні об'єкти автоматично коригуються, щоб вони відображалися однаково в тому самому розмірі або масштабі, незалежно від масштабу виду.

Висновок. Застосування анотативних властивостей об'єктів і стилів суттєво прискорює і полегшує обробку зображень у графічній системі AutoCAD.

Література

1. AutoCAD Поддержка и обучение. Аннотативные объекты и стили

Веб. сайт URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/RUS/AutoCAD-Core/files/GUID-6D4A620B-30AB-4593-B168-F9FF084017C6-htm.html> (дата звернення: 27.02.2021).

2. AutoCAD Поддержка и обучение. Объекты аннотаций

Веб. сайт URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/AutoCAD-Core/files/GUID-F8E4E984-71C5-4812-B1A0-3BD0A6BB0BDF-htm.html> (дата звернення: 27.02. 2021).

3. Общие сведения о создании аннотативных объектов.

Веб. сайт URL: http://entercad.ru/acad_aug.ru/ws1a9193826455f5ff1bb1a0510dab2fb04a-7f61.htm (дата звернення: 27.02. 2021).

4. Работа с аннотативными стилями.

Веб. сайт URL: http://entercad.ru/acad_aug.ru/ws1a9193826455f5ff1bb1a0510dab2fb04a-7f5a.htm (дата звернення: 27.02. 2021).

22. Гаспар Монж, засновник нарисної геометрії

Юлія Муравйова, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У цьому році виконується 275 років з дня народження Гаспара Монжа – французького математика, громадського діяча, члена Паризької академії наук. Монж розробив новий розділ математики, відомий як «нарисна геометрія», який став одним із основних розділів у системі технічної підготовки інженерів.

Матеріали і методи. У роботі було використано загальнонаукові факти, історичні матеріали.

Результати. Гаспар Монж народився 9 травня 1746 у м. Бон, Франція. Не дивлячись на дуже обмежений матеріальний стан, його батько намагався дати найкращу освіту своїм дітям. Таким чином, у 1762 р. Гаспар закінчив школу найкращим учнем і поступив у коледж м. Ліон. Виявивши великі здібності, він став викладачем фізики у цьому ж коледжі. На той момент йому не було ще й 16 років. Під час навчання у коледжі один військовий звернув свою увагу на маленького хлопчика, який проявив здібності у математиці, малюванні, геометрії та кресленні і спробував його влаштувати у Мезьєрську школу військових інженерів, але (через матеріальний стан сім'ї) тільки на допоміжне унтер-офіцерське відділення і без грошового утримання. Ця школа в той час також користувалася найбільшою популярністю в Європі. Тим не менше, це не завадило Гаспару привернути увагу професорів Шарля Камю й Шарля Боссю на свої успіхи у навчанні та оригінальне вирішення завдання з фортифікації. Завдяки гарному спілкуванню з викладачами він зумів швидко закінчити школу і стати асистентом з математики, а згодом і фізики.

У Мезьєрі Гаспар Монж, працюючи креслярем при спорудженні фортифікацій, розробив новий вид математики «нарисна геометрія», яка стала одним із головних основних розділів у системі технічної підготовки інженерів. Створення нарисної геометрії, трактат якої вийшов у світ тільки в 1799 послужило початком і основою робіт, дозволили новій Європі опанувати геометричними знаннями Стародавньої Греції.

У серпні 1803 року Гаспар Монж був призначений віцепрезидентом Сенату, а у вересні – сенатором Льежа з дорученням організувати там виробництво гармат. Через рік отримав титул графа Пелузского. Після відновлення влади Бурбонів Монж був позбавлений звань, нагород та пенсії, виключений (правда, всього лише на рік) з Політехнічної школи. Від усіх цих ударів долі, Монж захворів і незабаром помер 28 липня 1818 року в Парижі.

Висновок. Гаспар Монж вперше зумів підсумувати всі досягнення інженерів/архітекторів/математиків/вчених/художників свого часу, створивши новий розділ геометрії «Нарисна геометрія», яким наразі користуються не тільки в геометрії, а й в суміжних галузях.

Література

1. Вікіпедія. Гаспар Монж

Веб. сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гаспар_Монж

(дата звернення: 27.02.2021);

2. Вікіпедія. Нарисна геометрія.

Веб. сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Нарисна_геометрія

(дата звернення: 27.02. 2021);

3. Знаймо. Гаспар Монж

Веб. сайт URL: https://znamo.com.ua/Монж_Гаспар

дата звернення: 27.02. 2021).

23. Модернізація барабанної сушарки цукру

Володимир Черкасенко, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Барабанна сушарка, розглянута в даній роботі, відноситься до галузі цукрової промисловості, що є однією з головних галузей виробництва України.

Матеріали і методи. Встановлення скрубера дозволить ефективно очистити відпрацьоване повітря з технологічної схеми сушильної установки.

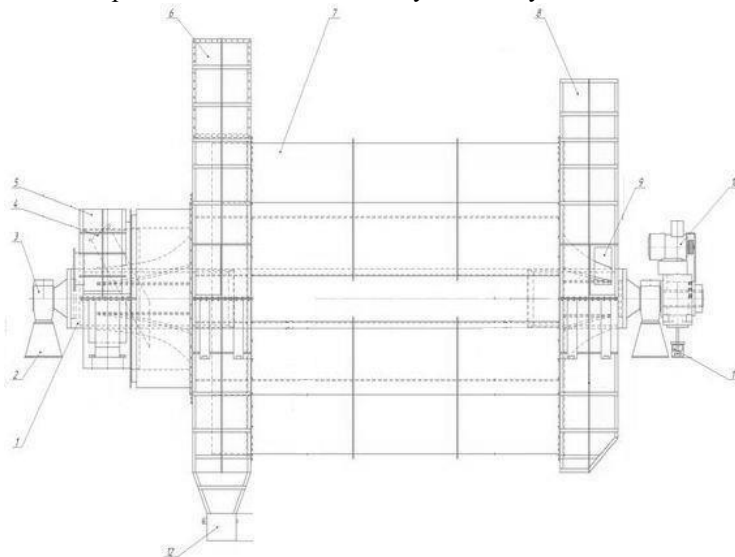


Рис. 1. Модернізована барабанна сушарка

Результати. Модернізація проводиться шляхом встановлення мокрого скрубера, тобто реконструкцію сушильного цеху цукрового заводу. Встановлення запропонованого агрегату для сушіння та охолодження дозволить значно покращити параметри цукру на виході з сушарки. Скрубери засновані на промиванні повітря рідиною. Повітря промивається водою або іншим робочим розчином при змішуванні та взаємодії процесу очищення повітря. Цей спосіб змішування називається методом вологого очищення.

Висновки. В результаті впровадження запропонованої модернізації, а саме встановлення мокрого скрубера: забруднення навколишнього середовища та самого сушильного відділення зменшується через утворення легкого пилу, згущення цукру знижується. Кристали цукру зберігають свою грань, впливають на презентаційні показники цукру. Завдяки цьому зростають продажі товарної продукції та її якість, зменшення подрібнення пилу, що в свою чергу, призводить до зменшення антропогенного навантаження на біосферу.

Література.

1. Соколенко, А.И. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 1. Механика. / А.И. Соколенко, А.И. Украинцев, В.Л. Яровой и др. – К.: АртЭк, 2001. – 304 с.

Section 14

Machines and technologies for packaging

Chairperson – professor Anatolii Sokolenko
Secretary – V.S. Kostiuk

Секція 14

Машини та технології пакування

Голова – професор Анатолій Соколенко
Секретар – В.С. Костюк

1. Лабораторна установка для студентів НУХТ

Євген Костюк, Геннадій Валіулін, Анатолій Соколенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проект Громадського бюджету м. Києва № 733 «Лабораторна установка для студентів НУХТ» є результатом впровадження розробок науковців кафедри мехатроніки та пакувальної техніки в навчальному процесі. Навчально-лабораторний стенд не має аналогів серед ВНЗ України.

Матеріали і методи. У березні 2019 року проект пройшов експертну оцінку Департаменту освіти і науки КМДА, після розгляду Громадською бюджетною комісією був допущений до участі у голосуванні, за результатами якого увійшов до числа переможців з реалізацією на 2020 рік. Висловлюємо щиро подяку всім, хто не залишився байдужим до інновацій кафедри та підтримав проект своїм голосом.

Результати. Наступний крок реалізації проекту виявився не менш складним завданням. Виконання було доручено КП «Освітня агенція міста Києва». Складність нестандартного технічного рішення, а також надзвичайно короткі терміни на реалізацію, декілька тендерів поспіль не дали результату щодо виконавця робіт. Завдяки спільним зусиллям колективу ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого були встановлені контакти та досягнуті домовленості з потенційними підрядними організаціями ТОВ «Еквівес» (м. Київ) та ТОВ НВП «Центр електромеханічної діагностики» (м. Дніпро), які погодились взяти на реалізацію проект.

Станом на березень 2021 року проект реалізований. Стенд оснащений двома трифазними асинхронними двигунами змінного струму, перетворювачами частоти для роздільного незалежного керування роботою електродвигунів, симетричним диференціальним механізмом, конічною зубчастою передачею, трьома електронними тахометрами з RS-виходами для контролю частоти обертання валів, регульованим магнітним порошковим гальмом з номінальним гальмівним моментом 15 Н·м, пультом управління (рис. 1) - графічною панеллю оператора ОВЕН ИП320, електрошкафою та іншими складовими елементами.

Рис. 1. Передня панель пульта управління лабораторною установкою

Висновки. Установка передана НУХТ в тимчасове користування, залишається відкритим питання передачі з комунальної власності в державну (на баланс НУХТ), що на сьогодні є законодавчо неврегульованим та обтяженим завданням.



2. Дослідження характеристик фасувального мехатронного модуля дозування в'язких харчових продуктів

Лілія Слюсар, Дмитро Скула, Сергій Токарчук, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технологічний процес фасування в'язких харчових продуктів у сучасних пакувальних машинах реалізується із застосування різноманітних конструктивних схем виконання функціональних модулів машин та із реалізацією різних траєкторії руху споживчих упаковок. Актуальною є проблема розробки нового обладнання, яке б не лише підвищувало продуктивність праці, було б більш надійним та довговічним, а й дозволило зменшити собівартість продукції.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обрано фасувальний мехатронний модуль, призначений для дозування рідких та в'язких харчових продуктів на основі ерліфтного об'ємного способу формування дози. Процеси, які протікають в елементах фасувального мехатронного модуля під час відокремлення та переміщення дози в'язкої харчової продукції є предметами дослідження. В ході обробки теоретичних та експериментальних результатів застосовано декілька методів обробки: аналітичний, математичного моделювання, порівняльний, теоретико-емпіричний.

Результати. З метою вирішення поставленого завдання розроблено компоновальну схему експериментальної установки та створено систему із ерліфтним підведенням в'язких харчових продуктів до дозувально-фасувального пристрою. Досліджено моделі об'єкта регулювання пневматичної мережі із застосуванням ресиверу. Загальний вид фасувального мехатронного модуля наведено на рис. 1. Систему оснащено цифровим витратоміром для забезпечення зворотного зв'язку із керуючою системою відсікання сформованої дози продукту.



Рис. 1. Експериментальний стенд для дослідження дозувальних ерліфтних модулів: а) загальний вид експериментальної установки; б) графіки зміни основних параметрів системи: 1 – ресивер подачі продукту (під тиском 1,5 бара); 2 – графіки досліджуваних параметрів; 3 – витратомір; 4 – контрольно-вимірювальний блок із датчиками тиску.

Здійснено математичне моделювання оптимального порційного дозування гліцерину, олії. Визначено параметри математичної моделі дозування та розроблено математичну модель поетапного фасування.

Висновки. Обрано чисельні методи для розрахунку оптимальних режимів керування фасувальним мехатронним модулем. Розроблено експериментальну установку для ерліфтного об'ємного дозування рідких та в'язких харчових продуктів із контрольно-вимірювальними пристроями.

3. Дослідження функцій ресиверів в структурі пневмопривода Юлія Муравйова, Євген Кирильчук, Іван Д'яченко, Людмила Кривопляс-

Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальним напрямком розвитку пневматичних приводів та систем керування технологічними процесами, є впровадження енергоефективних технічних рішень. Використання ресиверів, як акумуляторів стисненого повітря в мережі живлення та керування пневмоприводами – дає можливість знизити пульсації енергомережі; стабілізувати тиск; знизити навантаження на компресор; знизити витрати енергії.

Матеріали і методи. Дослідження проводились на розробленому авторами експериментальному стенді для стабілізації та акумулювання тиску в мережі різних за конструктивними ознаками приводів. Об'єкт дослідження – ресивер у складі пневматичного приводу циклічного типу. В ході дослідження визначені основні технічні параметри роботи ресиверу у складі пневматичного таймера, бустера (підсилювача тиску) та акумулювального пристрою. У якості методів дослідження використано методи газодинамічного аналізу приводу, методи математичної статистики під час опрацювання отриманих результатів.

Результати. Досліджено моделі об'єкта регулювання пневматичної мережі із застосуванням ресиверу на експериментальному стенді (рис.1).

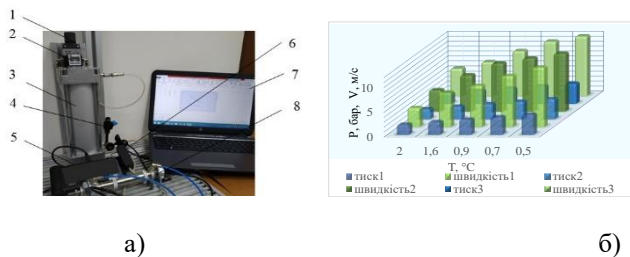


Рис. 1. Експериментальний стенд для дослідження технічних параметрів ресивера у складі пневмоприводів:

а) загальний вид установки; б) графіки зміни основних параметрів системи;

1 – регулятор тиску PR; 2 – цифровий манометр; 3 – ресивер; 4 – трубопровід із змінними насадками; 5 – цифровий вимірювальний комплекс; 6 – цифровий анемометр; 7 – комп'ютер; 8 – пневмоциліндр двосторонньої дії.

Метод експериментального дослідження реалізується n-ю кількістю вимірювань. Критерієм зупинки дослідного процесу є значення: P – тиску на виході із системи з ресивером; V – зміни швидкості потоку стисненого повітря; Q – об'ємні витрати енергоресурсу. Оптимальні характеристики пневмоприводів із застосуванням ресиверів, задавались відповідно до технічних стандартів експлуатації та залежно від нормованих значень метрологічних характеристик, що висуваються до дослідних систем.

Висновки. Ітераційний метод дозволяє визначити уточнені параметри пневмоприводу, які використовуються для умов ефективної експлуатації пневмоприводів із акумулювальними елементами.

Література: Tsai, D.H. Dynamic Behavior of a Simple Pneumatic Pressure Reducer [Text] / D.H. Tsai, E.C. Cassidy // Journal of Basic Engineering. ASME International. — 1961. — Vol. 83, № 2. — P. 253–264. doi:10.1115/1.3658938

4. Створення та дослідження конструкції механічного захоплювального пристрою на засадах біоніки

Дмитро Данюк, Тетяна Крючкова, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Потреба створення нових конструкцій захоплювальних пристроїв з розширеними функціональними можливостями призвела до появи нової філософії проектування таких об'єктів, яка базується на використанні засад біоніки. Саме способи захоплення об'єктів живими організмами (тваринами та людиною) покладені в основу функціонування нового покоління захоплювальних пристроїв.

Матеріали та методи. За результатами огляду та аналізу наукових робіт та патентів захоплювальних пристроїв вітчизняних та закордонних виробників було запропоновано нову конструкцію механічного захоплювального пристрою на засадах біоніки для робототехнічних комплексів групового пакування з подальшим їх інтегруванням в індустрію 4.0.

Було досліджено довговічність та якість конструктивних елементів захоплювального пристрою, виготовлених з різних полімерних матеріалів. Для цього експериментальна установка була запрограмована в автоматичний режим роботи з циклічною роботою пальців захопленням. Амплітуда та частота прогину робочих поверхонь пальців становила до 10 мм та 2 Гц відповідно. Результати дослідження представлені на (рис.1).



Рис. 1. Вид та місце руйнування пальця після випробування на втому, виготовленого з матеріалу: а) ABS; б) PLA; в) Elastan

Результати. За результатами експериментальних випробувань була визначена залежність кількості циклів роботи захоплювального пальця до руйнування як функції сили, що прикладається пальцем до об'єкту (рис.2.).

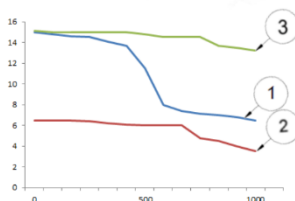


Рис. 2. Результати експериментальних досліджень кількості циклів роботи захоплювального пальця до руйнування як функції сили, що прикладається пальцем до об'єкту для матеріалів: 1 - ABS ; 2 – PLA; 3 – Elastan.

Висновки. За результатами аналітичних та експериментальних досліджень встановлено, що зразки пальців, надрукований з матеріалу Elastan характеризуються найбільшimi функціональними можливостями та стабільною роботою до 4000 циклів. Подальше його використання характеризується лише незначним зниженням, що призводить до руйнування елементів жорсткості біля 5500 циклу.

5. Обґрунтування вибору раціональних параметрів шнекової транспортної системи для переміщення споживчих упаковок з одночасним їх розвертанням

Коваль Віталій, Шешлюк Олексій, Деренівська Анастасія
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пошук та визначення раціональних параметрів роботи транспортних систем пакувального обладнання забезпечує зниження матеріальних та енергетичних втрат, підвищення тривалості експлуатації, зниження часових втрат на налагодження, організоване та узгоджене переміщення упаковок з попередженням затороутворення, цілісність пакованої одиниці. Шнекові конвесери мають продуктивність значно вищу за попереднє технологічне обладнання, плавно змінюють режим роботи та дозволяють одночасно суміщувати декілька технологічних операцій. Незважаючи на ці переваги, повної методики розрахунку та вибору їх раціональних параметрів - режиму роботи та геометрії, - на сьогодні не існує.

Матеріали і методи. Метою проведеного дослідження стало встановлення закономірностей зміни профілю шнекового конвесера залежно від кінематичних параметрів та організації процесу переміщення упаковок прямокутного перерізу, а також можливих шляхів інтенсифікації операції перевантаження. Об'єктом дослідження обрано шнекову транспортну систему, що використовується для переорієнтації упаковок прямокутного перерізу на кут 90^0 . Методами дослідження є теоретичний аналіз роботи шнекової транспортної системи, 3D- та математичне моделювання.

Результати. Результати проведеного 3D-моделювання шнекової транспортної системи для переорієнтації упаковки прямокутного перерізу на кут 90^0 наведено на рис. 1, а наслідком аналітичного дослідження стало визначення основних геометричних параметрів шнекової транспортної системи. Були описані характерні твірні лінії профілю шнеків:

$$\begin{cases} x = (R - (R - 0.5b) \cdot K_{\beta}) \cdot \cos(\alpha \cdot K_{\alpha}); \\ y = (R - (R - 0.5b) \cdot K_{\beta}) \cdot \sin(\alpha \cdot K_{\alpha}); \\ z = L_p \cdot K_l \end{cases}$$

де x, y, z – координати точок твірної лінії шнека / переміщення упаковки; R – радіус шнека; b – ширина упаковки; L_p – робоча довжина шнека; K_{α} ; K_{β} ; K_l – безрозмірний коефіцієнт приросту кута обертання шнека, розвертання упаковок під час переорієнтації на кут $\beta = 90^0$ та робочої довжини шнеків.

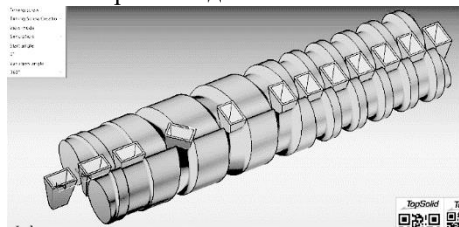


Рис. 1. Результати 3D- моделювання шнекової транспортної системи

Висновки. Дослідження процесу перевантаження упаковок дає можливість визначити раціональні геометричні параметри профілю шнеків, що забезпечать технологічний процес переміщення, з одночасною переорієнтацією на кут 90^0 , упаковки за певним законом переміщення, а також високопродуктивну безвідмовну роботу пакувальної лінії.

6. Визначення раціональних параметрів шнекового конвеєра транспортної системи для переміщення ряду споживчих упаковок

Роман Касіячук, Віталій Коваль, Анастасія Деренівська
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пакувальні машини-автомати для забезпечення технологічного процесу виробництва пакованої продукції різні за конструкційними ознаками та структурними елементами. Вони містять багато різноманітних функціональних модулів та переважувальних пристроїв, зокрема шнекові конвеєри.

Шнековий конвеєр виконує різні за характером операції, спільні для всіх типів упаковки харчової продукції: відокремлення одиничних упаковок з ряду; покрокове розміщення упаковок; групування та орієнтування упаковок відносно наступних технологічних операцій; подавання ряду упаковок в наступні технологічні модулі пакувальної лінії/обладнання (рис. 1); вистій упаковки для проведення технологічних операцій; переорієнтування упаковок та комбінування їх потоків.



Рис. 1. Технологічні схе-

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження обрано шнекову транспортну систему, що використовується для подавання ряду упаковок в наступні технологічні модулі пакувальної лінії/обладнання. Методами дослідження є теоретичний аналіз роботи шнекової транспортної системи та математичне моделювання.

Результати. Результатом проведеного дослідження стало визначення основних геометричних і кінематичних параметрів шнека та споживчої упаковки круглого перерізу за закону руху упаковки форми паралелепіпеда.

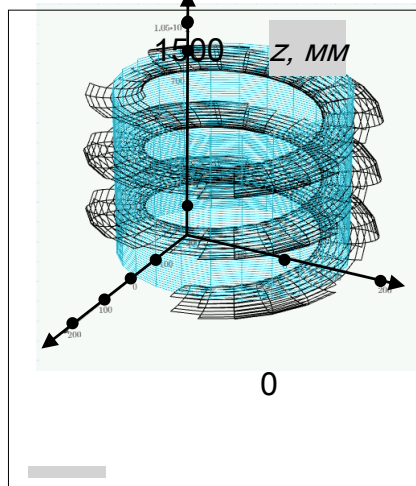
Проведене аналітичне дослідження дало можливість отримати залежності для визначення геометричних параметрів поверхні контакту шнекового конвеєра та споживчої упаковки, під час переміщення її без прискорення (рис.2):

$$\begin{cases} x = [R + r \cdot \cos(\alpha \cdot Kt)] \cdot \cos(\beta \cdot Kt); \\ y = [R + r \cdot \cos(\alpha \cdot Kt)] \cdot \sin(\beta \cdot Kt); \\ z = r \cdot \sin(\alpha) + Lp \cdot Kt, \end{cases} \quad (1)$$

де x, y, z – координати точок поверхонь шнека та упаковки; R, r – радіуси осьовий шнека та перерізу упаковки; Lp – робоча довжина шнека; Kt – безрозмірний коефіцієнт приросту часу; $\alpha, \beta = 0 \dots 360^\circ$.

Висновки. Дослідження процесу перевантаження ряду споживчих упаковок в шнековій транспортній системі дало можливість визначити раціональні геометричні параметри профілю шнека, для забезпечення безперебійної високопродуктивної роботи пакувальної машини-автомату / пакувальної лінії.

Література. Деренівська, А.В. Дослідження кінематики операції переміщення упаковки у формі паралелепіпеда за допомогою шнекового конвеєра в пакувальних машинах-автоматах / А.В. Деренівська, О.М. Гавва, Л.О. Кривопляс-Володіна // Харчова промисловість. - 2012. - Вип. 13. – С. 180-184.



7. Пристрій для виймання штучних предметів із тари

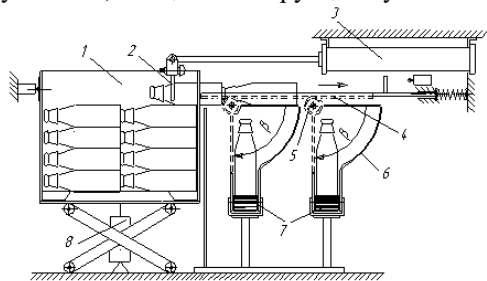
Роман Смоляр, Геннадій Валіулін, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Можливості механізації та автоматизації для фасування продуктів у скляну тару різноманітної ємкості, можуть бути реалізовані за якісного виконання операцій. Як по вийманню так і кінцевих операцій по вкладанню такої продукції в транспортну тару.

Матеріали і методи. Конструктивні рішення машин по вийманню предметів із тари дозволяють використовувати різні типи конструкцій пристроїв, що забезпечує великий діапазон зміни динаміки характерних технологічних процесів. Для дослідження була використана система переорієнтації пляшок із горизонтального положення в вертикальне за допомогою поворотних стулок, що приводяться в рух зубчастою рейкою.

Результати. Для забезпечення мінімального інтервалу часу між фасуванням продукції і появою її на прилавках магазинів, сучасне пакувальне обладнання має мати високу продуктивність. Існує багато конструкцій як виймальних так і укладальних машин, що поділяють за принципами дії, типом захватних елементів, конструкцією виконавчих або приводних механізмів, видом траєкторії руху масиву упаковок, тощо. Конструкція сучасного високопродуктивного комплексу досить



складна. Він складається з вузлів модулів, які поопераційно вирішують поставлені задачі і мають свої індивідуальні приводи. Запропонована схема виймальної машини [2, 3], де поступальний рух захоплювальної головки для горизонтального виймання пляшок за певною траєкторією замінено на захоплювальну рейку з пневмоприводом.

Рис. 1. Пристрій для виймання штучних предметів із тари

1 – тара, 2 - захватна рейка, 3 – пневмоциліндр, 4 - зубчаста рейка, 5 - зубчасте колесо, 6 – жолоб, 7 - пластинчасті конвейери, 8 - привод підйому тари.

Висновки. Описаний варіант принципового влаштування пристрою по вийманню предметів із тари надає можливість спростити виконавчий механізм виймальної машини конструктивно, зменшити динамічні складові навантаження шляхом оптимізації траєкторії руху масиву пляшок з одночасною їх переорієнтацією.

Література

1. Безпалько А.П., Валіулін Г.Р., Якимчук М.В., Костюк В.С. Виконавчі механізми укладальних машин в лініях фасування. // Упаковка. – 2014. - № 4. – С. 50 – 54.
2. Патент України на корисну модель №116297, МПК (2017.01) В65В 21/00 В65В 21/08 (2006.01) бюл. № 9, 10.05.2017 Пристрій для виймання горизонтально укладених пляшок з транспортної тари. Валіулін Г.Р., Костюк В.С., Кривопляс-Володіна Л.О.

8. Модернізація автоматичного комплексу KronesRobobox для укладання штучних вантажів на піддони

Віталій Бабич, Валерія Артемчук, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Роботизовані автоматичні комплекси все ширше застосовуються для укладання тарних вантажів з харчовим продуктом на піддони. Більшість таких робочих систем обладнанні маніпуляторами, за допомогою яких і відбувається переміщення тарних вантажів. Продуктивність роботизованих комплексів укладання тарних вантажів на піддони складає до 25 циклів укладання за хвилину.

Матеріали і методи. На основі проведеного аналізу конструкцій сучасних ліній пакування було визначено, що виробники автоматичних укладальників традиційно орієнтуються на критерій забезпечення високої продуктивності укладання і як наслідок використання високошвидкісних та дорогих роботизованих комплексів. Поряд з цим, спостерігається тенденція по створенню нових, недорогих автоматичних комплексів для укладання тарних вантажів на піддони. Прикладом такого підходу є укладальник KronesRobobox (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Автоматичний комплекс KronesRobobox для укладання тарних вантажів на піддони:

а) захоплювальний пристрій для тарних вантажів; б) укладальник KronesRobobox

Результати. Для забезпечення цілісності тарних упаковок з харчовими продуктами в процесі укладання роботизованим комплексом KronesRobobox було запропоновано нову мехатронну систему відслідковування зусилля утримання тарних вантажів з урахуванням їх розмірів, дизайну та матеріалів. Передбачається що «інтелектуальна» складова системи автоматично буде визначати розміри та маси вантажів з подальшою оптимізацією їх переміщення по швидкодії. Поряд з цим для забезпечення більшої точності позиціонування тарних вантажів на піддоні запропоновано замінити пневматичні приводи на електричні сервосистеми.

Висновки. На основі результатів технологічних розрахунків запропонованої модернізації автоматичного комплексу KronesRobobox можна стверджувати, що модернізована версія отримує цілу низку суттєвих переваг. Так, поряд зі збільшенням продуктивності на 20 %, в системі реального часу забезпечується постійний контроль зусилля захоплення та утримання тарних вантажів з розрахунком оптимальних кінематичних та динамічних параметрів для їх переміщення.

9. Пакування в модифікованому газовому середовищі

Тетяна Лук'яненко, Андрій Коцюбанський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Навряд чи хтось буде сперечатися з тим, що найкраща їжа - свіжа, щойно приготована. Хрустка скоринка і аромат, блиск свіжої нарізки і соковитість страв при тривалому зберіганні, безумовно, втрачається, падає зовнішня привабливість і смакові властивості продукції, знижується споживчий інтерес. Нові технології упаковки, поєднуючи «приємне» з «корисним», якраз і покликані забезпечити тривалу свіжість готової продукції в умовах постійної боротьби за економічну ефективність.

Матеріали і методи. Однією з таких технологій і є упаковка в захисній атмосфері, яка застосовується в секторі високоякісної продукції «здорового харчування». Технологія збереження продуктів за допомогою модифікованого газового середовища отримала загальноприйняту англomовну назву MAP (Modified Atmosphere Packaging).

Результати. Упаковка в модифікованому газовому середовищі є найсучаснішим способом збереження якості та свіжості продуктів харчування, оскільки дозволяє в кілька разів збільшити термін зберігання без заморожування і при цьому повністю виключити застосування хімічних добавок і консервантів.

Суть пакування в модифікованому газовому середовищі - в заміщенні атмосферного повітря сумішшю атмосферних газів, яка пригнічує розмноження мікроорганізмів. Природні гази, якими ми дихаємо: азот, кисень і двоокис вуглецю в необхідних пропорціях використовуються для виробництва газової суміші BIOGON, в якій чудово зберігаються свіжі продукти харчування.

Також необхідно пам'ятати, що самої підтримки складу, чистоти і вологості газової суміші недостатньо, щоб забезпечити харчову безпеку. Необхідно використовувати якісні сертифіковані лотки і плівку з високими бар'єрними властивостями, щоб не допустити потрапляння кисню в лоток із зовнішнього середовища при зберіганні продукції.

Для кожного типу продукції існує своє середовище та рекомендований термін зберігання. Дана технологія дає можливість відмовитися від консервантів, та забезпечити тривалий термін зберігання продукту.

Обіди, упаковані в MAP-упаковці можна віднести до категорії «здорового харчування», інтерес до якого з боку споживача стає дедалі більшим. Все більше людей усвідомлюють, що людина є тим, що вона їсть, а продукти без канцерогенів генетично модифікованих інгредієнтів і «хімічних» добавок стають все більш популярними.

Мінімізація будь-яких хімічних добавок, штучних барвників і консервантів в сукупності з різким зниженням канцерогенів і розширенням пропозиції дієтичного асортименту є особливо актуальними саме для виробничого харчування. Нова технологія дозволяє успішно вирішувати ці завдання.

Висновки. Підводячи підсумки, можна сказати, що сьогодні є найширший вибір техніки, матеріалів і технологій упаковки. Тому особливе значення набуває позитивний досвід запровадження нових пакувальних технологій та швидкого реагування на потреби ринку. З забезпеченням доступу споживача до якісної здорової їжі.

10. Фазові переходи в умовах вакуумних технологій
Тетяна Нікітіна, Ірина Максименко, Костянтин Васильківський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З екологічної точки зору представляють інтересів вакуумні технології пакування, сфера використання яких стосується значного переліку продукції: м'ясо, риба, овочі, фрукти, соки, сири, ковбасні вироби, морепродукти тощо). Таке поширення пов'язано з гарантованою безпекою вакуумного пакування і достатньо високим технічним рівнем універсального обладнання.

Матеріали і методи. Дослідження стосувалися особливостей і відмінностей технологій вакуумної обробки середовищ з відносно подовженим підтриманням у часі термодинамічних параметрів і за відповідного енергетичного забезпечення на основі створення замкнених енергетичних контурів та перетворення внутрішньої енергії на основі закономірностей фазових переходів, енергетичних і матеріальних балансів в умовах процесів, наближених до адіабатних.

Результати дослідження. Вакуумне випаровування рідинної фази супроводжується необхідністю безперервного підведення енергетичного потоку, який повинен компенсувати втрату теплової енергії у зв'язку з генеруванням парової фази. Така компенсація доповнюється енергетичними витратами, пов'язаними з виведенням з системи утворюваної парової фази за рахунок використання вакуумних насосів або термобарометричних конденсаторів.

При цьому очевидно, що за використання вакуумних насосів парова фаза повинна стискатися мінімально до величини атмосферного тиску або до показника, що атмосферний тиск перевищує. За вказаних умов виникає можливість використання вторинної пари в локальному енергетичному контурі для подальшого підтримання її генерування. Доцільність створення локального енергетичного контуру визначається показниками енергетичного балансу. Відомо, що теплота утворення парової фази і теплота її конденсації залежать від тисків, зі збільшенням яких вона зменшується. Це означає, що зі зближенням тисків випаровування середовищ і тисків виведення пари з системи різниця між тепловою пароутворення і конденсації пари зменшується. З точки зору інтересів оцінки термодинамічних параметрів використано умови енергетичних балансів. При цьому враховується стан вологої насиченої пари за показниками тиску, температури і ступеня сухості. Температура вологої пари є функцією тільки тиску, а величина ступеня сухості має визначальний вплив в енергетичних трансформаціях.

Висновки. У зв'язку з існуючими залежностями між тиском і температурою кипіння розчинів та харчових середовищ доцільним є поєднання режимів вакуумування з адіабатними фазовими переходами в пошуках можливостей досягнення летальних ефектів по мікрофлорі і для створення замкнутих енергетичних контурів.

Література.

1. Інтенсифікація тепломасобмінних процесів в харчових технологіях: монографія / Соколенко А.І. та ін. Київ: Фенікс, 2001. 536 с.
2. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка: підручник для студентів енергетичних спеціальностей ВНЗ. 2. вид., випр. Київ: Техніка, 2006. 319 с.

11. Дослідження та модернізація машини для пакування харчової продукції в полімерну упаковку типу flow-pack із горизонтальною компоновкою
Кучер В'ячеслав, Геннадій Валіулін, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні в супермаркетах більше 90 % всіх товарів - це саме упаковка для якої використовується обладнання ФЛОУПАК що призначено для швидкісної упаковки штучних або групових виробів в пакет типу «Flow-pack».

Матеріали і методи. Потокові конвеєрні машини флоупак можуть забезпечувати проведення технології упаковки харчових продуктів під вакуумом, в модифікованому газовому середовищі, що є перспективним і одночасно дорогим. Для того, щоб інвестиції в устаткування виправдали себе і продукт, що поставляється, реалізував всі переваги даного способу упаковки і зберігання, необхідно правильно підбирати харчові газові суміші і виконувати певні вимоги до в витратних матеріалів.

Результати. Основними відмітними особливостями упаковку типу flow-pack є: універсальність - можливість налаштування машини для упаковки різного виду товарів, з можливістю подальшої переналаштування; низька собівартість упаковки, по відношенню до інших типів і способів пакування; висока швидкість конвеєра - це велика продуктивність, що знижує собівартість упаковки; привабливий зовнішній вигляд; легкість відкриття пакету - оригінальний вид торцевих швів дозволяє легко відкрити упаковку, що є безсумнівною зручністю. Використовуються автоматичні пакувальні системи типу flow-pack вертикальні і горизонтальні. Вертикальна машина застосовується для пакування сипкої продукції, а горизонтальна – для м'яса, риби, сиру, кондитерських виробів. Автоматичні лінії мають досить складну структуру. Така лінія складається із наступних функціональних модулів: дозування - вкладання в термоформовану тару або пакет; вакуумування і герметизація; маркування і етикетування.

В системах пакування харчової продукції в полімерну упаковку типу flow-pack із горизонтальною компоновкою використовується пристрій повздовжнього зварювання плівки, який створює можливість безперервного формування заготовки упаковки та проведення процесу подачі матеріалу і продукту. Метою вдосконалення є пошук можливостей спрощення конструктивних рішень виконавчих елементів та збільшення продуктивності машини за рахунок модернізації складових деталей та вузлів, що впливають на наявність зазору між плівкою під час її зварювання.

Для дослідження було розроблено макет пристрою регулювання зазору в механізмі повздовжнього зварювання, що забезпечує можливість зміни сили притискання зварних та протягувальних роликів. Це створює розширені експлуатаційні можливості стосовно використання пакувальних матеріалів різних видів та товщини. Також було звернуто увагу на процес отримання готової упаковки з використанням відрізного ножа, розглянуто та розраховано різні кути і форму відрізного ножа, що підвищує зносостійкість для безвідмовної тривалої роботи. Для транспортування готових упаковок використано сучасний стрічковий конвеєр.

Висновки. Виконані дослідження дали можливість розробити пристрій регулювання зазору в механізмі повздовжнього зварювання, що дозволяє забезпечити оптимальні сили притискання зварних та протягувальних роликів і розширити асортимент пакувальних матеріалів які можуть використовуватися.

12. Розробка та дослідження роботи установки для гібридного сонячного освітлення підприємств харчових виробництв

Марія Аліпатова, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Застосування нових типів освітлення приміщень передбачає використання конструкцій освітлювачів, які працюють на альтернативних видах енергії. Основним недоліком даних конструкцій є низький рівень ККД.

Матеріали та методи. Запропонована нова конструкція експериментальної установки для гібридного сонячного освітлення. Основним енергетичним джерелом запропонованої конструкції є сонячне світло. Конструкція установки складається з корпусу 2 (рис.1), лінз Френеля діаметром 70 мм зі змінним фокусними відстанями 40, 50 та 70 мм та оптоволоконного кабелю 3 діаметром 10 мм.

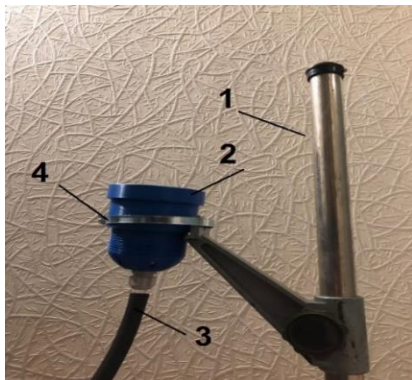


Рис. 1. Експериментальна установка:

1 - утримувач; 2 - корпус для лінз Френеля;
3 - оптоволоконний кабель; 4 - хомут.

Промені сонячного світла падають на поверхню лінзи Френеля. Поверхня лінзи Френеля має ступінчасту поверхню, що дозволяє концентрувати промені від джерела світла на малу площину в центрі якої зафіксований оптоволоконний кабель. Фокусна відстань конструкції регулюється за допомогою різьбового з'єднання між корпусом та нижньою частиною. Елементом переносу світла є оптоволоконний кабель.

Результати. Результати дослідження роботи експериментальної установки для гібридного сонячного освітлення були проведені у денний час за допомогою передачі сонячного світла без додаткових витрат енергії для різних фокусних відстаней. На першому етапі досліджень було визначено зміну інтенсивності світла на виході із оптоволоконного кабелю за допомогою люксметра. Результат досліджень представлено у вигляді графіка (рис. 2).

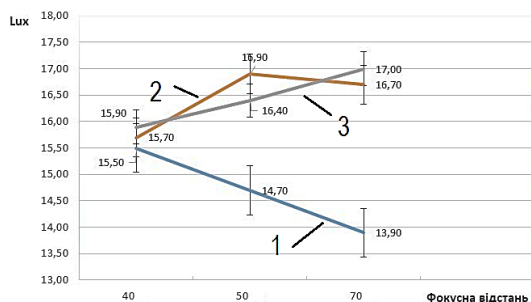


Рис. 2. Залежність інтенсивності освітлення на виході із оптоволоконного кабелю від зміни фокусної відстані лінз Френеля: 1 - 40мм; 2 - 50мм; 3 - 70мм.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що найбільша інтенсивність освітлення на виході із оптоволоконного кабелю забезпечує фокусна відстань 70 мм (17 люксів). В порівнянні з фокусною відстанню 40 мм отримана інтенсивність зросла на 18,2 %, а з 50 мм на 1,7 % при однаковому умовах освітлення.

13. Дослідження температурних режимів у пристроях пресування для виготовлення полімерних стаканчиків

Прийма Марина, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес пресування полімерних стаканчиків характеризується трьома основними показниками - тиском, температурою і часом витримки. Зміна цих технологічних параметрів позначається не тільки на тривалості технологічного циклу пресування, а й на якості готових виробів. Визначення впливу температурного режиму на властивості виготовлених стаканчиків вимагає подальшого дослідження.

Матеріали та методи. За результатами огляду та аналізу наукових робіт та патентів пристроїв і механізмів пресування вітчизняних та закордонних виробників було встановлено, що підвищення температури пресування дозволяє зменшити тривалість циклу пресування і сприяє підвищенню фізико-механічних властивостей виробів. Вибір температури пресування полімерних стаканчиків залежить від швидкості кристалізації матеріалу, вмісту вологи, плинності, конфігурації форми виробу, конструктивних особливостей прес-форми та обраної технології пресування.

Результати. За результатами експериментальних випробувань була запропонована система попереднього підігріву матеріалу та додаткова операція підпресування. Експериментально доведено, що застосування удосконаленої технології пресування дозволяє зменшувати тривалість циклу пресування та знизити питомий тиск пресування (таблиця 1).

Таблиця 1

Характеристики режимів пресування полімерних виробів

Марка полімерного матеріалу	Пряме пресування			Витримка тиском
	Температура °С		Питомий тиск, МПа	
	При попередньому підігріві	Без попереднього підігріву		
Фенопласти				
Ударостійкий У1-301-07	160...180	150...180	24..84	1,0...1,5
Армований Вх5-010-73	160..170	150..170	24...34	1,0...2,5
Шаруватий К-114-35	160...170	150...160	30..40	0,8...1,0

Поряд з цим спостерігається швидке зниження плинності полімерного матеріалу, що накладає температурні обмеження, особливо при виготовленні тонкостінних стаканчиків. Доведено, що пресування при підвищеній температурі сприяє поліпшенню зовнішнього вигляду стаканчиків - поверхня стає блискучою і глянцевою, але подальше зростання температури призводить до руйнування зовнішнього вигляду - на поверхні виникають зони здуття та тріщини.

Висновки. За результатами аналітичних та експериментальних досліджень встановлено, що застосування удосконаленої технології пресування дозволить зменшити тривалість циклу пресування до 17 % та одночасно знизити питомий тиск пресування до 21 %.

14. Оптичний мехатронний модуль для сортування ПЕТ-пляшок

Харкевич Анна, Микола Якимчук, Світлана Мироненко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використані полімерні пляшки сортують за кольором, розміром та матеріалом. Для сортування використовуються інноваційні технології високошвидкісної зйомки.

Матеріали і методи. Найбільш простим способом сортування – є автоматичне сортування з використанням високошвидкісної зйомки. Під поняттям високошвидкісної зйомки розуміють мехатронну систему, яка складається з нерухокої камери та оптичної системи із двома рухомими дзеркалами (рис. 1) 1 - вторинне дзеркало; 2 - первинне дзеркало. Первинне дзеркало може переміщатися навколо вторинного на кут γ ; воно має дві обертальні степені свободи - α (азимут) і β (вища точка). Визначення матеріалу відбувається шляхом сканування камерою спеціального коду на ПЕТ-пляшці (рис. 2).

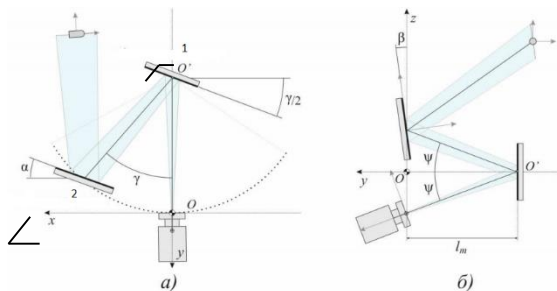


Рис. 1. Оптична схема: вид зверху (а), вид збоку (б).

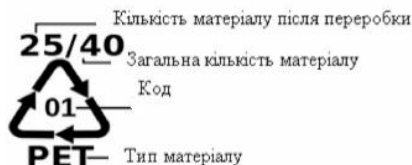


Рис. 2. Вигляд універсального реєстраційного коду

Результати. Дослідження проводились шляхом орієнтування двох дзеркал для забезпечення відображення реєстраційного коду ПЕТ-пляшки в камеру. Результати експериментальних досліджень підтвердили можливість зчитування камерою реєстраційного коду на поверхні використаної полімерної пляшки в потоковому технологічному процесі сортування. Отримана інформація дає можливість в подальшому сортуванні використані пляшки за матеріалом та кольором.

Висновки. Експериментально встановлено, що використання високошвидкісної зйомки для процесів сортування полімерних пляшок є перспективним способом реалізації визначення матеріалів використаних ПЕТ-пляшок. Отримані результати можуть використовуватись для розроблення нових ліній сортування.

15. Аналіз конструкцій і класифікація пристроїв для пресування вторсировини Роман Чернюк, Олександр Тарасюк, Олександр Ковальов Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У більшості заготівельних підприємств, здійснюється процес сортування відходів і створення з них окремих блоків. Для економічного обґрунтування області застосування тих чи інших типів пресів, визначення основних тенденцій розвитку технологій і конструкцій систем пресування, зроблений аналіз існуючого обладнання і запатентованих технічних рішень, а також розроблена класифікація такого обладнання.

Матеріали і методи. Кваліфікаційними ознаками, прийняті критерії, які суттєво впливають на конструкцію і технічні характеристики даного типу обладнання.

Результати. Пресування використовується для створення транспортних упаковок з макулатури, пластику, відходів металу та деревини (як паливни брикети). На заготівельних підприємствах використовуються, як спеціалізовані, так і універсальні машини, з можливістю переналаджування на різні розміри пресованих блоків і виду вторсировини. При аналізі розглядалося типове обладнання та пристрої найбільш оригінальних і перспективних конструкцій. Реально на сортувальних пунктах використовується велика кількість конструкцій пресів і подібних за призначенням пристроїв, які відрізняються за технологією і конструктивним виконанням, системами керування, продуктивністю, комплектацією, наявністю додаткових вузлів та механізмів та ін. Класифікація систем пресування вторсировини за найбільш характерними ознаками, представлена в таблиці.

Кваліфікаційна ознака (параметр)	Характеристика груп ділення								
За типом виконавчого механізму	Гідравлічні системи пресування	Важільні виконавчі механізми	Пневматичні системи	Шнекові системи	Рейкові механізми	Передача гвинт - гайка	Вібраційні системи	Комбіновані пристрої	
За принципом роботи	Безперервної дії				Циклічної дії				
За напрямком руху виконавчого механізму	Горизонтальний поступальний рух		Вертикальний поступальний рух			Обертальний рух			
За кількістю камер	Однокамерні		Двох камерні			Багатокамерні			
Використання додаткових механізмів	З системою обв'язування кипи		З механізмом виштовхування кипи			транспортування та накопичення			

Висновки. Результати аналізу обладнання і технологій роботи з відходами, дозволили визначитися з напрямками розвитку систем пресування, перспективними шляхами їх удосконалення для покращення технічних характеристик і зменшення експлуатаційних витрат. Матеріали дослідження плануються використати для вдосконалення конструкцій і методів розрахунку даного типу обладнання.

16. Дослідження кінематики кривошипних механізмів пресів для відходів
Сергій Ярмолюк, Михайло Трохименко, Володимир Костін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найбільш технічно складним обладнанням для підприємств збирання і попередньої обробки відходів є системи пресування. Зроблено аналітичне дослідження кінематики кривошипних механізмів які використовуються в системах пресування вторсировини.

Матеріали і методи. При дослідженні використаний аналітичний метод визначення кінематичних параметрів, що дозволить у подальшому застосувати САЕ- пакети для оптимізаційних розрахунків і CAD програми для конструювання.

Результати. При дослідженні механічного преса проаналізовані моделі кривошипно - повзунних механізмів. Кінематичні характеристики використовуються при визначенні силових параметрів пресів такого типу. Точна залежності для визначення величин ходу пресувальної пластини має вид:

$$S = R \left[(1 - \cos\alpha) + \frac{1}{\gamma} (1 - \sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha}) \right] \quad (1)$$

Спрощений вираз для $S = f(\alpha)$ можна представити у вигляді:

$$S = R \left[(1 - \cos\alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right], \quad (2)$$

а для деаксіального механізму:

$$S = R \left[(1 - \cos\alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) + k \lambda \cdot \sin\alpha + \frac{1}{2} \cdot \frac{k\lambda^2}{1+\lambda} \right] \quad (3)$$

Тут: R – радіус кривошипа; L – довжина шатуна; α – кут, що визначає положення кривошипа; β – кут, що визначає положення шатуна відносно вертикальної осі, що проходить через центр кривошипного валу; $\lambda = \frac{R}{L}$, а коефіцієнт $k = \frac{e}{R}$.

При сталому значенні кутової швидкості кривошипа ω , після перетворень залежності швидкості для аксіального і деаксіального механізмів мають вигляд:

$$V = R\omega \left[\sin\alpha + \frac{\lambda \sin 2\alpha}{2\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\alpha}} \right], \quad V = \omega R (\sin\alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha + k\lambda \cos\alpha). \quad (4)$$

Напрямок діючих сил інерції визначається напрямком прискорення, тому необхідно його враховувати. Залежність для визначення прискорень руху пресувальної пластини буде мати вигляд:

$$a = -\omega^2 R \left[\lambda \frac{(1 - \lambda^2 \sin^2\alpha) \cdot \sin^2\alpha - \cos^2\alpha}{\sqrt{(1 - \lambda^2 \sin^2\alpha)^3 - \cos\alpha}} \right] \quad (5)$$

Наближений вираз для прискорення має вигляд: $a = -\omega^2 R (\cos\alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha)$ (6)

Для дезаксіального кривошипно-шатунного приводного механізму пластини аналогічним способом отримаємо: $a = -\omega^2 R (\cos\alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha - k\lambda \cdot \sin\alpha)$ (7)

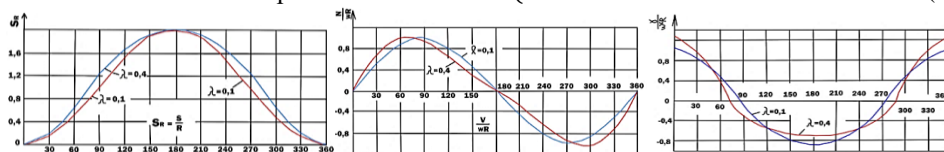


Рис. 1. Графіки переміщень, швидкостей і прискорень для кривошипного механізму пресування при різних λ

Висновки. Швидкість руху пластини пресування є функцією кута повороту кривошипа та залежить від числа оборотів останнього, від радіуса кривошипа R та параметра λ . Отримані аналітичні залежності можна використовувати для визначення кінематичних параметрів пресів при їх проектуванні.

17. Вплив поліетилену на навколишнє середовище

Анна Матвеева, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поліетилен (ПЕ) займає перше місце за об'ємами використання серед термопластичних матеріалів. Він широко використовується в різних галузях, і особливо в пакувальній індустрії.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження особливостей впливу поліетилену на навколишнє середовище. Під час виконання роботи були використані наступні методи наукового дослідження: порівняльний, аналітичний та синтезу.

Результати. У поліетиленові упаковки загорнуті 90 % харчової продукції із супермаркету. Найбільш затребуваними у торгових установах залишаються поліетиленові пакети, що характеризуються зручністю використання та на перший погляд своєю дешевизною. Забруднення навколишнього середовища відходами упаковки в сучасному світі є найбільш актуальним питанням існування людства на планеті Земля, вирішення якого вимагає негайних дій. І як без упаковки не обійтися так і без наслідків її впливу, які з кожним днем все гучніше нагадують про себе.

У виробництві ПЕ використовується свинець. Цей метал надзвичайно токсичний. Його скупчення в організмі викликає розвиток багатьох захворювань. Давно доведено, що зберігання їжі в поліетилені не приносить користі. Цю інформацію намагаються замовчувати, адже в цьому зацікавлені великі трансатлантичні компанії, які виробляють пакети та хочуть зберегти цей прибутковий бізнес. Продукти, що лежать в пакеті, швидше починають псуватися, розвивається пліснява. А при заморожуванні поліетилену, з нього виділяються токсини. Особливо небезпечно розігрівати напівфабрикати в упаковці: вчені довели, що під дією високої температури з пластику виділяється формальдегід, токсичний газ. З метою реклами на поліетилен наносяться логотипи фірм, їх роблять яскравими, помітними. В складі фарби часто є токсини, згубні для людини. Для з'єднання швів упаковки нерідко застосовують хімічний клей. Він також може згубно впливати на продукти, які потім вживає людина.

При переробці використаних упаковок відбувається виділення газоподібних продуктів, які забруднюють повітряне середовище. Основна частина газоподібних шкідливих виділень уловлюється місцевими відсосами, решта – розчиняються системами загальнообмінної вентиляції. Шкідливі виділення, які видаляють системами витяжної вентиляції, направляються на мало ефективні установки знешкодження чи розсіюються в атмосфері. Розсіювання викидів у атмосфері є найбільш простим і дешевим способом «захисту» навколишнього середовища. Однак враховуючи процеси накопичення шкідливих речовин як у ґрунті так і в воді та з урахуванням існуючого фону що має свою межу за санітарними нормами, хто може гарантувати безпечність окремо взятих ділянок кадастрової карти України.

Висновки. Істотний недолік – поліетилен погано розкладається в ґрунті, а під час згоряння виділяє токсичні речовини, що негативно впливає на навколишнє середовище.

Література

Костюк В.С. Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів / Костюк В.С., Соколенко А.І, Васильківський К.В. та ін. // Навч. посібник – К.: Кондор-Видавництво, 2013. – 402 с.

18. Полівінілхлорид та його місце в питаннях екології

Ольга Степанова, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Полівінілхлорид (ПВХ) являє собою вид полімерного продукту, до складу якого входять певні добавки. Основою цього матеріалу є етилен і хлорид натрію - компоненти переробки нафтохімічної сировини. Він широко використовується в різних галузях народного господарства.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження особливостей використання ПВХ виробниками та споживачами і впливу його на екологічні процеси навколишнього середовища. Під час виконання досліджень були використані загальнонаукові методи дослідження: порівняльного аналізу та синтезу.

Результати. В 1872 році німецький хімік Ойген Бауман відкрив ПВХ: він утворився під дією світла в розчині, що випадково було залишено на підвіконні.

За будовою ПВХ є практично аморфним полімером. Залежно від способу отримання та рецептури, з нього виходить широкий асортимент пластиків: жорстких, м'яких, прозорих і непрозорих, що експлуатуються в інтервалі температур від -80 до +90-110 °С. ПВХ як матеріал може синтезуватися різними методами. Сировина для синтезу – це на 57 % хлор, який є на Землі практично в необмеженій кількості в складі кухарської солі, і на 43 % – продукти нафтопереробки.

У пакувальній галузі ПВХ широко використовується для виробництва упаковки. У Європі щороку не менш 250 тис. тонн ПВХ використовується для виробництва пакувальних матеріалів. Основні сфери застосування: тверда плівка (51 %), пляшки (35 %), гнучка плівка (11 %) і пляшкові кришки (3 %). У якості прикладів використання ПВХ в упаковці можна привести туалетні приналежності, тубики для зубної пасти, мобільні телефони й аксесуари для них.

Про вплив полівінілхлориду на людину і навколишнє середовище дуже багато суперечливої інформації. Найчастіше ПВХ пред'являють претензії через те, що він містить у своєму складі свинець, який додається. Справа, однак, в тому, що він знаходиться в ПВХ у поєднанні з іншими хімічними елементами і тому має зовсім інші властивості, ніж токсичний металевий свинець або його водорозчинні сполуки. Стосовно утилізації використаних пакувальних матеріалів ПВХ проявляє негативні властивості. Так, характерною складністю, пов'язаною з його переробкою, є його термічна нестабільність, яка сполучається з високою в'язкістю розплаву. При нагріванні вище 135 °С у ньому починаються процеси деструкції, що супроводжуються відщепленням атомарного хлору із подальшим утворенням хлористого водню, які викликають інтенсивну деструкцію макроланцюгів, при 160 °С починає розкладатися, а при 200-250 °С 100 % вихід летких продуктів що вимагають захисту органів дихання при виділенні токсичного мономера з ГДК 6,0 мг/м³.

Висновки. Вироби з полівінілхлориду залишаються фаворитами за своєю практичністю та простотою використання. Разом із цим ПВХ вносить і свій особливий вплив в екологічний розвиток та наслідки для всього живого, враховуючи те що рівень його використання у світі залишається високим.

Література

Соколенко А.І. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості / А.І. Соколенко, В.С. Костюк, К.В. Васильківський та ін. // Підручник – К.: Кондор-Видавництво, 2015. – 398 с.

19. Розроблення методики дослідження фізико-механічних характеристик чавуну ВЧ50-2

Тарас Бутик, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наведено методику дослідження опору втоми зразків із високоміцного чавуну. Застосування оригінальної схеми навантаження дозволило отримати експлуатаційний характер руйнування зразків при випробуваннях.

Матеріали і методи. У роботі було використано загальнонаукові та спеціальні методи. Зокрема, метод аналізу і синтезу, метод узагальнення, порівняння, а також електронні ресурси.

Результати. Як відомо, вали є однією з найбільш відповідальних і напружених деталей машин механізмів, що лімітує їх ресурс і надійність. У зв'язку з цим дослідження їх міцності становить значну зацікавленість з точки зору інженерної практики. З метою зниження числа руйнувань в експлуатації і підвищення довговічності валів часто застосовують різні технологічні прийоми зміцнення. Галтельні переходи шийок валів є найбільш слабкими їх зонами. В процесі експлуатації вал двигуна внутрішнього згоряння перебуває під навантаженням крутними і згинальними моментами в площині коліна. Крутний момент - силовий фактор, що відображає функціональне призначення двигуна і який суттєво впливає на довговічність конструкції. Відтворення всього комплексу експлуатаційних умов і характерних робочих режимів - дуже складне завдання. Тому при експериментальній оцінці ефективності технологічних і конструктивних заходів, спрямованих на підвищення довговічності деталей, обмежуються порівняльними випробуваннями за спрощеними схемами, необхідні вимоги яких - відтворення місця і характеру експлуатаційних руйнувань і дотримання ідентичності схем і режимів навантаження для всіх досліджуваних варіантів. Мета цієї роботи полягала в розробці методики дослідження опору втоми зразків із високоміцного чавуну ВЧ50-2, який використовується для виготовлення таких конструкційних елементів. Розробка методики визначення характеристик міцності на втому базувалася на результатах відомих досліджень. Основну увагу приділено вибору й обґрунтування схеми навантаження зразків.

Аналіз експлуатаційних руйнувань показав, що вони відбуваються переважно на середині їх довжини, в області галтельного переходу від шийки до щоки внаслідок високої концентрації напружень, що призводить до зародження тріщин втоми саме в цих місцях. Відомо, що чутливість до концентрації напружень в галтельних переходах значно вище при згині, ніж при крученні. Локалізація експлуатаційних руйнувань в зонах галтельних переходів від шийок до щік дозволяє обмежитися дослідженням зазначених валів тільки при вигині. З іншого боку, така локалізація руйнування зумовлює спрямованість конструкційних і технологічних заходів з метою підвищення їх довговічності шляхом зниження місцевої концентрації напружень або зміцнення небезпечної зони будь-яким іншим методом. Необхідна для практичних цілей достовірність оцінки ефективності прийнятих конструктивних і технологічних рішень не може бути отримана розрахунком і вимагає проведення порівняльних випробувань на втому в умовах навантаження, які по можливості були наближені до експлуатаційних.

Висновки. Запропонована методика дослідження опору втоми матеріалу та оригінальна схема навантаження дозволили отримати характеристики близькі до експлуатаційних руйнувань валів.

20. Визначення впливу високотемпературної обробки поверхні чавуну ВЧ50-2 на характеристики міцності.

Владислав Ясичев, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення міцності і зносостійкості деталей і апаратів є актуальним завданням сучасного матеріалознавства. Одним із напрямів її вирішення є застосування зміцнюючих технологій, серед яких виділимо методи модифікування поверхні за допомогою висококонцентрованих джерел нагріву (лазерне, електронно-променево, полум'яне).

Матеріали і методи. У роботі було використано загальнонаукові та спеціальні методи. Зокрема, метод аналізу і синтезу, метод узагальнення, порівняння, а також електронні ресурси

Зміцнення поверхні є найбільш актуальним для спеціальних чавунів, призначених для роботи в умовах інтенсивного зношування. Як правило, високоміцні чавуни містять в собі легуючі добавки, що поліпшують комплекс механічних властивостей. Структура високоміцних чавунів складається з евтектичних карбідів і металевої матриці; в литому стані вони характеризуються низькими функціями, тому їх піддають об'ємній термічній обробці. Обробку їх різанням покращують відпалом для отримання феритної-карбідної структури; зносостійкість підвищують дестабілізуючим загартуванням, що формує мартенситну або мартенситно-аустенітну матрицю з дисперсними вторинними карбідами. Таким чином, досягається характерний тип мікроструктури, що може істотно впливати на зміцнюючий ефект від плазмової обробки. Мета даної роботи полягає в дослідженні міцності і зносостійкого чавуну при його поверхнево модифікуванні плазмовою обробкою. Зразки вирізали зі стержнів і шліфували для отримання необхідного розміру (10x10x25 мм). Потім їх піддавали плазмовому гарту як в початково-литому стані, так і в стані загартування при 950 °С з наступним низьким відпустком при 200 °С, та високим відпустком при 600 °С, 6 годин (ВВ). Мікроструктуру зразків досліджували за допомогою оптичного мікроскопа і електронного скануючого мікроскопа. Твердість вимірювали твердоміром Роквелла при навантаженні 50 грам.

Результати. До плазмової обробки твердість чавуну в литому стані становила 48 одиниць, після гарту і відпустку при 200 і 600 °С вона складала 59 і 38 HRC відповідно. Після гарту і низького відпустку структура матеріалу мартенситно-аустенітна з дисперсними включеннями вторинних карбідів, після гарту і високого відпустку - феритна з зернистими карбідами. В результаті плазмової обробки по НО №1 і 2 середня твердість чавуну в стані Л збільшилася на 2-3 одиниці-HRC відповідно. Плазмовий гарт чавуну в стані НО призводить до підвищення середньої твердості на 1,5 HRC (до 60,5 HRC); ще більший ефект відмічається при загартуванні з ВО №2 (64 HRC, що на 1,5 HRC вище твердості, отриманої об'ємної загартуванням без відпустки) твердість чавуну при загартуванні по режимам 3 і 4 зменшується до 57 і 55,5 HRC відповідно. Інший характер впливу плазмової обробки на твердість отриманий на образах чавуну в стані ВО. Плазмова гарт по режиму практично не змінює рівень твердості (38 HRC); В у міру переходу до режимів № 2 твердість послідовно зростає до 47, 53 і 54 HRC відповідно.

Висновки. Досліджено вплив параметрів режиму плазмового гартування на зміцнення поверхні зносостійкого високоміцного чавуну в різному структурному стані. Встановлено кореляційні зв'язки між початковою та кінцевою мікроструктурою поверхневого шару матеріалу, що досліджувався.

21. Розроблення методики дослідження механічних властивостей деревини Єгор Фузик, Анатолій Башта Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наведено методику дослідження опору втоми зразків із сосни звичайної. Застосування оригінальної схеми навантаження дозволило отримати експлуатаційний характер руйнування зразків при випробуваннях

Матеріали і методи. У роботі було використано загальнонаукові та спеціальні методи. Зокрема, метод аналізу і синтезу, метод узагальнення, порівняння, а також електронні ресурси

Результати. Здатність витримувати статичні і динамічні навантаження без зміни початкових форм або руйнування цілісності - показники механічної міцності деревини. Чим вище механічні характеристики - тим вище якість деревини.

Міцність - властивість пиломатеріалів чинити опір руйнувань. Основні види діючих зусиль: стиснення, тривалий статичний вигин, розтягнення і зсув. Показники міцності багато в чому залежать від напрямку дії сил по відношенню до волокон. Деревина може витримати поперек волокон тільки 1/20 зусиль, що витримуються уздовж волокон. Хвойні породи деревини займають проміжне місце за характеристиками міцності серед всіх видів деревини.

Непоганими показниками володіє береза, з неї можна виготовляти навантажені цілісні конструкції або окремі конструктивні елементи: нагелі, деталі меблів, зносостійкі елементи окремих архітектурних конструкцій та столярних виробів. Міцність під час стиснення поперек волокон деревини в вісім разів нижче міцності вздовж волокон. Сосна має властивість ущільнюватися до 1/3 початкових параметрів по висоті без видимих руйнувань. Випробування можуть проводитися в різних напрямках по відношенню до розташування волокон, в тому числі і тангенціальному. Сосна, на відміну від берези, в тангенціальному напрямку має більш високі показники.

Твердість. Властивість пиломатеріалів чинити опір впровадженню твердих предметів. Торцева твердість завжди вище бічної. По твердості дерево поступається більшості будівельних матеріалів.

Ударна в'язкість. Здатність поглинати динамічні навантаження без видимих руйнувань або порушень лінійності поверхні. Деревина має відносно великі значення ударної в'язкості.

Розколювання. У радіальній площині опір розколювання сосни істотно менше, ніж в інших напрямках.

Зносостійкість - здатність протистояти тривалих навантажень тертя на поверхневій зоні деревини. Важлива характеристика, що робить вплив на час експлуатації виробів і конструкцій з дерева. Залежить від напрямку розпилу і природних властивостей деревини. Найбільш високі показники мають торцеві поверхні, на другому місці тангенціальний розпил. Суха деревина зношується значно повільніше, ніж волога.

Висновки. Запропонована методика дослідження опору втоми матеріалу та оригінальна схема навантаження дозволили отримати характеристики близькі до експлуатаційних руйнувань деревини.

22. Сучасні композитні матеріали

Ярослав Білик, Андрій Коцюбанський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Традиційні конструкційні металеві та неметалеві матеріали в значній мірі досягли своєї межі конструктивної міцності. Разом з тим розвиток сучасної техніки вимагає створення матеріалів, що будуть надійно працювати в умовах складної комбінації силових і температурних полів, при впливі агресивних середовищ, випромінювань, глибокого вакууму і високого тиску. Іноді вимоги, що висуваються до матеріалів, можуть носити суперечливий характер. задовольнити ці вимоги можна шляхом використання композиційних матеріалів.

Матеріали і методи. Композитні матеріали набули широкого розповсюдження вже на початку двадцятого століття. Композитним матеріалом (КМ), або композитом називають об'ємну гетерогенну систему, що складається з компонентів, що сильно відрізняються за властивостями, будова якої дозволяє використовувати переваги кожного з них.

Результати. Композиційні матеріали складаються з матриці (основи) і наповнювача. Матриця пов'язує композицію і в більшій мірі визначає технологічні режими отримання матеріалу і його експлуатаційні характеристики: робочу температуру, щільність, питому міцність, межу втоми.

Матрицею називають компонент, який зв'язує різномірні матеріали, дозволяє виготовити виріб необхідної форми, сприймає і перерозподіляє навантаження на наповнювач від зовнішніх навантажень, що прикладаються до несущого зміцнювального компоненту. Характеристики міцності матеріалу матриці є визначальними при зсувних навантаженнях, при навантаженні композиту в напрямках, відмінних від орієнтації волокон, а також при циклічному навантаженні. Тому матеріал матриці повинен бути пластичним і мати високу міцність контактної взаємодії (адгезійну міцність) з поверхнею наповнювача.

Зараз існує можливість додавати в матеріали композитного типу нано структурні елементи і тим самим значно підвищувати їх міцність. Матеріал, що включає пів відсотка нано трубок, стає на одну чверть міцніше матеріалу без них, при цьому також зростає хімічна і теплоізоляційна стійкість. Такі показники досягаються завдяки тому, що самі нано структурні матеріали мають високі фізико-хімічні характеристики. Застосовуючи нано композитні матеріали, замість простих композитних, вдається домогтися підвищення стійкості до будь-яких впливів.

Найголовніша з усіх переваг композитних матеріалів - їх міцність і жорсткість, об'єднані з малою питомою вагою. Вибираючи відповідну комбінацію армуючого матеріалу і матеріалу матриці, виробники можуть забезпечити всі необхідні характеристики виробу, які будуть відповідати необхідним вимогам.

Висновки. Незаперечний факт, що композитні матеріали все частіше розробляються під певні специфічні вимоги. Камінь спотикання при використанні композитів - зазвичай їх вартість. Хоча самі виробничі процеси виготовлення можуть бути не дуже витратні, проте сама сировина - дорога. Звичайно, композити ніколи не зможуть повністю замінити традиційні матеріали, такі, наприклад, як сталь, однак суттєві переваги композитів дають реальну економію коштів, зменшуючи експлуатаційні витрати, збільшуючи термін служби виробу. Без сумніву, ми повинні знати про всі можливості, які композити можуть нам дати.

23. Вибір аналітичних методик для визначення механічних характеристик однонапрямлених композиційних матеріалів на основі скловолокон

Петро Якимчук, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наведено методику дослідження композиційних матеріалів на основі скловолокон. Вибір найбільш точних і найменш важких підходів до прогнозування як гнучких, так і характеристик міцності однонапрямлених композиційних матеріалів на основі скловолокон.

Матеріали і методи. У роботі було використано методи визначення механічних можливостей композиційних матеріалів, зокрема експериментальний, моделювання механічних можливостей за допомогою метода кінцевих елементів, аналітичний.

Результати. Волокнисті композиційні матеріали (КМ) широко використовуються в авіаційно космічній і ракетній техніці, енергетичному турбобудуванні, автомобільній, гірнорудній, металургійних підприємствах, будівництві і т.д. Основу однонапрямлених КМ складають армуючі неперервні волокна, з'єднані полімерною матрицею. Відомі три найбільш використовуючі методи визначення механічних можливостей КМ: експериментальний, моделювання механічних можливостей за допомогою метода кінцевих елементів, аналітичний. Найбільш вірним з них є експериментальний. Розробляються нові методи визначення характеристик анізотропних матеріалів з ціллю спрощення проведення дослідів, зменшення часу, витраченого на вирішення даного питання, а також збільшення точності отриманих результатів. Ціллю даної роботи є вибір найбільш точних і найменш важких підходів до прогнозування як гнучких, так і характеристик міцності однонапрямлених КМ на основі скловолокон. При перегляді будь-якої методики вважаємо, що маємо однонапрямлений волокнистий композит, який моделюється гнучким трансвесально-ізотропним матеріалом з площиною ізотропії, перпендикулярної волокнам, і критерієм руйнування Цая-Бу. Також можна скористатися методиками Гоух-Тангора, Акасака-Хірано, однак вони мають обмеження по мінімальному складу волокна, при цьому вплив матриці є незначним. Найбільш точними методиками для визначення E_1 є методика Хілла. При розрахунку E_2 для матеріалу з вмістом волокон менше 50% найбільшу точність дає методика Хальпіна-Цая.

Висновок: Оскільки розрахунки проводилися на матеріалах з однотипними армуючими елементами (скловолокна), отримані данні будуть справедливими для КМ на основі Е-скловолокон.

Section 15

Processes and apparatus of food productions

Chairperson – professor Oleksandr Shevchenko
Secretary – associate professor Yuliia Zaporozhets

Секція 15

Процеси та апарати харчових виробництв

Голова – професор Олександр Шевченко
Секретар – доцент Юлія Запорожець

1. Апроксимація якісних показників екстрактів із бурштину

Валентин Чорний, Тарас Мисюра, Наталія Попова

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Визначення показників, що характеризують проходження процесу екстрагування та готових екстрактів, є важливим питанням в лабораторних дослідженнях та для технохімічного контролю на виробництві. Використання чіткої математичної залежності цільових показників екстрактів здатне забезпечити оперативне визначення ширшого спектру показників при визначенні лише одного.

Матеріали і методи. Для знаходження чітких статистичних результатів, опрацьовано масив даних, що складався з 115 дослідних зразків екстракту бурштину, в яких було визначено вміст сухих речовин, %; загальна мінералізація, мг/л; активна кислотність рН, вміст органічних кислот, %; оптична густина, як сума трьох значень на хвилі з довжиною 350, 400, 450 нм. Обробка даних виконувалася із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати. За допомогою апроксимації даних, вдалося отримати лінійні залежності кількості органічних кислот від вмісту сухих речовин (1) та загальної мінералізації екстракту (2), а також залежність вмісту сухих речовин від загальної мінералізації (3). Показник активної кислотності рН в кореляції з іншими показниками має степеневу залежність. Таким чином, щоб визначити вміст органічних кислот в екстракті за показником рН необхідно використати рівняння (5). Також, за допомогою рівняння (4) можна визначити рН екстракту залежно від його загальної мінералізації. Таблиця 1 – Одержані апроксимаційні результати

№	Функція	Коефіцієнт a	Коефіцієнт b	Коефіцієнт детермінації
1	$y=ax+b$	0,122	0,035	0,919
2	$y=ax+b$	0,007	0,006	0,901
3	$y=ax+b$	0,05	0,065	0,814
4	$y=ax^b$	4,855	-0,172	0,730
5	$y=ax^b$	6,214	-3,45	0,685

Апроксимація оптичної густини екстракту із іншими показниками має низькі коефіцієнти детермінації, що вказує на слабкий кореляційний зв'язок з ними.

З результатів видно, що при насиченні екстракту сухими речовинами, відбувається зростання загальної мінералізації, як показника, який характеризує вміст розчинених неорганічних солей. При цьому вміст органічних кислот, що знаходяться в бурштині досить добре корелюється із останніми двома, що в свою чергу свідчить про рівномірне вилучення кислоти разом з іншими речовинами за будь-яких умов процесу екстрагування, оскільки дані зібрані із серії досліджень екстрагування бурштину з різними параметрами процесу. Із рівнянь, що стосуються показника рН, спостерігається зниження значення при збільшенні вмісту розчинених речовин та кислот, однак подальше його зниження відбувається не лінійно, що й описується ступеневою функцією.

Визначення вмісту органічних кислот в екстракті передбачає підготовку проби та її титрування, а оскільки визначення загальної мінералізації екстракту можливо провести інструментально із застосуванням портативного TDS-метра, це значно спрощує проведення аналізу якості екстракту.

Висновки. Отримані результати можна використовувати при визначенні показників спиртових екстрактів з бурштину в межах лабораторних досліджень або в технологічному процесі отримання таких екстрактів.

2. Оптимізація компонентного складу нектару «Солодкий смак» за методами симплекс-решітчастого планування

Наталія Казимірчик, Наталія Попова, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З кожним роком продаж соків в Україні у грошовому вираженні зростає. Крім споживання на внутрішньому ринку, зростає і експорт української продукції й також вимоги споживача до якості та новизни самого товару. Метою досліджень є оптимізація компонентного складу нектару «Солодкий смак», а також визначення можливості застосування математико-статистичних методів для оптимізації складу співвідношень нектару при відомих органолептичних характеристиках його складових.

Матеріали та методи. При розробленні нового виду нектару використовувалась балова оцінка органолептичних властивостей. Сутність методу полягає у встановленні залежності між якісною оцінкою показника і відповідною оцінкою в балах. Обробка даних виконувалася із застосуванням програмного забезпечення StatSOFT STATISTICA і MathCAD.

Результати. Для розроблення харчових продуктів існує безліч методів розрахунку рецептури, властивостей кожного компоненту продукту з урахуванням хімічного складу, калорійності, вмісту збагачувальних речовин. Особливість статистичних методів полягає в їх комплексності, що зумовлено як різноманітністю форм статистичних закономірностей, так і складністю самого процесу статистичного дослідження. Із цією метою розроблена відповідна система показників, які дають змогу охарактеризувати варіації змін рівнів явищ, визначити тенденції і закономірності їх розвитку. Як результат, необхідно отримати дані досліджень у вигляді числових значень, після чого представити їх у формі статистичних таблиць. Зведення забезпечує систематизацію первинної інформації, підрахунок чисельності одиниць сукупності і об'єму ознак, що їх характеризують.

У програмі *STATISTICA* було використано тернарні графіки для дослідження зв'язків між декількома змінними, у випадку, коли три з них представляють собою компоненти суміші. Кількісно їх сума залишається сталою для всіх спостережень. Нами такі графіки було застосовано при експериментальному дослідженні залежності відгуку функції (органолептичні показники) від відносного вмісту трьох компонентів (вишневий, ананасовий та манговий нектари) нектару «Солодкий смак».

Таблиця – Матриця пошуку оптимального співвідношення складових нектару

№	Вишневий нектар (X_1)	Ананасовий нектар (X_2)	Манговий нектар (X_3)	№	Вишневий нектар (X_1)	Ананасовий нектар (X_2)	Манговий нектар (X_3)
1	1	0	0	6	0	0,33	0,67
2	0	1	0	7	0,67	0,33	0
3	0	0	1	8	0,67	0	0,33
4	0,33	0,67	0	9	0	0,67	0,33
5	0,33	0	0,67	10	0,33	0,33	0,33

Висновок. Визначено рецептуру і зроблено аналіз складових нектару «Солодкий смак». Застосовано математико-статистичні методи аналізу з метою отримання рівнянь регресії та діаграм залежностей органолептичних показників готового продукту від співвідношень нектарів шляхом симплексної системи координат, що в подальшому дозволило розробити оптимальну рецептуру продукту.

3. Дослідження кінетики екстрагування з плавленого бурштину

Валентин Чорний, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. За допомогою мікроскопічного аналізу попередньо встановлено, що бурштин після свого плавлення піддавався структурним змінам, зокрема збільшувалася його пористість, в результаті чого утворювалися додаткові мікро- та макротріщини. Таким чином бурштин отримував збільшену площу контакту фаз, що дозволяє інтенсивніше проводити процес екстрагування компонентів із сировини.

Матеріали і методи. Для дослідження, бурштин піддавався високотемпературній обробці в фарфорових тиглях до повного розплавлення взятої маси з подальшим конвективним охолодженням до кімнатної температури, при цьому градієнт температур сягав 85–95 °С. Утворений моноліт механічно подрібнювався до розмірів частинок, що проходили через отвори сита з розмірами 3,0 мм. Екстрагування проводили етанолом 96 % об. із співвідношенням рідкої та твердої фази 15:1, за температури 23 °С. В процесі екстрагування речовин з бурштину, в екстракті визначався вміст сухих речовин рефрактометричним методом.

Результати. Визначення показників екстракту в процесі екстрагування проводилось з постійним інтервалом в 20 хв протягом 300 хв. Для порівняння результатів було проекстраговано за однакових умов контрольний зразок бурштину, що не піддавався обробці.

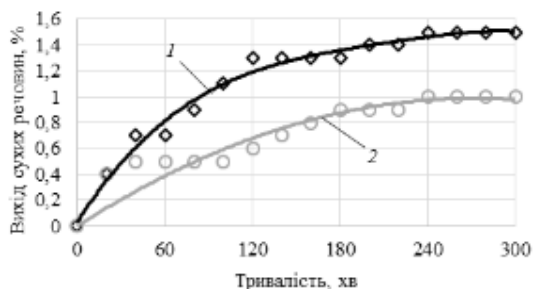


Рис. Кінетика екстрагування сухих речовин з бурштину:
1 – плавлений бурштин; 2 – бурштин-сирець

З рис. видно позитивний вплив попереднього плавлення бурштину на екстрагування сухих речовин, що можна пояснити утворенням нової площі контакту фаз за рахунок набуття додаткових мікро- та макротріщин в структурі твердого тіла. Це підтверджується зміною густини тіла з 1060 кг/м³ бурштину-сирцю до 1035 кг/м³ після плавлення.

В результаті плавлення бурштину, його екстракт набув відмінних від контрольного зразку смако-ароматичних змін з чітко вираженим запахом нафтопродуктів, що очевидно з'явилися в результаті розкладу полімерного ланцюга бурштину з виділенням вуглеводневих сполук, що перейшли в екстракт.

Висновки. З результату дослідження встановлено, що попереднє плавлення бурштину з метою вилучення компонентів етанолом дозволяє отримати в 1,5 разів більший вихід сухих речовин в порівнянні з екстрагуванням з бурштину-сирцю за однакових технологічних умов. Однак, в результаті плавлення бурштину, використання його екстрактів в харчовій галузі обмежується через наявність неприємного вуглеводневого запаху.

4. Оптимізація компонентного складу безалкогольного напою із соком помело
Анастасія Гавор, Наталія Попова, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Швидкий ритм життя, постійні стреси, погана екологія вимагають багато вітамінів, особливо групи А, В, С; їх нестача призводить до різних патологій. Сокові напої містять велику кількість вітамінів і мікроелементів. Метою дослідження є розроблення рецептурної композиції на основі соку помело та екстракту м'яти з покращеним вітамінним складом і характеристика її показників якості.

Матеріали і методи. Безалкогольний напій із соком помело і екстрактом м'яти виготовляється відповідно до вимог «ДСТУ 4069:2016 Напої безалкогольні. Загальні технічні умови» згідно з рецептурами та технологічними інструкціями. Обробка даних виконувалася із застосуванням програмного забезпечення StatSOFT Statistica і MathCAD.

Результати. Органолептичний аналіз дає змогу швидко і просто оцінити якість, виявити відхилення від технології виробництва, що, у свою чергу, надає можливість оперативно вживати заходів щодо усунення недоліків. Об'єктом дослідження є безалкогольний напій із соком помело й екстрактом м'яти.

Для побудови матриці планування D-оптимального плану експерименту визначено основні фактори і рівні їх варіювання. За матрицею експерименту було виготовлено зразки напою та визначено їх органолептичну оцінку, профілограма яких наведена на рис.



Рис. 1. Профілограма органолептичних показників дослідних зразків напою із соком помело і екстрактом м'яти

Комплексний показник якості — показник, що відноситься до кількох властивостей продукції, які визначають її якість і розглядаються стосовно певних умов її створення і споживання.

Значення коефіцієнтів вагомості для зразків

Номер зразка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Значення комплексного показника якості	0,6	1,0	0,6	0,72	0,6	1,0	0,9	0,8	0,72	0,9

Висновки. З використанням D-оптимального плану розроблено рецептуру безалкогольного напою із соком помело й екстрактом м'яти з повним аналізом впливу складових на організм людини і відповідності допустимим нормам споживання. Побудовано профілограму органолептичних показників дослідних зразків напою. Розраховано комплексний показник якості напою з різними співвідношеннями води, кількості соку помело і кількості екстракту м'яти.

5. Аналіз сучасної екстракційної апаратури та технологій отримання екстрактів із рослинної сировини

Лариса Зоткіна, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день екстрагування здійснюють по технологіям, що потребують громіздкого і енергоємного обладнання, значних виробничих площ та значних затрат праці. Незважаючи на численність запропонованих екстракторів для системи «тверде тіло – рідина» харчова промисловість до останнього часу не має досконалих конструкцій, які в повній мірі задовольняли б потребам виробництва.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. В результаті опрацювання й аналізу сучасних джерел інформації виявлено, що усі існуючі способи екстрагування розділяють на статичні і динамічні. На інтенсивність проведення процесу екстрагування впливає багато факторів, основні з яких: гідродинамічні умови перебігу екстрагенту, величина поверхні зіткнення фаз, різниця концентрацій, тривалість процесу, в'язкість екстрагенту, температура проведення процесу. Крім того, на повноту і швидкість процесу впливають: добавка поверхнево-активних речовин, характер завантаження сировини, підбір екстрагенту, пористість сировини, вплив на сировину електричних, ультразвукових, імпульсних, дискретно-імпульсних і ін. силових полів.

Основні способи екстрагування на сьогоднішній день не можуть забезпечити ринок необхідною кількістю товарних екстрактів, тому в останній час виникла потреба в розробленні нових способів інтенсифікації процесу екстрагування.

У зв'язку з необхідністю удосконалення та інтенсифікації процесу масоперенесення при екстрагуванні виникає питання про створення таких активних режимів взаємодії між рослинною сировиною та екстрагентом, які забезпечували б високу продуктивність та масообмін.

Висновки. Оскільки Україна відноситься до країн з розвинутою переробною промисловістю, то для неї розробка нових високо економічних способів і обладнання для виробництва високоякісних харчових продуктів із сировини рослинного походження є актуальною задачею. Слід зазначити, що розвиток ресурсозберігаючих технологій ґрунтується на проведенні комплексних наукових досліджень, які пов'язані з розробленням концепцій щодо використання уже відомих і принципово нових фізичних явищ.

Література

1. Зав'ялов В. Л. Дослідження дифузійних властивостей листової чайної сировини / В. Л. Зав'ялов, Н. В. Попова // Наукові праці ВДАУ. — Вінниця, 2006. — Вип. 1. — С. 14—19.
2. Popova N. Investigation of the extraction of flavoid compounds from high mountain Herbage / N. Popova, V. Zavalov, V. Bodrov, T. Misyura, Y. Zaporozhets // The second north and east European congress on food (May 26, 2013). — Kiev: NUFT, 2013. — P. 165.
3. Зав'ялов В. Л. Дослідження кінетики процесу екстрагування з листової чайної сировини в апаратах періодичної дії із різними вібраційними системами перемішування / В. Л. Зав'ялов, Н. В. Попова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. — 2007. — Вип. 58. — С. 102—112.

6. Огляд методів інтенсифікації процесу екстрагування

Юлія Запорожець, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток нових комбінованих інтенсивних технологій, обумовлених особливостями гідродинаміки, масообміну та тепловими ефектами, для систем тверде тіло-рідина, вимагає удосконалення відповідних теоретичних основ процесу вилучення цільових компонентів і є актуальним.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. Процес екстрагування відноситься до масообмінних процесів і протікає за рахунок дифузії із зони з високою концентрацією в зону з низькою концентрацією до досягнення стану, коли швидкості переходу цільової речовини з рослинної сировини в екстрагент і навпаки є рівними. Найбільш простими періодичними способами екстрагування є мацерація та дигерування. Мацерація проста у виконанні, не потребує дорогого устаткування. Однак даний метод не має широкого використання, оскільки має ряд недоліків, а саме: неповне екстрагування активних речовин, процес займає тривалий час, труднощі у створенні ефективних методів інтенсифікації дифузійного процесу, так як набрякла рослинна маса схильна до злежування в екстракторі.

Вивчення існуючих способів екстрагування та його апаратурного оформлення свідчить про їх низьку ефективність при переробці рослинної сировини з високим ступенем подрібнення. Низька ефективність більшості існуючих технологій екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини характеризується недосконалістю екстракційної апаратури, оскільки дрібно фракційна сировина, або виготовлена із неї маса не має достатньої пористості для протитечійного безперервного екстрагування, погано транспортується і ущільнюється. При цьому значна частина поверхні контакту фаз піддається ефекту екранування та втрачає свою активність в процесі масопередачі.

До найпоширеніших методів інтенсифікації екстрагування належать підвищення потужності масообмінної апаратури, геометричні зміни у масообмінних апаратах, кипіння під вакуумом, зменшення середнього діаметра подрібнення. Сюди можна віднести СО₂-екстракцію, застосування електрогідралічного ефекту, ультразвуку, електроплазмолізу, електродіалізу, низькочастотних механічних коливань та ін.

Висновки. Огляд літературних джерел з методів інтенсифікування процесу екстрагування рослинної сировини показав, що серед основних методів є ряд нових перспективних методів дослідження, які ґрунтуються на сучасних досягненнях науки і техніки.

Література

1. Зав'ялов В.Л. Дослідження ефективності зовнішнього масообміну при віброекстрагуванні з рослинної сировини / Зав'ялов В.Л. та ін. // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукраїнський науково-технічний журнал, 2010. №4 (60). С. 101-105.
2. Попова Н.В. Інтенсифікація процесу періодичного екстрагування за допомогою низькочастотних механічних коливань при віброекстрагуванні екстрактів із рослинної сировини: дис. кандидата техн. наук: 05.18.12 / Попова Наталія Вікторівна. – К., 2008.

7. Сучасні способи отримання хмельових екстрактів та їх особливості

Юлія Запорожець, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Низька ефективність більшості існуючих технологій екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини з високою ступеню її подрібнення характеризується недосконалістю екстракційної апаратури, оскільки дрібно фракційна сировина, або виготовлена із неї маса не має достатньої пористості для протитечійного безперервного екстрагування, погано транспортується і ущільнюється.

Особливо гостро ці питання стоять у пивоварній промисловості, адже раціональне використання хмельової сировини при виробництві екстрактів визначається досконалістю екстракційного обладнання, як фактора, що забезпечує необхідну ступінь вилучення цільових компонентів та якість екстракту.

У зв'язку з необхідністю удосконалення та інтенсифікації процесу масоперенесення при екстрагуванні виникає питання про створення таких активних режимів взаємодії між рослинною сировиною та екстрагентом, які забезпечували б високу продуктивність та масообмін.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. Хміль – є незамінною і найдорожчою сировиною для виробництва пива. Під час перероблення хмелю у виробництві пива для забезпечення максимального використання його цінних речовин суттєве значення має будова і склад хмельових шишок.

У необробленому хмелі цінні зерна лупуліну можуть випадати з шишки і механічно втрачатись, гіркі речовини — окислюватись. Гіркі речовини хмелю є ціноутворюючими як найбільш специфічні і характерні для якості пива компоненти хмелю. Причому визначення вартості хмелю і, що навіть більш важливо, дозування його здійснюють за єдиним показником — вмістом альфа-кислот. В той же час для інтенсифікації, більш глибокого використання хмелю у пивоварінні необхідно враховувати і всі інші складові частини його гіркоти. Гіркі речовини мають, поряд зі смаковими властивостями, дуже високу поверхневу активність і завдяки цьому разом з поліфенолами підвищують суттєвий показник якості пива — стійкість піни. Гіркі речовини також гальмують розвиток в пиві мікроорганізмів і цим сприяють вирішенню актуальної проблеми підвищення стійкості пива в процесі реалізації.

Висновки. Аналіз сучасного стану виробництва хмелю в Україні і особливостей його зберігання довів доцільність виробництва хмельових екстрактів, які забезпечують більшу тривалість зберігання в незмінному вигляді цінних для пивоваріння речовин хмелю, а також дозволяє більш ефективно нормувати і переробляти хміль безпосередньо у виробництві пива.

Література

1. Зав'ялов В.Л. Дослідження ефективності зовнішнього масообміну при віброекстрагуванні з рослинної сировини / Зав'ялов В.Л. та ін. // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукраїнський науково-технічний журнал, 2010. №4 (60). С. 101-105.

2. Попова Н.В. Інтенсифікація процесу періодичного екстрагування за допомогою низькочастотних механічних коливань при віброекстрагуванні екстрактів із рослинної сировини: дис. кандидата техн. наук: 05.18.12 / Попова Наталія Вікторівна. – К., 2008.

8. Особливості отримання екстрактів з рослинної сировини з жорсткою механічною структурою

Юлія Запорожець, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При екстрагуванні з рослинної сировини відбувається дифузія БАР із внутрішніх структур частинки матеріалу. Цей процес має свої особливості. Перш за все, наявність пористої перегородки, міжклітинного простору і клітинних ходів знижує швидкість дифузії. По-друге, у пори перегородки можуть проникати лише ті речовини, частинки яких не перевищують розмірів пор. Нарешті, є ще одна істотна особливість — явище десорбції, що спостерігається в клітині після проникнення в неї екстрагенту.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. Особливості витягу біологічно активних речовин із матеріалів з клітинною структурою пов'язані з тим, що на шляху до речовини, яка міститься в клітині, знаходиться клітинна стінка, фізіологічний стан якої змінюється; Так, жива рослинна клітина має пристінний шар протоплазми відповідної товщини. Він позначається на властивостях клітинної стінки як перегородки що відокремлює розчин усередині клітини (клітинний сік) від рідини поза клітиною.

Доки протоплазма жива, клітинна стінка залишається напівпрозорою перегородкою, яка не пропускає речовини, розчинені в клітинному сокові. У цьому разі можливе лише проникнення екстрагенту у клітину за рахунок явища осмосу.

Зовсім інакше поводить себе висушена клітина. Внаслідок загибелі протоплазми (плазмолізу) клітинна стінка втрачає характер напівпрозорої перегородки і починає пропускати речовини в обидві сторони (явище діалізу). Тобто клітинна стінка набуває властивості пористої перегородки, крізь яку можуть дифундувати біологічно активні речовини, молекули яких не перевищують розміру пор.

Крім того, на повноту витягу та швидкість впливають: додавання поверхнево-активних речовин, характер завантаження сировини, вибір екстрагенту, пористість і порозність сировини, коефіцієнт вимивання, вплив вібрацій, пульсацій, електроімпульсний розряд у рідкому середовищі, здрибнення і деформація сировини в екстрагенті.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить, що процес екстрагування залежить від багатьох чинників, Найважливіші з яких: гідродинамічні умови; поверхня розділення фаз; різниця концентрацій; тривалість процесу; в'язкість екстрагенту; температура.

Література

1. Зав'ялов В.Л. Дослідження ефективності зовнішнього масообміну при віброекстрагуванні з рослинної сировини / Зав'ялов В.Л. та ін. // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукраїнський науково-технічний журнал, 2010. №4 (60). С. 101-105.

2. Попова Н.В. Інтенсифікація процесу періодичного екстрагування за допомогою низькочастотних механічних коливань при віброекстрагуванні екстрактів із рослинної сировини: дис. кандидата техн. наук: 05.18.12 / Попова Наталія Вікторівна. – К., 2008.

9. Ультразвукова гомогенізація при виробництві вівсяних ферментованих напоїв

Анастасія Дубівко, Оксана Кочубей-Литвиненко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Попит на рослинне молоко на українському і світовому ринках стрімко збільшується. Крім заміників молока, існують також альтернативи йогурту і сиру.

Матеріали і методи. Для досліджень взято цільнозернове вівсяне борошно ТМ «Сто Пудов». Вміст сухих речовин визначався за допомогою рефрактометра; седиментаційні властивості визначались за рахунок фіксації проміжку часу, після якого суспензія починала розшаровуватись. Суспензію одержували традиційним способом (змішування компонентів та витримка при сталій температурі) та способом ультразвукової гомогенізації протягом 3, 5, 7 хвилин.

Результати. Безпосереднє розчинення подрібненої рослинної сировини не забезпечить потрібні технологічні властивості напою. Одночасно з розчиненням білків, з сировини екстрагуються водорозчинні вуглеводи, мінеральні солі і деякі інші розчинні компоненти, переходять в воду набряклі найдрібніші частинки рослинної сировини. Седиментація зважених часток є однією з основних причин нестабільності напоїв в зберіганні, тому для отримання стійкої колоїдної системи необхідний правильний підбір методу впливу.

При порівнянні органолептичних характеристик вівсяного молока, одержаного традиційним способом, та одержаного з використанням ультразвукового гомогенізатора було виявлено значні відмінності (табл. 1)

Таблиця 1. Органолептичні характеристики одержаних суспензій

Пок азник	Традиційний спосіб	Ультразвуко ва обробка 3 хв	Ультразвуко ва обробка 5 хв	Ультразву кова обробка 7 хв
Зов нішний вигляд	Непрозора неоднорідна рідина, присутній осад	Непрозора рідина, однорідна, щільна консистенція	Непрозора рідина, однорідна, щільна консистенція	Непрозора рідина, однорідна, щільна консистенція
Колір	Блідний жовтуватий	Кремовий	Кремово-білий	Кремово-сірий
Смак	Помітний присмак борошна	Помітний присмак борошна	Солодкувати й. Післясмак зерновий	Гіркуватий
Запах	присутній зерновий запах	присутній зерновий запах	присутній зерновий запах	присутній зерновий запах

Слід відмітити, що найкращими органолептичними характеристиками володіє молоко, одержане з використанням ультразвукової обробки протягом 5 хвилин. Вміст сухих речовин в суспензіях також відрізнявся: 8 % в суспензії, одержаній традиційним способом та 10, 11, 13 % в суспензіях, які піддавали УЗ гомогенізації протягом 3, 5, 7 хв відповідно.

Висновки: Ультразвукова гомогенізація значно підвищує седиментаційну стійкість вівсяного напою та інтенсифікує процес екстрагування. Однак його вплив на білкові молекули рослинної сировини ще вивчений не достатньо і представляє науковий та практичний інтерес для подальших досліджень.

10. Визначення констант швидкості зворотної хімічної реакції засобами MathCad

Назар Ковальчук, Володимир Овчарук, Ольга Сєдих
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розрахунок кінетичних параметрів (констант, порядків реакції) є одним із етапів побудови кінетичної моделі хімічної реакції. Кінетична модель (рівняння) зв'язує швидкість хімічної реакції з параметрами, від яких вона залежить.

Методи досліджень. Методи для знаходження констант моделей безпосередньо зв'язані з обробкою експериментальних даних відповідно до рівня швидкості реакції. Розглядається реакція етерифікації етилового спирту. Необхідно скласти кінетичну модель процесу, знайти значення констант швидкостей і підтвердити механізм реакції.

Результати і обговорення. Для математичного опису кінетики реакції достатньо записати одне диференціальне рівняння швидкості реакції. Кінетична модель остаточно приймає вигляд нелінійного диференціального рівняння:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k_2(3C_A^2 + 2C_A - 1) \quad (1)$$

Задача пошуку констант засобами MathCad складається з підбору такого значення k_2 , при якому крива машинного рішення якомога краще відповідатиме експериментальним даним.

Алгоритм розрахунку кінетичних констант може бути таким:

1. Задається орієнтовне значення константи швидкості прямої реакції.
2. Кінетичну модель із прийнятим значенням константи чисельно інтегрують на інтервалі від 0 до 1 засобами MathCad, використовуючи, наприклад, методи Ейлера або Рунге-Кутта. Результат інтегрування – розрахункові значення концентрації у різні моменти часу.
3. Розраховується значення критерію середньоквадратичного відхилення для перевірки адекватності моделі.
4. Збільшуємо значення константи (наприклад, на 0,01), повторюємо розрахунок відповідно до п.п. 2,3.
5. Порівнюємо попереднє та останнє значення критерію, за необхідністю, змінюючи константу в тому ж, або в зворотному напрямку.
6. Розрахунки виконуються в діалоговому режимі, константи змінюємо, доки не буде одержане мінімальне значення критерію.
7. У цьому випадку пошук припиняється. На графік наносимо залежність середньоквадратичного відхилення від константи швидкості реакції, на якому відзначаємо мінімальний критерій та знайдене значення константи.
8. Значення константи прямої реакції розраховуємо згідно з формулою константи рівноваги.

Висновок. Після закінчення розрахунку констант наносимо розрахункові та експериментальні залежності концентрації компонента від часу на графік і проводимо візуальний аналіз збігу, тобто оцінюємо адекватність моделі.

11. Виробництво харчових порошоків з рослинної сировини

Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості сушіння часто визначає техніко-економічні показники виробництва в цілому, що пов'язано зі значними витратами теплової енергії для проведення даного процесу. Тепер пильна увага до проблеми енергозбереження обумовлюється кризовим станом енергетики країни, марнотратним використанням енергії в окремих тепло-технологічних процесах, що призводить до значної питомої енергоємності. Створення та впровадження в промислове виробництво апаратів, що дозволяють підвищити ефективність процесу сушіння і знизити питомі витрати теплової енергії на одиницю продукції, є актуальним завданням сьогодення.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження була рослинна сировина з високим вмістом біологічно активних речовин. Оброблення експериментальних даних і розрахунки було виконано із застосуванням сучасних інтегрованих систем MathCAD 15, КОМПАС – 3D V14, OriginPro 8.5 та ін.

Результати. Державна політика в сфері здорового харчування населення України спрямована на забезпечення екологічної безпеки та якості харчових продуктів. Станнім часом рівень харчування населення не відповідає необхідним нормам, а також спостерігаються негативні тенденції щодо структури раціону. На сьогоднішній день значна частина сировини, яка використовується для виробництва харчових продуктів, переобтяжена засвоюваними вуглеводами, і тому ці продукти мають низьку біологічну цінність, малий вміст вітамінів і підвищену калорійність

Особливістю виробництва порошкоподібного напівфабрикату з рослинної сировини є те, що продукція зберігає в собі переважну частину поживних речовин, а саме таких як велику кількість клітковини, що є незамінною для нашого організму, амінокислоти, особливі ферменти, які розщеплюють жири, ефірні масла, вуглеводи і білок. Встановлено, що компоненти, які входять до складу функціональних продуктів харчування, впливають на біохімічні процеси в організмі людини і їх нестача може призвести до захворювання.

Висновок. Таким чином, виробництво порошкоподібних напівфабрикатів із рослинної сировини є найбільш перспективним для створення профілактичних продуктів. Усім цим вимогам відповідають функціональні рослинні порошки, що свідчить про перспективність застосування їх на практиці. Доцільно розширювати асортимент розроблених порошоків, створювати нові й досліджувати їхні властивості та функції.

Література

1. Пат. 111659 України, МПК А 23 В 7/02 (2006.01). Спосіб сушіння культивованих грибів комбінованим енергопідведенням / І. Ф. Малежик, І. В. Дубковецький, Т. В. Бурлака — № U 2014 11439, заявл. 20.10.14; опубл. 25.05.16, Бюл. №10.
2. Пат. 112348 України, МПК А 23 В 7/02 (2006.01). Радіаційно-конвективна сушильна установка / І. В. Дубковецький, І. Ф. Малежик Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко — № U 2014 11435, заявл. 20.10.14; опубл. 25.08.16, Бюл. №16.

12. Застосування інформаційних технологій в процесах харчових виробництв

Ярослав Погорелов, Ольга Сєдих, Володимир Овчарук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процеси хімічної технології – це складні фізико-хімічні системи, що мають подвійну детерміновано-стохастичну природу. Ключ до вирішення проблеми вивчення цих процесів надає використання інформаційних технологій.

Матеріали та методи. Теплообмінний апарат (ТОА) є одним із широкоживаних і різноманітних видів устаткування харчових, хіміко-технологічних та інших виробництв. Структуру потоків в ТОА частіше за все надають у вигляді моделі ідеального перемішування або моделі ідеального витіснення.

Застосуємо для розв'язання задачі пакет MathCad.

Результати та обговорення. Частіше застосовують модель «витіснення - витіснення», яка досить добре описує роботу широко розповсюджених ТОА типу «труба в трубі», кожухотрубного тощо. У цьому випадку математична модель ТОА має вигляд:

$$\begin{cases} S_1 c_{T_1} \frac{dT_1}{dt} = -g_1 c_{T_1} \frac{dT_1}{dl} - \frac{F}{L} K_T (T_1 - T_2) \\ S_2 c_{T_2} \frac{dT_2}{dt} = \pm g_2 c_{T_2} \frac{dT_2}{dl} + \frac{F}{L} K_T (T_1 - T_2) \end{cases} \quad (1)$$

де V – об'єм апарату, m^3 ; v – об'ємна швидкість потоку, m^3/c ; c_T – теплоємність теплоносія, $Дж/м^3град$; F – поверхня теплообміну, m^2 ; K_T – коефіцієнт теплопередачі, $Вт/м^2град$; ΔT – рушійна сила теплопередачі, 0C ; L – довжина апарату, m ; l – координата довжини, m ; T – температура, 0C , t – час, c ; де індекс 1 – відповідає гарячому, а 2 – холодному теплоносіям; $+v_2$ – протитік; $-v_1$ – прямітк.

На практиці у проєктуванні ТОА частіше за все використовуються моделі стаціонарних режимів для проведення конструктивних, теплових і оптимізаційних розрахунків. У випадку моделі «витіснення - витіснення» рівняння (1) можна записати:

$$\begin{cases} -g_1 c_{T_1} \frac{dT_1}{dl} - \frac{F}{L} K_T (T_1 - T_2) = 0 \\ g_2 c_{T_2} \frac{dT_2}{dl} + \frac{F}{L} K_T (T_1 - T_2) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Межові умови відповідають протитічному руху теплоносіїв: при $l=0$, $T_1(0)=T_{1П}$; при $l=L$, $T_2(L)=T_{2П}$. Нехай потрібно отримати розподіл температур по довжині проточного кожухотрубного ТОА.

У цьому випадку початковими даними, наприклад можуть бути: $v_1=0,267m^3/c$; $T_{1П}=90^0C$; $T_{2П}=55.5^0C$; $F=13m^2$; $L=1,5m$; $K=60Вт/м^2град$; $c_{T_1}=1670дж/м^3град$; $c_{T_2}=4185 \cdot 10^3дж/м^3град$; $V_2=0,26 \cdot 10^3m^3/c$.

Висновок. В результаті розв'язку отримуємо профілі розрахункових температур, для використання їх у подальшому знаходженні параметрів теплообмінного апарату.

13. Моделювання процесу зберігання яблучних сніків

Людмила Стрельченко, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зберігання яблучних сніків є актуальним завданням, оскільки вплив факторів сушіння і тривалість зберігання продукту суттєво впливають на органолептичний і фізико-хімічний склад.

Матеріали і методи. Сировиною для виробництва яблучних сніків обрано яблука осіннього сорту «Голден Делішес». Виробництво сніків здійснювалось за вдосконаленою технологією, яка базувалась на попередній обробці в цукровому сиропі з додаванням лимонної та аскорбінової кислоти. Сушіння напівфабрикату здійснювалось конвективно-терморадіаційним енергопідведенням. Обробка дослідних даних здійснювалась за допомогою програми Microsoft Excel 14. Критерієм оптимізації обрано вміст аскорбінової кислоти в готовому продукті.

Результати. Дослідження динаміки вмісту аскорбінової кислоти здійснювалось від температури теплоносія під час сушіння і тривалості зберігання сніку. На *рис. 1-2* представлено криві сушіння та криві швидкості сушіння сніків залежно від температури теплоносія (*рис. 1*) і поверхню відгуку вмісту аскорбінової кислоти від факторів впливу (*рис. 2*).

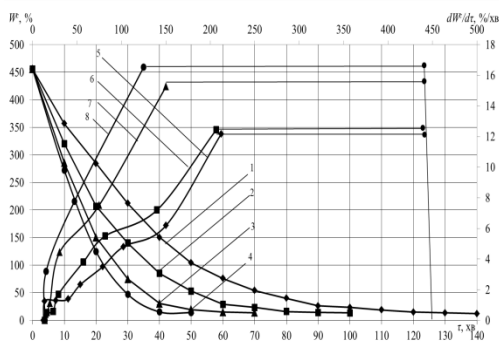


Рис. 1. Криві сушіння та криві швидкості сушіння яблучних сніків при температурі теплоносія: 1,5 – 40; 2,6 – 50; 3,7 – 60; 4,8 – 70 °C

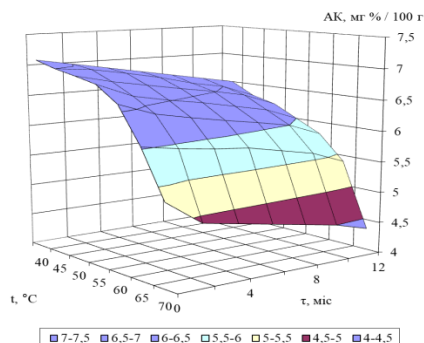


Рис. 2. Поверхня відгуку вмісту аскорбінової кислоти від температури сушіння і часу зберігання

З *рис. 1* видно, зі зростанням температури на 30 °C (від 40 до 70 °C) тривалість сушіння скорочується на 50 %, однак аналізуючи *рис. 2* спостерігаємо стрімке руйнування аскорбінової кислоти при 70 °C. Враховуючи енергетичні витрати на процес сушіння і ступінь руйнування аскорбінової кислоти, прийнято вважати раціональною температурою сушіння 60 °C

З *рис. 2* видно, що вміст аскорбінової кислоти руйнується із зростанням температури теплоносія під час сушіння і збільшення терміну зберігання продукту. На основі даних *рис. 2* отримано критеріальне рівняння, яке дозволяє оптимізувати процес зберігання сніків у промисловому масштабі:

$$AK = -0,031 \cdot t^2 + 0,023 \cdot \tau^2 - 0,0011 \cdot \tau \cdot t + 0,28 \cdot t - 0,29 \cdot \tau + 1,24.$$

Висновок. На основі проведених досліджень видно, що температура теплоносія під час сушіння та тривалість зберігання продукту суттєво впливають на структуру і ступінь руйнування вмісту аскорбінової кислоти.

14. Визначення еквівалентного діаметру зерен подрібненого бурштину

Валентин Чорний, Євген Харченко

Національний університет
харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Правильне визначення еквівалентного діаметру полідисперсної суміші подрібненого матеріалу є важливою науковою проблемою. Розмір частинок неправильної форми умовно замінюють діаметром кулі, еквівалентною даній частинці за об'ємом. Це дає можливість усереднити весь діапазон розмірів частинок одним значенням еквівалентного діаметру.

Матеріали і методи. Дослідження проводили із фракцією подрібненого бурштину отриманого проходом решітного полотна діаметром 4,0 мм та сходом решітного полотна діаметром 3,5 мм. Середній розмір частинок виділеної фракції становив 3,75 мм. Це значення приймалося як еквівалентний діаметр частинок виділеної фракції отриманої ситовим аналізом. Для аналізу із загальної маси фракції навмання вибирали 50 частинок, для якої визначали густину та розраховували еквівалентний діаметр зерен.

Густину бурштину визначали за допомогою пікнометра ТП-50ТС у дистильованій воді за методикою, яку наведено у джерелі [1]. Еквівалентний діаметр D_e бурштину визначали за формулою [2]:

$$D_e = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot m}{3,14 \cdot N \cdot \rho}} \cdot 10, \text{ мм} \quad (1)$$

де m – маса відібраних частинок бурштину, г; N – кількість відібраних частинок бурштину, $N = 50$ шт.; ρ – густина дистильованої води при температурі 24,0 °С, $\rho = 0,997296$ г/см³.

Результати. Дослідженнями встановлено, що густина фракції бурштину із середнім розміром частинок 3,75 мм становить $\rho = 1,102$ г/см³. Розрахований за формулою (1) еквівалентний діаметр частинок бурштину становить $D_e = 3,1$ мм. Еквівалентний діаметр цієї фракції отриманої ситовим аналізом становить 3,75 мм.

Порівняння значень середнього розміру частинок отриманого шляхом розсіювання на ситах і еквівалентного діаметру частинок отриманого пікнометричним методом дають відносно близькі значення. Такі розбіжності можна пояснити тим, що частинки бурштину є неправильної форми, а саме видовжені і сплюснені. Довжина і ширина частинок перевищують висоту. При таких габаритних пропорціях сито поділяє частинки за довжиною і шириною і не враховується висота частинок. Це можливо призводить до того, що деяка частина часток не просіюються крізь сито і вносить похибку у величину еквівалентного діаметру. Аналіз пікнометричним методом враховує об'єм частинок.

Висновки. При визначенні еквівалентного діаметру полідисперсних сумішей бурштину треба віддавати перевагу пікнометричному методу визначення, а не ситовому.

Література

1. Московская Т. Э. Определение плотности тел методом пикнометра. Методические рекомендации / Т. Э. Московская. – Иркутск : ИГУ, 2003. – 14 с.
2. Муштаев В. И. Сушка дисперсных материалов / В. И. Муштаев, В. М. Ульянов. – М. : Химия, 1988. – 352 с.

15. Особливості надкритичного флюїдного екстрагування із рослинної сировини та перспективи його використання в біотехнології

*Грищенко Марина, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Вступ. Одним з найбільш сучасних ефективних методів екстракції є надкритичне флюїдне екстрагування, що безальтернативна, екологічно чиста енерго- та ресурсозберігаюча, безвідходна технологія видобутку рослинних екстрактів.

Матеріали і методи. Дослідження проводилося на основі вивчення вітчизняних та зарубіжних джерел заданої тематики. Систематизація та аналіз отриманих даних, їх співставлення та обґрунтування.

Результати. Пошук екологічно безпечних методів екстрагування біологічно активних речовин із рослинної сировини – один з пріоритетних напрямів сучасної біотехнології. Проаналізувавши наукові джерела, можна дійти висновку, що надкритичних флюїдом (НКФ) називають стан речовини, в якому його температура і тиск перевищують критичні параметри. У критичній точці дві фази, рідка і газова, стають невиразні. Основними перевагами надкритичних флюїдів як розчинників є поєднання властивостей газів при високому тиску (низька в'язкість, високий коефіцієнт дифузії) і рідин (висока розчинна здатність), швидкий масоперенос; НКФ проникає в пористі середовища легше в порівнянні з рідинами. У надкритичних середовищах можливо розчинення молекул різних розмірів, молекулярною масою і полярністю. У порівнянні з рідкою фазою, НКФ більш стискувані, мають більший молярний об'єм, що може сприяти утворенню кластерів і нестійких комплексів і позитивно впливати на підвищення розчинності. В даний час в якості НКФ використовується широкий спектр органічних і неорганічних сполук, таких як N₂O, NH₃, CH₃F, CH₂F₂, CHF₃, C₆H₆, SF₆ Але найбільшою популярністю як екстрагент користується вуглекислий газ (CO₂), бо він нетоксичний, негорючий, хімічно індиферентний, нетоксичний. Не залишається в кінцевому продукту. Його критична температура 31,1°C і тиск 73,8 бар. При цих умовах вуглекислий газ має високі коефіцієнти дифузії та низьку в'язкість, а також високу розчинну здатність. Перевагами даного методу є можливість здійснювати екстракцію при температурі навколишнього середовища, що запобігає термічній деградації біологічно активних речовин.

Екстрагування надкритичним флюїдом використовують для добування цукрози з буряків, олії з насіння соняшнику, бавовнику, сої, ефірної олії, при одержанні ферментів з культур плісневих грибів, у виробництві вина, пива, лікерогорілчанних виробів, крохмалю, розчинної кави, чаю та різних плодкових екстрактів. В біотехнології екстракцію можна використовувати для очищення готового продукту і виділення цільового продукту з мікроорганізмів, наприклад лютеїну з дріжджів. Також, альтернативний метод вилучення мікробних біомаркерів ліпідів з анаеробно перетравленого мулу, використовуючи екстракцію scCO₂, щоб замінити звичайний метод екстракції органічним розчинником.

Висновки. Результати досліджень показали, надкритичне флюїдне екстрагування – це перспективний процес отримання екологічно чистого продукту, що має широкі перспективи використання в біотехнології, для отримання цільових продуктів.

Джерела. Белей С. Я. Розробка складу, технології та дослідження таблеток на основі екстрактів мальви лісової і подорожника ланцетелистого: дис ... Наук : 15.00.01 Львів, 2019. с. 42

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКСТРАКЦІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ: матеріали VIII Всеукр. студент. науково - технічної конф. ["ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"] УДК 664.8./9 Шинкар І. – ст. гр. ХЕ – 11 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/12822/2/Conf_2015v1_Shyntar_I-Application_of_extraction_297-298.pdf

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ, ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДОВ / [Залепагин Д. Ю., Тилькунова Н. А., Чернышова И. В., Поляков. В.С.]. Государственный научноисследовательский институт органической химии и технологии, Москва, Россия ю 14.08.2006 г. "Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика", том 1, № 1, 2006 http://www.scf-tp.ru/articles/2006_01/n1.pdf

<https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-sub-i-sverhkriticheskikh-flyuidov-v-ekstraktsionnyh-protsessah/viewer>

http://nauka.meduniv.lviv.ua/wp-content/uploads/2019/05/%D0%94%D0%98%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%AF_%D0%91%D0%95%D0%9B%D0%95%D0%99_%D0%A1.%D0%AF.pdf
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3317701/>

16. Фулерени і шунгіт

Ігор Пастушенко, Олександр Марценюк

*Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості
Національний університет харчової промисловості*

Вступ. Фулерени і споріднені з ними за структурною будовою і властивостями наночастинки знаходять все ширше впровадження у різних технологіях.

Матеріали і методи. Вивчення літературних джерел свідчить про специфічні властивості фулеренів, як особливого класу наночастинок.

Результати. Вперше фулерени були синтезовані штучно у 1985 р. колективом учених у складі англійського астрофізика Г.Крота і американських хіміків Р.Крела, Д.Хіта і О'Брайера під керівництвом Р.Смоллі у створеній лазерним пучком вугільній плазмі в результаті вибуху графітової мішені під впливом лазерного випромінювання.

Молекула фулерену складається з 60 атомів вуглецю (C₆₀) і має вигляд футбольного м'яча, зшитого з 20 майже ідеальних правильних шестикутників і 12 п'ятикутників. Назву фулерен отримав від прізвища американського архітектора Річарда Фуллера (1895-1983), який сконструював купол павільйона США на виставці у Монреалі у вигляді з'єднаних п'яти і шестигранників.

Спочатку відкривачі вважали, що це штучна модифікація вуглецю, яка існує тільки в космосі, але згодом його спектр було виявлено у природному мінералі шунгіті, поклади якого відомі в Карелії. Пізніше вдалось отримати фулерени з 70, 78, 84, 90 і навіть із кількох сотень атомів вуглецю. Цікаво, що фулерен C₇₀ має форму об'ємного еліпсоїда, а C₅₄₀ – ікосаедра.

Перший спосіб отримання кристалічного фулерену запропонували у 1990 р. Вольфганг Кречмер і Давид Хаффман зі співробітниками в Інституті ядерної фізики Гейдельберга (Германія). Вони отримали твердий фулерен із сажі, утвореної при розпиленні графіту в електричній дузі між двома вугільними електродами.

Відкриття фулерену стало важливим етапом у розвитку нанохімії. За відкриття і дослідження фулерену була присуджена Нобелівська премія у 1996 р.

Як ненасичені сполуки фулерени здатні до реакцій приєднання з органічними і неорганічними молекулами (воднем, галогенами, металами, органічними молекулами з функціональними групами), що використовується в нанотехнологіях.

Споріднені фулерену наночастинки – нанотрубки – отримав у 1991 р. японський учений Інджіма шляхом згорання при високих температурах графенових площин у безшовні трубки. Діаметр нанотрубок 1...30 нм, довжина досягає сантиметрів. Відомі одно- і багатощарові (вкладені одна в другу і комбіновані з іншими частинками), а також неорганічні (не вуглецеві) нанотрубки. Деккер з'єднав вуглецеву трубку з ДНК і вперше отримав єдиний наномеханізм, відкривши широкий шлях розвитку нанотехнологій.

Висновки. Історія відкриття фулеренів підтверджує те, що сучасна наука виконується колективами учених різних спеціальностей з використанням новітнього обладнання і високочутливих приладів.

Література

1. В.Фельдблюм. "Нано" на стыке наук: нанообъекты, нанотехнологии, нанобудущее, - (Электронное междисциплинарное издание). – Ярославль, - 2013. – 267 с.

17. Властивості наночастинок

Ігор Пастушенко, Олександр Марценюк

*Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості
Національний університет харчової промисловості*

Вступ. Використання наночастинок, як практично не відомих раніше технологічних об'єктів, повинно базуватись на знанні їх властивостей.

Матеріали і методи. До нанорозмірних об'єктів відносяться атоми, молекули і їх асоціати, частинки різної форми, наноматеріали, наноприлади і нанопристрої розміром менше 100 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$) хоча б в одному вимірі (розмір молекули цукру приблизно 1 нм).

Результати. Під нанотехнологіями розуміють сукупність методів виробництва продуктів із заданою атомарною структурою шляхом маніпулювання атомами і молекулами. Нанооб'єкти якісно відрізняються від традиційних макроскопічних речовин, оскільки на таких малих масштабах стають визначальними нехтовно слабкі явища квантової взаємодії атомів і молекул, які не враховуються у макротілах.

Наночастинки *надмалі, надміцні і надактивні*, внаслідок чого їх властивості під дією квантових ефектів можуть різко змінюватись: малотоксичні речовини можуть стати дуже токсичними, частинки не руйнуються, можуть легко проникати крізь клітинні мембрани і руйнувати майже будь-які молекули, з якими вони контактують, порушуючи роботу клітин живого організму.

Широке використання нанотехнологій невідворотно приводить до неконтрольованого попадання наночастинок у водне і повітряне середовище, а звідти вони можуть легко попадати у тканини легень, кровоносну систему, розноситись по всім внутрішнім органам і спотворювати гену інформацію.

Досліди на крисах, які вдихали повітря з наночастинками іридію, показали, що наночастинки надзвичайно легко переборюють захисні механізми організму, попадаючи з легенів у печінку, ембріони і навіть у головний мозок, надійно захищений природою від проникнення сторонніх речовин і мікроорганізмів, куди не можуть проникати навіть медикаменти.

За даними міжнародної екологічної організації "Друзі Землі" на 2008 рік виявлено 93 харчові продукти, в яких присутні наночастинки, проте всього таких продуктів у світі нараховувалось до 600 і до 500 різновидів продовольчих упаковок з нанодобавками.

Тривожить те, що в світі не існує нормативних документів, які регламентують використання нанотехнологій у харчовій, косметичній і фармацевтичній галузях. Відсутні закони, які б встановлювали вимоги до спеціальних тестів для наночастинок і навіть не передбачено маркування нановиробів для продовольчих товарів.

Висновки. Для з'ясування впливу кожного окремого типу наночастинок на живі організми впродовж тривалого терміну їх дії доцільно обмежити або навіть заборонити їх впровадження у промислове виробництво.

Література

1. Жан-Мари Лен. Супрамолекулярная химия. – Новосибирск: Наука, 1998. – 334 с.
2. В.Фельдблом. "Нано" на стыке наук: нанобъекты, нанотехнологии, нанобудущее, - (Электронное междисциплинарное издание). – Ярославль, - 2013. – 267 с.

18. Наночастинки кремнію, фулерену і срібла

¹Ігор Пастушенко, ²Яна Михієнко, Олександр Марценюк

¹Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості ²Національний університет харчової промисловості

Вступ. Глибоке вивчення властивостей наночастинок, серед яких можуть бути як шкідливі, так і корисні для організму людини, дозволить обґрунтувати доцільність їх отримання і використання.

Матеріали і методи. Продукти харчування у ряді розвинених країн – кетчуп, майонез, приправи, овочеві супи в пакетиках, цукрова пудра, кухонна сіль містять наночастинки, що підвищують плинність (текучість) і сипкість цих продуктів. У ковбасних, хлібобулочних виробках, прохолоджувальних напоях використовують нанокapsули, які містять консерванти, вітаміни, смакові і мінеральні речовини. В оболонку шоколадних батончиків додають наночастинки, щоб вона не сіріла.

Нанокapsули (діаметр менше 100 нм), всередині полімерної або фосфоліпідної оболонки яких знаходяться діючі речовини, можуть легко проникати в усі зони організму. У медицині для їх доставки і лікування використовують медичні нанороботи, оснащені системами навігації, комунікації і роботи з окремими пошкодженими молекулами. Наприклад, концентрація введеного в організм антибіотика на шляху до враженого місця сильно знижується і негативно впливає на організм, а наноробот точно доставить капсулу антибіотика до інфікованого місця з мінімальними побічними ефектами.

Негативна ситуація використання нанокapsул у харчових продуктах ускладнюється тим, що виробники, посилаючись на технологічні секрети, не оприлюднюють вміст добавок, а надійні тести на визначення кожного типу добавки і її концентрації не розроблені. При цьому синтез і впровадження кожного типу добавки вимагають завідомо менше часу, ніж їх перевірка на цитотоксичність.

Відомі штучні і природні наночастинки кремнію, фулерену, срібла.

Двоокис кремнію (пісок) найпоширеніший мінерал на планеті і людина в процесі еволюції пристосувалась до випромінювань води, яка пройшла крізь його товщі, і збагатилась наночастинами кремнію. Така природна вода необхідна для здорового існування людини і сприяє лікуванню захворювань. Навпаки, вода що пройшла крізь товщі мінералів важких і радіоактивних металів, шкодить організму

Фулерени, що містяться в шунгіті, вкраплені в його кристалічну решітку, розчиняються у воді дуже мало і до попадання в організм встигають прореагувати з різними сполуками. Настояна на шунгіті вода має певні лікувальні властивості, але спектр її електромагнітних випромінювань не відповідає необхідному для людини.

Цілющі властивості осрібленої води загальновідомі. Вода річки Ганг (Індія), притоки якої протікають крізь родовища срібних руд, цілюща, навіть будучи каламутною. Проте, при тривалому вживанні срібло, як важкий метал, поступово накопичується в організмі і має побічні ефекти. Використання нанокapsул значно знижує попадання в організм наночастинок срібла і зменшує їх побічні ефекти.

Висновки. Природна вода з наночастинами кремнію корисна для організму, а настояну на шунгіті і осріблену воду доцільно використовувати для лікування, а не як добавки до продуктів харчування постійного вживання.

Література

1. Рассадкин Ю.П. Вода обыкновенная и необыкновенная. – М.: "Галерея СТО", 2008. – 840 с.

19. Удосконалення технології вилучення лікопіна з томатних вичавок

Данило Квітка

Полтавська державна аграрна академія, Полтава, Україна

Вступ. Поживна цінність томатів (*Solanum Lycopersicum L.*) визначається наявністю волокон, білків, ліпідів і вуглеводів. У його складі присутні калій, фолієва кислота, вітаміни А і С, біологічно активні фітохімічні речовини (органічні кислоти, фенольні сполуки), флавоноїди, амінокислоти, каротиноїди (в основному лікопін і β -каротин). Деякі з цих сполук мають потужні антиоксидантними властивостями. Томатні вичавки, одержувані після переробки свіжих томатів (шкірка, насіння і неїстівна м'якоть), містять значну кількість вищеназаних речовин.

Матеріали та методи. Відходи переробки томатів, що складаються із шкірки та насіння томатів, були отримані на заводу з переробки томатів. Томатні вичавки сушили на повітрі при температурі 25 °С, подрібнювали в лабораторному млині, обладнаному ситом 0,5 мм. Вміст вологи в мелених вичавках становив $18,39 \pm 0,57\%$. Подрібнений матеріал витримували у скляних банках при температурі 2–5 °С до використання. Стандарт лікопіну ($\geq 98\%$) був придбаний в аптеці м. Полтава. Екстрагування убкритичною водою проводили у реакторі виового тиску РВД-2-500 звикористанням бідистильованої води. Аналіз отриманих результатів проводили за стандартними методиками.

Результати. Планування експериментів було використано за методом Бокса-Бенкена. Досліджувані параметри змінювали у наступних межах: температура екстракції (110–190 °С), час екстракції (5–30 хв), співвідношення води до матеріал (1: 1–9: 1). Математична обробка результатів експериментів, проведених тричі, та дисперсійний аналіз дозволив оптимізувати модель шляхом вилучення всіх факторів взаємодії АВ, АС, ВС: значення F-моделі було збільшено з 55,84 до 98,43, а невідповідність F-значення зменшено з 2,62 до 1,73.

Таким чином було отримано оптимізоване поліноміальне рівняння другого порядку, що дозволяє визначати значення виходу лікопіну (Y, мкг/г) представляється як рівняння:

$$Y = - 13668,30 + 140,87A + 35,19B + 66,11C - 0,37A^2 - 1,03B^2 - 4,28C^2,$$

де А – температура екстрагування, °С; В – тривалість екстрагування, хв; С – гідромодуль (співвідношення води до сухого матеріала).

Модель адекватно описує досліджуваній процес зі значенням моделі F 55,84 та R² 0,9863. Невідповідність моделі незначна (p = 0,1877), а загальна модель є адекватною при (p менше ніж 0,0001). З отриманих результатів окремі фактори А, В, С та фактори другого порядку А * А, В * В, С * С показали статистично значущий вплив, всі фактори взаємодії АВ, АС, ВС виявились незначними у досліджуваному інтервалі. Відповідно до моделі, оптимальні умови екстракції лікопіну були визначені наступним чином: 10 г зразка томатних відходів з 73,8 мл подвійної дистильованої води (співвідношення води до матеріалу 7,38: 1 (мл/г)), температура екстракції 192,01 °С, і час екстракції 15,80 хв. Вихід екстракції лікопіну складе 280,89 мкг/г сухого зразка томатних відходів. Експеримент з оптимізованими умовами екстракції проводили тричі. Середній вихід екстракції лікопену становив 282,36 мкг/г, а відносна похибка становила 0,53%.

Висновок. Результати досліджень свідчать, що використання субкритичних технологій є ефективним інструментом екстрагування томатних вичавок.

20. Протитечійні високошвидкісні розпилювальні абсорбери у вигляді труб Вентурі

Олеся Зоренко, Олександр Марценюк

Національний університет харчової промисловості

Вступ. У ряді виробництв виникає потреба очищувати великі об'єми газових викидів за умови невеликих витрат рідини. Це можна зробити за допомогою високошвидкісних розпилювальних абсорберів, у яких рідка фаза (вода) розпиляється за рахунок енергії газового потоку.

Матеріали і методи. Стійкість крапель у газовому потоці залежить від відношення сил динамічного напору, що діє на краплі, до сил поверхневого натягу рідини на межі з газовою фазою (критерій Вебера). Чим більше сили динамічного напору переважають сили поверхневого натягу (капілярного тиску), тим на менші краплинки диспергуються рідина і тим більша поверхня масопередачі.

Результати. Всередині абсорберів у вигляді труб Вентурі рухається не рідина, як звичайно, а швидкісний потік газової фази, який у звуженому перерізі труб (горловині) захоплює плівку або струмінці рідини і розпилює рідину на дуже дрібні краплинки. Швидкість газу (повітря) у горловині досягає 50...150 м/с. Наприклад, при швидкості газу в горловині 100 м/с вода подрібнюється на краплі з середнім розміром 50 мкм, а при швидкості 120 м/с – 20...30 мкм. Витрата рідини змінюється в межах 0,25...10 л/м³ очищуваного газу, збільшуючись при менших швидкостях газового потоку. При великих потужностях, більше, ніж 10 м³/с газу, швидкісні апарати виготовляють прямокутного перерізу.

Абсорбер складається з конфузора, горловини і дифузора. Газ подається в конфузур, а рідина у горловину у вигляді розподіленої плівки, окремого або кількох розділених струменів, що подаються радіально через спеціальні отвори, сопла, щілини або форсунки; може використовуватись комбіноване струминно-плівкове зрошення. Труби Вентурі можуть встановлюватись дифузором вниз (нисхідна течія), вгору (вихідна течія) або під кутом до горизонту.

Інтенсивний масообмін відбувається не лише за рахунок розвиненої поверхні контакту фаз, а й за рахунок великої швидкості конвективної (турбулентної) дифузії, яка має вирішальне значення при великих швидкостях взаємодії потоків. Внаслідок цього швидкісні промивачі у вигляді труб Вентурі є одними з найбільш ефективних апаратів для очищення газових викидів.

Для інтенсифікації очищення газу в трубах Вентурі встановлюють різні пристрої: використовують двоступеневий дифузур з різними кутами розкриття, перед дифузуром встановлюють змішувальну камеру у вигляді батареї труб Вентурі малого розміру, передбачають зрошення форсунками у конфузурі і дифузурі з одночасним встановленням у них кільцевих перегородок перемінного перерізу, у дифузурі встановлюють декілька рядів сіток, при зіткненні потоку з якими створюються кращі умови контакту рідкої і газової фаз.

Висновок. Абсорбери у вигляді труб Вентурі доцільно застосовувати в умовах економії витрат рідини при очищенні великих викидів газу в атмосферу.

Література

1, Оборудование для санитарной очистки газов. Справочник / И.Е. Кузнецов, К.И. Шмат, С.И. Кузнецов: под ред. И.Е. Кузнецова. – К.: Техника, 1989. – 304 с.

21. Систематизація критеріїв подібності в теорії моделювання процесів і апаратів біотехнологічних виробництв

Охмакевич Анастасія, Дзюба Марія, Зав'ялов Володимир, Мисюра Тарас
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою даного дослідження є вивчення теорії подібності та систематизація критеріїв подібності, як однієї з основних теоретичних баз для масштабування та моделювання технологічних процесів біотехнологічних виробництв згідно з основними типами процесів біотехнологічного виробництва.

Матеріали і методи. Дослідження проводилось на основі аналізу наукових та навчальних літературних джерел. Виконано аналіз формул, фізичних величин, їх комплексів, що входять до складу критеріїв подібності та їх фізичний зміст. Критерії подібності класифіковано відповідно до типів процесів та фізичних явищ, що їх супроводжують (гідромеханічних, теплових, масообмінних, механічних).

Результати. Варто зазначити, що класифікація є умовною, так як доволі часто один і той же критерій подібності може стосуватися декількох процесів одночасно.

З критеріїв гідромеханічних процесів взято до уваги такі критерії: Рейнольдса, Фруда, Струхалія, Ейлера, Фаннінга, Архімеда, Галілея, Маха, Вебера, Бонда.

До критеріїв теплових процесів належать такі критерії: Пекле, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа, Стенсона, Фур'є, Біо, гомохронності (Струхалія), перше число Дамкелера, третє число Дамкелера, четверте число Дамкелера, Кутателадзе, теплове число Кирпичова, Релея, Якоба.

До критеріїв масообмінних процесів належать такі критерії: дифузійні критерії Нуссельта, Фур'є, Пекле, Біо (для систем з твердим тілом), Прандтля, Грасгофа, Стенсона, Ликова (дифузійний критерій вологопереносу), Кирпичова, а також критерій Поснова та Боденштейна.

До критеріїв механічних процесів можна віднести критерій Ньютона та критерій Коші.

Критерії подібності теплових процесів впливають із рівнянь Ньютона для тепловіддачі, першого і другого законів Фур'є, Фур'є-Кірхгофа, якщо виконати необхідні перетворення. Для отримання критеріїв масообмінних процесів використовують рівняння першого і другого закону Фіка, масовіддачі, переносу речовини молекулярною дифузією і конвекцією. Гідромеханічні критерії впливають із критерію Ньютона і диференціального рівняння Нав'є-Стокса. Критерії подібності механічних процесів отримують із рівняння другого закону Ньютона.

Систематизація, яка закладена в теорії подібності, застосовується в науці як ефективний метод дослідження. Якщо вивчити одне із явищ, то результати дослідження можна розповсюдити на всю групу подібних явищ даного класу.

Експериментальне дослідження того чи іншого процесу дозволяє знайти функціональний зв'язок між критеріями подібності, що суттєво спрощує розрахунки, зменшуючи число змінних та виключаючи необхідність варіювання всіх фізичних величин, при чому розв'язок отримують у достатньо загальному вигляді.

Серед основних переваг фізичного моделювання варто навести простоту лабораторного оформлення, відносну швидкість проведення експеримента та відносно невеликі економічні затрати.

Висновок. Систематизовані критерії подібності у вигляді таблиці дозволяє експериментатору швидше зорієнтуватись у фізичних взаємодіях, які виникають в досліджуваному процесі, що значно спрощує роботу при моделюванні.

22. Систематизація методів інтенсифікації масообмінних процесів біотехнологічних виробництв

Благодир Дар'я, Воробей Анна, Доценко Олена,
Зав'ялов Володимир, Мисюра Тарас

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процеси масообміну супроводжують більшість технологічних стадій в біотехнологічних виробництвах, є одними з основних та потребують відповідної інтенсифікації на всіх масштабних рівнях для забезпечення якості та збільшення виходу цільових продуктів. Тому актуальність даного дослідження полягає у пошуку та класифікації традиційних і сучасних методів інтенсифікації таких процесів.

Матеріали і методи. Збір та аналіз літературних даних відповідно до тематики, їх систематизація та узагальнення.

Результати. Аналіз літературних джерел показав, що інтенсифікація технологічних процесів спрямована на збільшення продуктивності апаратів при зменшенні їх габаритів, металоемності, вартості і відповідному скороченню необхідних виробничих площ і зменшенні експлуатаційних витрат та дає можливість одержати нові технологічні ефекти. Аналізуючи основні теорії масопередачі, запропоновані різними вченими була взята до уваги ідея оновлення поверхні контакту фаз В.М. Стабнікова. Суть її полягає у тому, що вирішальну роль у процесі масопередачі відіграє не загальна, а заново утворювана поверхня контакту фаз з елементами, які ще не брали участі в дифузії. Поверхня оновлюється завдяки проникненню до межі поділу фаз турбулентних вихорів, що утворюють нові поверхні. Крім того, характер кінетичних рівнянь вказує на загальні для всіх процесів способи інтенсифікації: для прискорення процесу треба збільшити рушійну силу і зменшити опір або збільшити проникність. Звичайно, збільшення рушійної сили або зменшення опору в кожному конкретному випадку мають обмеження. З цих позицій була виконана відповідна систематизація. Як приклад, в залежності від методу інтенсифікації подаємо таку класифікацію: **Механічні методи:** турбулізація потоку (мембранний поділ, дистиляція, ректифікація, рідинна екстракція, твердофазне екстрагування); барботування (дистиляція, ректифікація, мембранний поділ, абсорбція); вібраційний вплив (мембранний поділ, рідинна екстракція, тв. екстрагування, розчинення); подрібнення (тв. екстрагування, розчинення); перемішування (кристалізація, тв. екстрагування, адсорбція, десорбція); використання псевдорозрідженого шару (тв. екстрагування). **Теплові методи:** зміна температурного режиму (кристалізація, дистиляція, ректифікація, розчинення, тв. екстрагування, абсорбція, десорбція). **Електро-фізичні методи:** звукові коливання: ультразвук (розчинення, тв. екстрагування, сушіння, сорбції, кристалізація, мембранний поділ, сублімація), інфразвук (тв. екстрагування); зниження в'язкості (тв. екстрагування, кристалізація, абсорбція); імпульсна обробка: електро-імпульсні розряди (тв. екстрагування), магнітно-імпульсна (кристалізація); мікрохвильовий нагрів (тв. екстрагування), інфрачервоне випромінювання (сублімація, термічне сушіння); вакуумування (рідинна екстракція, абсорбція); вологість матеріалу (рідинна екстракція); молекулярна дифузія (сушіння, тв. екстрагування, адсорбція); використання газової фази (тв. екстрагування). **Конструктивні методи:** нанесення шару теплопровідного матеріалу на зовнішню поверхню обладнання (сублімація).

Висновки. Отримані результати систематизації методів інтенсифікації масообмінних процесів біотехнологічних виробництв у вигляді спеціальної таблиці можна використовувати при їх моделюванні та навчальній процесі.

23. Інтенсифікація процесу екстрагування цінних речовин з рослинної сировини

Лариса Зоткіна, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблема створення безвідходних виробництв в галузях, які переробляють овочі є актуальною задачею і вирішується шляхом комплексної переробки сировини. Раціональне використання вторинних сировинних ресурсів передбачає інтенсифікацію процесу екстрагування в безперервному секційному апараті.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження було сировина – лушпиння цибулі, досліджувалася кінетика процесу екстрагування, співвідношення витрат фаз, і тривалість процесу.

Результати. Встановленні кінетичні закономірності процесу екстрагування лушпиння цибулі в лабораторних умовах при різних режимах ведення процесу. Температура процесу екстрагування підтримувалася в межах 40 – 80 °С, верхня температура процесу обмежена змінною структури рослинної сировини. Співвідношення витрат фаз змінювалось від 1:1,5; 1:2; 1:3; 1:4; 1:5. Максимальний час проведення процесу – 70 хвилин.

В якості екстрагента використовували воду, водно-спиртовий розчин та розчин лимонної кислоти. Максимальна кількість видалених сухих речовин спостерігалася при використанні лимонної кислоти.

На основі аналізу досліджень визначенні режими процесу екстрагування, які забезпечують вилучення компонентів при заданій продуктивності апарату з співвідношенням витрат фаз 1:1,5, температура процесу 45 °С, час проведення процесу – 60 хвилин.

З метою визначення комплексного впливу технологічних компонентів і їх взаємодії на ефективність екстрагування була створена математична модель і розроблений програмний засіб для розрахунку від трьох компонентів: температури екстрагування, співвідношення витрат фаз, ступеня відтискування. Отриманні оцінки вагомості коефіцієнтів показали, що ступінь відтискування найменше впливає на ефективність екстрагування.

Отриманий екстракт може бути використаний в харчовій промисловості при отриманні фарбників природнього походження.

Література.

1. Экстрагирование [Текст] : Система твердое тело - жидкость / Г. А. Аксельруд, В. М. Лысянский. - Ленинград : Химия. Ленингр. отд-ние, 1974. - 254 с.

24. Дослідження фізико – хімічних показників фаршевої маси окуня річкового, як основного компонента формованого продукту

Удот Владислав, Матко Світлана, Мельник Людмила
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Користь окуня беззаперечна: 100 грамів м'яса риби містять в собі ½ добової норми необхідного організму вітаміну В₁₂, який поліпшує синтез ДНК і бере участь в обміні речовин; 1/3 добової норми вітаміну РР, 1/3 норми по йоду.

Окунь, в першу чергу, чинить благотворний вплив на роботу мозку і щитовидної залози, а також, на стан шкірного покриву, містить антиоксиданти. При вживанні в їжу м'яса окуня поліпшуються функціонування нервової і травної систем, виходить на оптимальний рівень вміст цукру в крові за рахунок фосфору, що нормалізує хімічні процеси клітин.

Матеріали та методи. Підготовлену сировину подрібнювали на кутері з діаметром 5–6 мм, далі відповідно до рецептури складали фарш.

Сформований зразок піддавали кутеруванню, проводили набивання в штучні оболонки. Термічна обробка продукту здійснювалася при температурі 90...92 °С до досягнення температури всередині батона не нижче 80 °С. М'ясо річкового окуня набагато м'якше і ніжніше, ніж морського, тому немає необхідності піддавати його тривалій термообробці. А це значить, що в страві, приготівленій з річкової риби, максимально будуть збережені всі вітаміни. Крім того, при обробленні риба втрачає лише 20 % води, тоді як м'ясо тварин - в 2 рази більше. З цієї причини м'ясо риби більш соковите і ніжніше, а завдяки незначному вмісту грубої сполучної тканини засвоюється набагато швидше.

Після термічної обробки продукт піддавали охолодженню до досягнення температури в центрі фаршу 0...15 °С. Готова продукція проходила аналіз за органолептичними показниками.

Результати. Дослідний зразок мав хороші органолептичні характеристики: поверхня оболонки чиста, суха, без пошкоджень, консистенція - пружна, соковита, досить щільна як на периферії, так і в центрі; запах – ароматний, властивий даному виду продукту; смак - в міру солоний.

Основною інформацією якості готового фаршу є його хімічний склад (табл.). У

Хімічний склад готового фаршу

Показники	Результати
Масова частка вологи, %	58,0
Сухі речовини, %	42,0
Білок, %	36,08
Жир, %	3,39
Зола в сухій речовині, %	2,53
Сіль, %	1,5
Енергетична цінність, ккал/100г	206,2

Таблиця

складі продукції на частку білків припадає 36,08%, що відносить продукцію до категорії «білкової». Невисокий вміст жиру (3,39%) знижує прояв ознак окислювального псування в процесі його зберігання.

Масова частка вологи – 58% пояснюється хорошою волого утримуючою здатністю готового продукту. В результаті мікробіологічних досліджень було встановлено, що досліджуваний зразок зберігає свою

якість і відповідає нормам безпеки напівфабрикатних виробів в свіжо виготовленому продукті і на третю добу зберігання (БГКП відсутня в 1 г продукту), згідно санітарних норм і вимог до цієї групи продукції.

Висновок. Унікальні якості рибного формованого продукту: невисока калорійність, значна харчова цінність, цілий спектр корисних речовин дозволяють вважати його продуктом для здорового харчування.

25. Дослідження процесу замочування соєвого зерна

Дунасвський Назарій, Матко Світлана, Мельник Людмила
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У ряді технологій, пов'язаних із переробкою зерна, його попередньо замочують. Зерно у воді вбирає вологу і збільшується в об'ємі, гідратація клітковини оболонки підвищує їх еластичність. Вода створює між складовими частинами зерна шари, які проявляють змащувальну і розклинюючу дію, що значно послаблює зв'язки між оболонками, зародком і ендоспермом. У процесі замочування зерна досягається зміна структури білка, який зв'язує зерна крохмалю, що приводить до їх ослаблення, перетворення оболонки зерна з напівпроникної в повністю проникну.

Матеріали та методи. Соя, яку використовують в харчовій промисловості повинна відповідати вимогам зазначених в таблиці.

Таблиця

Органолептичні показники соєвого зерна

Найменування	Соя
Зовнішній вигляд	Насіння і паростки здорові, чисті, не заражені шкідниками або забрудненими мертвими шкідниками. Довжина паростків не більше 3 см
Смак і запах	Властивий здоровому насінню, без цвілі, затхлого та інших сторонніх запахів
Колір	Властивий здоровому насінню: жовтий, зелений, коричневий, світло-коричневий або чорний. Росток - блідо-жовтий без сторонніх вкраплень, чорних крапок

Зерно замочували при температурі 40...48 °С, протягом 24...48 годин до вологості 35...45 %. Обмеження температури замочування до 48 °С пов'язано з можливим початком клейстеризації крохмалю, який міститься в зерні.

Результати. Встановлено, що під час замочування в екстракт переходить 5...7 % розчинних речовин зерна. На рисунку наведено конвекцію вологості в залежності від тривалості замочування.

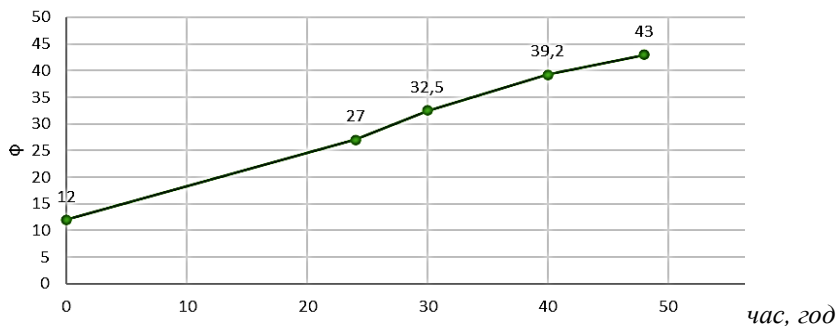


Рис. 1. Зміна % вологості від тривалості замочування соєвого зерна

На початку досліджень % не замоченого зерна становив 12 %. Через 24 години замочування – 27%, через 30 год. – 32,5, 40год. – 39,2, відповідно. Кінцеве вимірювання вологості проводилось на 48 годині замочування, де % вологості сягав 43 %, що є в межах норми.

Висновки. Визначено вплив попереднього замочування зерна сої та зміни вологості при різній тривалості замочування. Попереднє замочування зерна протягом 48 годин водою при температурі 45 °С попередньо впливає на подальшу його переробку, оскільки, чим м'якше зерно, тим швидше і легше воно проходить подрібнення на кутері та є однорідним з фаршевою масою в готових тефтелях.

Section 16

**Physical and mathematical
principles of technological
processes**

Секція 16

**Фізико-математичні основи
технологічних процесів**

16.1.

Physics

Chairperson – associate professor Svitlana Litvynchuk

Secretary – associate professor Mykhailo Lazarenko

16.1.

Фізика

Голова – доцент Світлана Літвинчук

Секретар – доцент Михайло Лазаренко

1. Use of X-rays to assess the quality of food

Vladyslava Kuzinska, Svitlana Litvynchuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. X-ray methods for quality control of products are gaining popularity nowadays and are used in the food industry increasingly. X-ray methods are non-destructive for food products and that makes it possible to assess their internal quality [1].

Material and methods. In modern industrial quality control two X-ray methods are used that enable to grade the quality of food (fruits, vegetables, crops, nuts).

Results. The first method is based on the registration of the intensity of X-ray passing through the product and absorbed by its tissue. The intensity of the radiation that passes through the raw material depends on the intensity of the radiation that falls on the object and on its sizes and density. The distance passed by radiation increases from the edge to the middle of the product, where the lowest radiation intensity is observed.

The second method involves the implementation of computed tomography, the main idea of which is the circular X-ray irradiation of the object with the subsequent construction of its image using X-ray tomography. X-rays that pass through the substance are partially absorbed and their intensity decreases due to attenuation factor.

When X-rays hit a material some are absorbed and others pass through [2]. Non-destructive testing uses this property to check and evaluate the internal condition of the object without damaging it. Thicker materials with a high atomic number usually block X-rays. If there are such materials in the object, the contrast that appears on the X-ray image depends on the difference in their thickness and type of material. It allows to detect foreign objects with high accuracy when they get into food [3].

X-ray methods enable assessment of the ripeness level of tomatoes, detection of the presence of cavities in potatoes, dents in apples, damages caused by freezing citrus, ring rot in onions and the centers of insect infections in nuts.

The potential of X-ray inspection for assessing the quality of vegetables, fruits, grains, and detection of bones in chicken and fish was highlighted in considerable research [4, 5].

In the study [6] a computer program was developed that enables analyzing the X-ray images and classify each seed as damaged or undamaged.

Conclusions. The use of X-rays, which can be used to assess the quality of food products, detect physical defects and contamination without damaging the product, is an important part of quality control for the food industry.

References

1. Nachiket Kotwaliwale (2014). X-ray imaging methods for internal quality evaluation of agricultural produce

2. <https://www.arpana.gov.au/understanding-radiation/what-is-radiation/ionising-radiation/x-ray>

3. https://seltokphotonics.com/company/news/navit%60_volosynu_v_pachtsi_chipsiv_vydno_z_novoyu_rentgeniv%60koyu_kameroyu/

4. Haff RP & Toyofuku N. (2008). X-ray detection of defects and contaminants in the food industry. *Sens Instrumen Food Qual* 2:262–73.

5. Mery D et al. (2011). Automated fish bonedetection using X-ray imaging. *J Food Eng* 105(3):485–92.

6. Tom C. Pearson et al. (2014). Automated Detection of Insect-Damaged Sunflower Seeds by X-Ray Imaging

2. Determination of the kilogram through the Planck constant

Oleksandra Lukiyaniuk¹, Diana Hutsalo², Svitlana Litvynchuk¹, Inna Hutsalo¹

1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 – National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Introduction. The participants of the General Conference on Weights and Measures, held on November 16, 2018 in Paris, changed the definitions for four units of the International System of Units of Physical Quantities, including kilograms.

Materials and methods. Scientists have abandoned the use of the standard kilogram, this value is determined by the Planck constant.

Results. The metric system was adopted in 1795. Then the kilogram was defined as the mass equivalent of a liter of pure water at the melting point of ice. In 1799, the standard kilogram was first made – it was a platinum weight. In 1889, it was replaced by a 4-centimeter cylinder made of platinum-iridium alloy (which is the unofficial name known as "Le Grand K"). It has been stored in the suburbs of Paris since 1889.

At the same time, 40 copies were created and sent to the national bureaus of weights and measures of different countries. They were periodically compared with the original. These comparisons showed that the masses of the copies of the standard changed by ± 50 milligrams every 100 years. The weight of the kilogram standard also changed, but there was nothing to compare it with. It is not essential for everyday life, but for science it is quite fundamental. Therefore, scientists at a conference in Versailles later decided that the unit of mass should be tied to fundamental or atomic quantities. For this purpose, the Planck constant is used to determine the kilogram. That is, a kilogram is a coefficient that relates the amount of energy of a quantum to the frequency of its radiation, equal to 6.626×10^{-34} joule-seconds. The new system allowed anyone who has a device called the "Kibble balance" to determine a kilogram. It measures the amount of electric current required to create an electromagnetic field equal to the force acting on the selected mass. The mass of the object is based on the equality of electrical and mechanical forces. Any country can use the "Kibble balance" on its own, and will not need a reference kilogram. The complete refusal to use the kilogram standard took place on May 20, 2019. Until then, the kilogram remained the last unit for which the physical standard was still used. After binding to the Planck constant, the reference kilogram no longer weighs so much – the weight of the cylinder will differ from the kilogram by ± 10 micrograms.

Conclusions. Since the kilogram remained the only unit of the SI system determined by the subject, scientists at the General Conference on Weights and Measures in France abandoned the use of its standard (platinum-iridium cylinder) and approved a new definition through Planck's constant. The kilogram is measured using the "Kibble balance". Thus, all units of the SI system are tied to fundamental physical constants.

References

1. https://dt.ua/TECHNOLOGIES/vcheni-zatverdili-nove-viznachennya-kilograma294302_.html
2. <https://www.unian.ua/science/10340616-vcheni-zminili-viznachennyakilograma.html>

3. Holography and its practical use

Vladislav Bozhko, Viktor Tovarnykh, Halyna Shatkovska, Svitlana Litvynchuk
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Holography methods are increasingly being developed. They can be used in computers with holographic memory, holographic electron microscope, holographic film and television, holographic interferometry, etc.

Materials and methods. The idea and principles of holography formulated by D. Gabort were born in the development of a completely different problem – the electronic microscope's improvement. The essence of the idea was to capture complete information about the subject and information about the amplitude and the phase of the light wave.

Results. Holography is based on two physical phenomena – diffraction and interference of light waves. The interference pattern fixed on a light-sensitive surface after manifestation is called a hologram. To see the image of the object, the hologram must be illuminated by the same reference wave used to obtain it. The hologram is a normal diffraction grating in the simple case. After processing the photoplate, those areas of the hologram where the phases of the reference and object waves coincided, will be the most transparent. The areas of the hologram will be dark where the waves were in antiphase.

A holographic image can reproduce an exact three-dimensional copy of the original object. Such an image with many angles, which modify with the change of the observation point, has an amazing realism and often does not differ from the real object. Modern holograms are observed when illuminated by ordinary light sources, and full volume in combination with high accuracy of transmission of the texture of the surfaces provides the full effect of presence.

Holographic images of unique art objects allow many people to «see» these objects at the same time in many places. The experimental shooting of three-dimensional holographic films has already been made. The hologram can be restored by shining it with coherent emission having a wavelength that is greater than the wavelength of the emission with which the hologram was obtained. In this case, the size of the image will be larger than the size of the object. The functioning of holographic microscopes is based on this. Holographic recording using a laser beam allows capturing vibrations and deformations that occur in various components and parts of working machines. Another technical application of holography is the quantitative study of air flows in wind tunnels. Holograms are indispensable in the manufacture of high-quality reproductions of sculptures, museum exhibits, and more. At the same time, the possibility of creating three-dimensional images opens up new directions in art – visual holography and optical design. Holograms are widely used in souvenirs and as jewelry, as well as in advertising.

The concerted efforts of many researchers have accumulated a number of information and facts about the properties of three-dimensional holograms. It turns out that the materialized three-dimensional picture of intensity waves is able to reproduce the wave field with all its parameters – amplitude, phase, spectral composition, state of polarization, and even with changes in these parameters over time. However, the general picture of this phenomenon is still far from complete. There is every reason to believe that new unexpected optical properties of holograms will be discovered.

Conclusions. Holograms have a unique property – to restore a full-fledged three-dimensional image of real objects. The precedent of combining holography and nonlinear optics into dynamic holography shows that the introduction of holography ideas in related fields of knowledge can lead to the emergence of completely new directions.

4. The feasibility of applying NIR spectroscopy to detect adulteration in black pepper

Kateryna Shubina, Volodymyr Vyshniak

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Black pepper is the most widely used spice in the world. Spices are highly vulnerable to economically motivated adulteration as they are high value products and traded along complex supply chains.

Materials and methods. Investigations of samples of various varieties of pepper in natural and crushed form, as well as with the addition of impurities, were carried out by the method of near infrared (NIR) diffuse reflection spectroscopy.

Results. The adulteration of food is an issue of growing global importance. Whether incidental (addition of foreign substances due to negligence) or intentional (addition of foreign substances for economic gain), adulteration of food presents legal, medical issues. The main fraud opportunity is to add cheaper bulking materials. The development of methods for the reliable detection of adulterants within food has, therefore, received considerable scientific interest in recent years. The revealed spectral patterns allow us to talk about the possible use of infrared spectroscopy of diffuse reflection to control the quality indicators of whole and ground black pepper, as well as the detection of counterfeit. Fig. 1 shows typical infrared spectra of whole grains and ground black pepper. When pepper is ground, the spectral peaks become more pronounced, but retain their position.

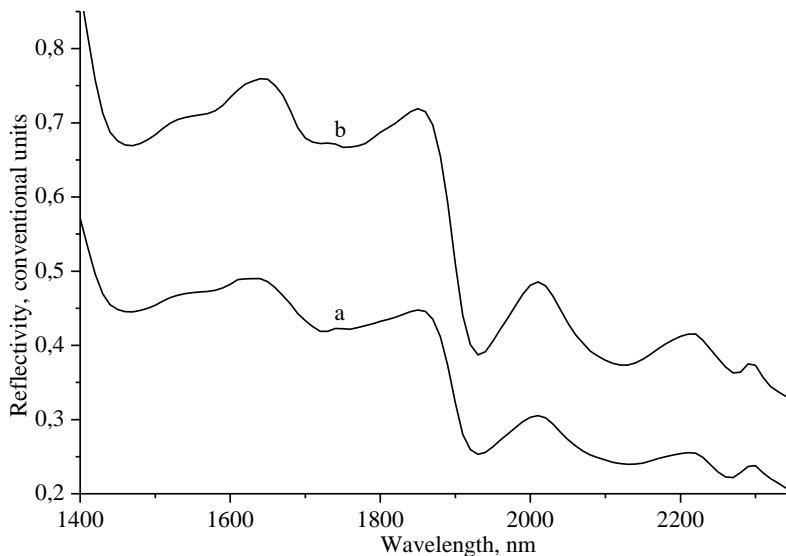


Fig. 1. Near infrared diffuse reflectance spectra: a – whole black peppercorns; b – ground black pepper

Conclusions. This study points to the possibility of using infrared spectroscopy for quality control and detection of counterfeit spices containing black pepper.

References

Leqian Hu et al., Assessing the authenticity of black pepper using diffuse reflectance midinfrared Fourier transform spectroscopy coupled with chemometrics // Computers and Electronics in Agriculture, 2018, 154, P. 491-500.

5. Вологість повітря та її роль для живих організмів

Михайло Галецький, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мікроклімат середовища суттєво впливає на стан організму людини та її працездатність протягом робочого дня.

Матеріали і методи. Було проведено дослідження у різних будівлях з різною вологістю повітря (у першому – 68.5 %, а у другому – 30 %), але з однаковою температурою. У кожному приміщенні знаходилося по 6 працівників.

Результати. У першій будівлі температура піддослідних була вищою, ніж у людей, які знаходилися у другому приміщенні. За оптимальних мікрокліматичних умов в організмі людини, завдяки терморегуляції, підтримується стала температура тіла (36,6 °C). Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов виробничого середовища. Віддача тепла здійснюється за допомогою випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри. Чим нижча температура повітря і більша швидкість його руху, тим більше тепла віддається організмом. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається випаровуванням. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі. Для відновлення водного балансу рекомендується вживати підсолену (0,5 % NaCl) воду (4...5 л на людину за зміну), білково-вітамінний напій.

Людський організм бере участь у таких процесах теплообміну як випаровування, теплова конвекція та теплове випромінювання. Перший процес суттєво залежить від вологості: при високих рівнях вологості повітря ефективність потовиділення тіла людини зменшується. Комбінація високих температур та високої вологості провокує обмеження теплообміну між кровоносними судинами людини та довкіллям через теплопровідність. Така ситуація може призвести до гіперпірексії – підвищення температури тіла вище 41,1 °C. Кількість крові, що досягає внутрішніх органів тіла зменшується, що може викликати тепловий удар (гіпертермію). При низькій вологості шкіра починає висихати, а організм в цілому отримує зневоднення. Слизові оболонки пересихають, починають тріскатися, що дозволяє різним вірусам і бактеріям простіше проникати в організм. Оскільки в умовах високої вологості збільшується віддача тепла, то є ризик перегрівання для організму. Самопочуття людини погіршується, з'являється слабкість. Тривала дія цього фактора сприяє зниженню імунітету [1, 2, 3].

Висновки. Волога є однією із обов'язкових компонентів всіх живих організмів Землі, навколишньої біосфери, і навіть більшості матеріалів, що використовуються людиною. Вміст вологи у навколишньому середовищі істотно впливає на живі об'єкти. Зокрема, вологість повітря грає величезну роль у повсякденному житті людини.

Література

1. <https://consumerhm.gov.ua/956-mikroklimat-ta-jogo-vpliv-na-pratsezdatnist-lyudini#:~:text=Порушення%20меж%20теплого%20режиму%20приміщення,біль%20С%20зниження%20уваги%20та%20працездатності>
2. <https://fabrica-tumana.ru/kak-vliyaet-vlazhnost-na-organizm-cheloveka/>
3. <http://km.dsp.gov.ua/news/1075-mkroklimat-virobnichih-primshen-ta-vpliv-mkroklimatu-na-pratsezdatnist-lyudini.html>

6. Причини парникового ефекту та його наслідки

Микола Сидоренко, Олександра Соколова, Михайло Лазаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Була розглянута проблема парникового ефекту, основні причини виникнення цього явища та його наслідки для людства.

Матеріали і методи. Після дослідження наукових статей і матеріалів доповідей з екологічних та економічних питань щодо проблеми парникового ефекту можна стверджувати, що вона становить загрозу для людства та повинна бути розв'язана найближчим часом.

Результати. Парниковий ефект – явище, яке створило придатні умови для життя, але в той же час може запросто може його знищити. Він не обмежується лише планетою Земля. Цей ефект був виявлений на Марсі, Венері та Сатурні. Явище парникового ефекту може відбуватися скрізь, де небесні тіла оточені атмосферою.

Земля в основному отримує енергію від Сонця у вигляді видимої частини спектра та інфрачервоних хвиль. Хвилі перетворюються на теплову енергію і нагрівають планету. Наша планета має температуру, більшу за абсолютний нуль, тому також випромінює інфрачервоні промені. Багато газів в атмосфері прозорі для видимого світла, але активно поглинають інфрачервоні промені, тим самим зберігаючи частину тепла, яке Земля повинна випромінювати. Якщо наша атмосфера не матиме цього ефекту, то середньорічна температура буде нижчою, ніж зараз, на 33 °С.

H₂O, CO₂, N₂O, CH₄, O₃, SF₆, гідрофторвуглецеві сполуки і перфторвуглецеві сполуки належать до основних парникових газів в атмосфері Землі. Всі вони мають різні характеристики і можуть залишатися в атмосфері різний проміжок часу.

Клімат нашої планети постійно зазнавав змін. Їхні причини можуть бути різними. Але в наш час основною причиною цих змін є антропогенний вплив людини. Наприклад, спалювання викопного палива збільшило концентрацію CO₂ в атмосфері. Встановлено, що це призведе до зростання глобального потепління на Землі від 2-5 °С.

Іншим важливим фактором підвищення температури є знищення рослин, які повинні поглинати вуглець. Через вирубування лісів частина вуглецю, накопиченого в лісі, буде викидана в атмосферу, а через руйнування ґрунтового покриву, що також містить парникові гази, кількість викидів зростає на 10 %.

Загрозу для людей в основному становить танення антарктичних льодовиків, вічної мерзлоти та гірських снігів. Вчені попереджають, що це призведе до підвищення рівня моря та затоплення багатьох родючих земель, а також великих економічних збитків. Внаслідок парникового ефекту буде вивільнюватися більша кількість CH₄ та CO₂, а всі живі істоти, які не зможуть адаптуватися до нових кліматичних умов, – зникнуть.

Висновки. Парниковий ефект, який спричиняє глобальне потепління, є одним з найважливіших проблем сучасності. Якщо ми поступово перейдемо до більш екологічно чистих методів, люди мають можливість уникнути великої катастрофи.

Література

Climatic changes and their role in emergence and re-emergence of diseases/
Amr El-Sayed, Mohamed Kamel //Environmental science and pollution research international 2020
Jun; 27(18):22336-22352

7. Вплив світла на біологічні об'єкти

Марія Корж, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Видиме світло є необхідною умовою існування життя на Землі. Видиме світло не лише забезпечує фотосинтез у рослин, він також бере участь у регуляції багатьох реакцій (від молекулярних до поведінкових) у світі тварин.

Матеріали і методи. Матеріалами слугували статті, які є у вільному доступі та знаходяться у мережі Інтернет, що були опубліковані не раніше 5 років тому.

Результати. Колір, інтенсивність, і тривалість освітлення впливає на емоційний стан людини. Ці психофізіологічні явища починаються з зорового контакту та сприйняття. Наприклад, деякі кольори здаються теплими, а інші сприймаються як холодні. Яскраво-червоний колір збільшує частоту пульсу, дихання, артеріальний тиск. Навпаки, зелений колір сприймається як освіжаючий та заспокійливий.

Вплив видимого (650 нм) світла на шкіру обличчя зменшує розтяжність і покращує еластичні властивості цієї тканини. Коли зупиняють напади бронхіальної астми, фототерапія у червоній зоні спектра дає позитивні результати протягом коротшого часу.

Червоне світло покращує стан репродуктивної системи жінок після операцій на маткових трубах при лікуванні безпліддя. Встановлено високу ефективність лазерної терапії при венозному застої у малих тазових органах. Науковцями доведено, що низькоінтенсивне червоне лазерне опромінення має антигіпоксичну ефективну терапію пацієнтів із хронічною обструктивною хворобою легенів та пов'язаною з цим ішемічною хворобою серця. Виявлено позитивний ефект червоного лазерного випромінювання низької інтенсивності на дихальну функцію спортсменів та спортсменок.

Світло низької інтенсивності стимулює скорочення активності ізольованого серця щурів після ішемії. Доведено, що вплив червоного світла позитивно впливає на ембріональний розвиток хом'яків. Вплив перетвореного світла з додатковим компонентом люмінесценції у червоній спектральній області суттєво зменшує кількість аномально розвинених та нежиттєздатних мишачих ембріонів.

Світло впливає на придушення мелатоніну, але воно забезпечує пояснення впливу на циркадні процеси.

Висновки. Світло може впливати на біологічні об'єкти як позитивно, так і негативно. Це залежить від його кольору, інтенсивності та яскравості. Було досліджено вплив не лише на людей, а й на тварин.

Література

1. <https://www.burri.world/en/studies/biological-effects-light>
2. Effect of Visible Light on Biological Objects: Physiological and Pathophysiological Aspects / S.V. Gudkov1, S.N. Andreev, E.V. Barmina, N.F. Bunkin, B.B. Kartabaeva, A.P. Nesvat, E.V. Stepanov, N.I. Taranda, R.N. Khramovand, A.P. Glinushkin // Physics of Wave Phenomena. – 2017. – 25(3). Pp. 207-213. DOI: 10.3103/S1541308X17030074

8. Вплив вологості на біологічні об'єкти

Ольга Постоюк, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Водяна пара, що знаходиться в атмосфері, відіграє важливу роль у формуванні клімату на планеті. Крім того, цей фактор має безпосередній вплив на живі організми.

Матеріали та методи. Під поняттям вологість повітря розуміють вміст водяної пари в повітрі. Абсолютна вологість – це маса водяної пари в одиниці об'єму повітря. Відносна вологість – це відношення абсолютної вологості до її максимального значення при певній температурі. При 100 % відносній вологості відбувається явище конденсації.

Результати. Атмосферне повітря має у своєму складі водяну пару, кількість якої змінюється в залежності від тиску, температури, джерела зволоження. І живі організми в тій чи іншій мірі мають властивість поглинати вологу з навколишнього середовища.

У людському організмі відбуваються такі процеси теплообміну як: випаровування (потовиділення), теплова конвекція та теплове випромінювання.

Випаровування вологи з тіла людини суттєво залежить від вмісту вологи в повітрі. Адже при високій вологості потовиділення тіла зменшується. У разі збільшення температури наслідком може бути гіперпіриксія та у людини станеться тепловий удар. Відмітимо, що оптимальним рівнем вологи для людського організму є 30-50 %.

Відносна вологість відіграє важливу роль у життєдіяльності тварин. Повітря, що оточує їх, містить менше вологи, ніж власне тіло. Постачання води до живого організму здійснюється у процесі пиття та споживання їжі. При підвищенні відносної вологості зменшується різниця між зовнішнім та внутрішнім середовищем тварини. Також суттєву роль відіграє адаптаційні можливості тварин.

Безумовно відносна вологість впливає і на життя мікроорганізмів. Активність інфекційних бактерій припиняється при 40-70 % вологості, алергенних кліщів – менше 50 %.

Для рослин вологість також є досить важливою. Пояснимо це. Будова рослин поділяється на надземну та підземну частини. Підземна частина має більший контакт із середовищем, звідки отримує достатню кількість води й інші ресурси. Саме тому відносна вологість значно впливає на швидкість втрати води при транспірації. Якщо відносна вологість повітря підвищується, рівень транспірації зменшується, оскільки вода випаровується легше у сухе повітря, ніж у насичене. І навпаки – низькій рівень відносної вологості стимулює дифузію води з продихового простору у зовнішнє повітря.

Висновки. Отже, у результаті аналізу різних інформаційних джерел можна зробити висновок, що водяна пара є вагомим фактором для процесів, які протікають у різних біологічних об'єктах.

Література

1. <https://ua-books.com.ua/prezentaciyi/2340-vplyv-vologosti-povitrya-na-zhyvi-organizmy-19767>
2. https://web.archive.org/web/20050420085336/http://www.nsd.l.arm.gov/Library/glossary.shtml#absolute_humidity

9. Реологічні методи дослідження харчових продуктів

Вадим Каліта, Олександра Лукіяник, Інна Гуцало, Світлана Літвинчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Харчова сировина рослинного та тваринного походження при заготівлі, транспортуванні, зберіганні, й особливо при переробці в продукти харчування, піддається різним механічним впливам. При цьому виробничі процеси повинні бути організовані таким чином, щоб забезпечити максимально високий рівень якості готової продукції.

Матеріали і методи. При оцінці якості харчових продуктів велике значення приділяється їх консистенції. Поряд з умовними, суб'єктивними методами оцінки консистенції все частіше застосовуються структурно-механічні (або реологічні) методи.

Результати. Реологія – порівняно молода наука, що сформувалася як самостійна частина фізико-хімічної механіки. Вона вивчає перебіг і деформації різних речовин і матеріалів, широко використовуючи при цьому багато положень механіки і теорії пружності.

Харчова сировина, напівфабрикати і готові продукти мають три основні реологічні характеристики: пружність, пластичність і в'язкість. Вони описуються характером залежності напруги від деформації.

Коагуляційні структури можуть переходити в конденсаційно-кристалізаційні в процесі обробки продукту (коли створюються умови для видалення рідких прошарків між частинками, наприклад, при сушінні або пресуванні). Оскільки механічні властивості будь-якої системи пов'язані з її структурою, їх часто називають структурно-механічними.

При вивченні структурно-механічних властивостей харчових продуктів досліджується зміна деформацій з часом. В основному розрізняють два види деформації – стиснення (розтягнення) і зрушення. У першому випадку напруга діє перпендикулярно поверхні зразка, у другому – по дотичній (тангенціально).

Під дією зовнішнього навантаження у будь-якому продукті виникають деформація та напруга, які залежать від складу й будови обраних об'єктів дослідження, що є мірою сил внутрішньої взаємодії між елементами їх структури.

Структурно-механічні характеристики використовують для оцінки консистенції продукту як одного з основних показників його якості. Оцінка консистенції продукту здійснюється або шляхом вимірювання структурно-механічних характеристик на спеціальних приладах – реометрах, або шляхом сенсорної (органолептичної) оцінки, тобто суб'єктивної оцінки опірності та деформації продукту.

Реометрія має на меті визначити всі найбільш істотні реологічні сталі за допомогою спеціального механічного впливу на досліджуване тіло. Через те, що не завжди при певному виді деформації тіла одночасно з'являються всі його реологічні властивості, то для повної кількісної оцінки структурно-механічних властивостей тіла необхідно застосовувати різні методи навантаження.

Висновки. Залежно від поставленого завдання використання реологічних методів дослідження харчових продуктів дозволяє визначати якість готових виробів, регулювати параметри технологічного процесу та слугувати вихідними даними при конструюванні технологічного обладнання.

10. Оцінка якості молока та виявлення його фальсифікату методом інфрачервоної спектроскопії

Діана Гуцало¹, Анастасія Гуцало¹, Світлана Літвинчук², Інна Гуцало²

1 – Національний авіаційний університет, Київ, Україна

2 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Щорічно спостерігається розширення випуску молока, яке є одним із найцінніших продуктів харчування людини. Проте останнім часом загострилася проблема його фальсифікації. Тому виникає питання: що саме містить готовий продукт – натуральне молоко чи його замітники.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження були зразки молока найбільш поширених торгових марок: «Селянське», «Своя лінія», «Простоквашино», «Бурьонка», «Біла лінія», а також зразок натурального коров'ячого молока з домашнього господарства. Молоко зазначених торгових марок є пастеризованим молоком, натуральне коров'яче молоко термічній обробці не піддавалося. Оцінка якості зразків проводилася за фізико-хімічними показниками у лабораторних умовах за стандартизованими методиками.

Результати. У результаті проведених експериментальних досліджень була визначена масова частка жиру для різних видів молока: натуральне коров'яче молоко містило 5,7 % жиру, всі інші зразки (нормалізоване молоко) – 2,5 %. При оцінці органолептичних властивостей у двох зразках молока («Своя лінія» і «Біла лінія») були виявлені зміни зовнішнього вигляду і консистенції (синюватий відтінок і пластівчастий осад). За фізико-хімічними показниками аналізовані зразки молока вказують на їх можливу фальсифікацію. Розрахункові показники сухого залишку молока даних торгових марок виявилися нижчими за норму (менше 11,2 %). Найбільша відповідність заявленій якості відмічена у натурального молока і молока торгових марок «Селянське» та «Простоквашино».

Склад молока, що характеризується підвищеним вмістом води і наявністю легкозасвоюваного жиру, а також невеликий термін його зберігання, зумовлюють фальсифікацію продукту. Фальсифікація молока відбувається наступними методами: розведенням водою, зниженням жирності шляхом зняття вершків, заміною молочного жиру жирами немолочного походження, додаванням певних консервантів, розкисленням (зменшенням кислотності) добавками аміаку і питної соди. Проте найрозповсюдженішим способом фальсифікації є розбавлення молока водою, що призводить до погіршення смакових якостей, а молоко стає прозорим, консистенція рідкою, спостерігається зниження харчової цінності продукту.

Особливим видом фальсифікації є зміна рецептурного складу молока, коли у сухе знежирене молоко виробники додають не молочний жир, а дезодоровані рослинні жири. Органолептичні властивості такого молока не змінюються. Проте виявити цей вид фальсифікації можливо сучасним фізичним методом – у результаті дослідження спектрального складу жирів методом інфрачервоної спектроскопії ближньої області. Проведеними нами дослідженнями (при аналізі непрямих показників якості молока) було виявлено зміну рецептури жирів у зразках торгової марки «Своя лінія».

Висновки. Експериментально проаналізовано зразки молока різних торгових марок на відповідність заявленій якості. Також розглянуті основні способи фальсифікації молока: розведення водою та зміна рецептурного складу жирів. Наслідки фальсифікації погіршують органолептичні властивості молока та знижують його харчову цінність.

11. Використання явища люмінесценції у харчовій промисловості

Владислава Кузінська, Анна Рибчич, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом усе частіше в харчовій промисловості використовується явище люмінесценції для аналізу та оцінки якості сировини та продуктів.

Матеріали і методи. Спектрально-люмінесцентні характеристики харчових продуктів (м'яса, риби, яєць, масла, молока, сиру, борошна, овочів та фруктів) визначають за допомогою флуориметрів та спектрофлуориметрів.

Результати. Люмінесцентний аналіз повністю відповідає вимогам експрес-методу. Його можна використовувати для ідентифікації продуктів та виявляти фальсифікат [1]. Залежно від свіжості та якості харчових продуктів виникають різні інтенсивності та відтінки люмінесцентного світіння. Розглянемо деякі приклади.

Люмінесцентним методом аналізу можна визначити вид м'яса та його сорт. М'язова тканина м'яса тварин має власну флуоресценцію червонувато-коричневих тонів, причому для м'язів яловичини характерні бархатисті темно-червоні відтінки, для баранини – темно-коричневі, для свинини – світло-коричневі, для конини – темно-коричневі з помаранчевим відтінком. Псування м'яса призводить до зміни кольору його флуоресценції. На початковій стадії псування м'яса на темно-червоному флуоресціюючому тлі м'язової тканини з'являються зелені точки, які розширюються по мірі поглиблення псування продукту. А несвіже м'ясо має темно-червоний колір флуоресценції з суцільним зеленим нальотом.

Метод люмінесцентного аналізу дає змогу фіксувати навіть початкову стадію псування рибної продукції. За кольором флуоресценції можна оцінити якість пареної, замороженої та размороженої риби, дослідити засолені оселедці.

Ступінь свіжості яєчних продуктів також визначають люмінесцентним методом. У свіжих курячих яйцях із білою шкаралупою колір має інтенсивне червоне забарвлення, а при тривалому зберіганні – змінюється на блакитний. При зберіганні курячих яєць із темною шкаралупою з'являються блакитно-фіолетові відтінки.

Якісне коров'яче масло має жовтий колір флуоресценції, а маргарин – блакитний. За допомогою люмінесценції можна виявити домішки у тваринних жирах (яловичий, свинячий, баранячий) та встановити ступінь окислення харчових жирів.

Флуоресцентним методом можна встановити домішки арахісового масла в оливковій олії та виявити додавання мінеральних масел (вазелінове, автомобільне тощо). При додаванні домішок 1...2 % з жовто-зеленого кольору він змінюється на яскраво голубий.

Поляризаційний флуоресцентний імуноаналіз, що заснований на зв'язуванні антибіотиків із антибіотиками з флуоресцентною міткою, дає можливість визначити кількість антибіотиків у продукті [2].

Висновок. Люмінесцентний аналіз дозволяє оцінити свіжість харчових продуктів (наявність слідів розпаду та їх псування, у тому числі на початковій стадії), а також якість продукції (наявність сторонніх домішок, навіть антибіотиків).

Література

1. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/23051/1/76.pdf>
2. http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21584/2/X_VSNTK_2017v1_Holdayevych_T-Luminescent_analysis_207.pdf

12. Фізичні методи аналізу жиру у молоці

Анна Кулик, Олесь Глушко, Світлана Літвинчук, Галина Шатковська
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Аналіз якості молока як важливого харчового продукту є непростим завданням через його багатокомпонентний склад. Проте на допомогу стають фізичні методи аналізу, що дозволяють визначити один з основних його якісних показників – вміст жиру.

Матеріали і методи. У роботі досліджено наступні фізичні методи для аналізу жиру у молоці: звукові, електричні, спектральні (оптичні) та світлові.

Результати. Розглянемо детальніше особливості використання фізичних методів для визначення молочного жиру.

1) До звукових методів аналізу жирності молока належить ультразвуковий метод, який ґрунтується на зміні вимірювання швидкостей ультразвукових коливань при різних температурах проби в залежності від масових часток жиру та сухого знежиреного молочного залишку. При вимірюванні показників майже не вимагається спеціальна підготовка (крім нагрівання у приладі), а на результати вимірювань не впливають розміри жирових кульок і міцелл білку, причому після аналізу зразок молока придатний для подальшого використання.

2) До електричних методів належить кондуктометричний метод вимірювання, що використовує залежність діелектричної проникності молока від вмісту у ньому жиру. Різновидом кондуктометрії є дієлькометрія, що використовує різницю в електропровідності жиру і плазми молока.

3) До спектральних або оптичних методів належить інфрачервона спектроскопія, тобто метод аналізу хімічних сполук, при якому поглинається енергія у межах інфрачервоного (ІЧ) випромінювання. Наявність в ІЧ-спектрах тих чи інших смуг поглинання дозволяє розшифровувати структуру речовини. Метод ІЧ-спектроскопії дає можливість одержати найбільш повну інформацію про будову і склад аналізованої речовини, дозволяє ідентифікувати дуже близькі по структурі сполуки. Використання ІЧ-методу – один із перспективних напрямків у контролі показників складу молока і молочних продуктів. При використанні цього методу практично відсутня пробопідготовка. ІЧ-аналізатори для контролю складу молока працюють у діапазоні хвиль 2,5-12 мкм. Метод заснований на властивості компонентів молока (жир, білок, волога, лактоза тощо) вибірково поглинати ІЧ-випромінювання на певній довжині хвилі. Так, максимуми поглинання жиру спостерігаються при довжині хвилі 3,5 і 5,73 мкм, білку – 6,46, лактози – 9,6, води – 4,42 мкм. Застосовують також рентгенівське випромінювання, УФ-випромінювання та видиму область спектру.

4) До світлових методів належать такі, що використовують фотометричні, нефелометричні та флуоресцентні прилади. Теоретичною основою фотометричних приладів є закон Бугера-Ламберта-Бера. Він відображає залежність між поглинаючою властивістю аналізованого розчину, його концентрацією і товщиною шару, який просвічується. Нефелометричний метод базується на залежності величини розсіяного світлового потоку від жирності молока. Флуоресцентний метод заснований на вимірюванні інтенсивності флуоресценції жирової фази молока при опроміненні її світлом, при цьому пробу обробляють спеціальним барвником.

Висновок. Фізичні методи аналізу жиру у молоці дозволяють об'єктивно оцінити його якість на всіх стадіях виробництва.

13. Фізичні методи аналізу білка у молоці

Тетяна Бальчугова¹, Дарина Колотинська¹, Світлана Літвинчук¹,
Сергій Тарасенко²

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна

Вступ. На жаль, неякісні та фальсифіковані молочні продукти все частіше потрапляють до споживачів. Зокрема, товарне молоко фальсифікують різними добавками (сода, сухе молоко, різні солі тощо). Проте до основних показників якості молока належить вміст у ньому білка, який можна визначити за допомогою фізичних методів.

Матеріали і методи. Аналіз білка у молоці можна здійснити за допомогою методу інфрачервоної спектроскопії, а також рефрактометричним, колориметричним та спектрофотометричним методами.

Результати. Розглянемо чотири основних фізичних методи, що використовуються для аналізу молочного білка.

1) Метод інфрачервоної спектроскопії ґрунтується на частковій здатності компонентів молока поглинати інфрачервоне випромінювання на певних довжинах хвиль. Він застосовується для аналізу хімічних з'єднань, зокрема, білків у молоці та молочних продуктах. Проте недоліком інфрачервоного методу є висока вартість обладнання.

2) Рефрактометричний метод ґрунтується на виявленні різниці в показниках заломлення світла, який проходить крізь молоко і безбілкову сироватку при однакових умовах вимірювання. Метод достатньо простий, на визначення масової частки білка затрачається не більше 30 хв. Але вагомим недоліком цього методу є низька якість приладів. Відхилення за значеннями масової частки білка може досягати до 0,4 % масової частки в порівнянні з арбітражним методом визначення.

3) Колориметричний метод ґрунтується на властивості білка молока при рН нижче ізоелектричної точки зв'язувати барвник, утворюючи нерозчинний осад, після видалення якого вимірюється оптична густина розчину. Цей метод достатньо простий, помилка в результаті вимірювання найчастіше обумовлена тим, що досліджуваний білок різко відрізняється за своєю природою від білка стандарту. Незначне використання цього методу зумовлене тим, що необхідно використовувати спеціальне обладнання – фотоелектроколориметр (ФЕК), готувати калібровочні розчини. Похибка визначення масової частки білку в молоці даним методом становить 0,1 %.

4) Спектрофотометричний ґрунтується на визначенні співвідношення величин поглинання при довжині хвилі 280 і 260 нм і дозволяє визначити вміст масової частки білка у доволі низькому діапазоні (до 0,5%). Цей метод (також називається методом Варбурга і Христіана) є простим і швидким. Проте на практиці даний метод використовується рідко через високу вартість обладнання, а також відсутність стандартизованих методик.

Висновки. Обговорено переваги та недоліки фізичних методів (інфрачервоної спектроскопії, рефрактометрії, колориметрії, спектрофотометрії) аналізу білка як одного з основних показників якості товарного молока.

Література

1. http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/34469/1/53_315-320.pdf

2. http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/394/1/Methods_of_determination.pdf

14. Інфразвук та його вплив на здоров'я людини

Антоніна Бойко¹, Данііл Тимошенко², Інна Гуцало¹, Світлана Літвинчук¹

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

Вступ. Інфразвук – це механічні коливання пружного середовища, які мають однакову із шумом фізичну природу, але різняться частотою коливань, що не перевищує 20 Гц.

Матеріали і методи. У повітрі інфразвук поглинається незначно. У зв'язку з цим він здатний поширюватися на великі відстані.

Результати. Основними джерелами інфразвуку на виробництві є тихохідні масивні установки та механізми (вентилятори, поршневі компресори, турбіни, електроприводи та ін.), що здійснюють обертальні та зворотно-поступальні рухи з повторенням циклу менше, ніж 20 разів за секунду (інфразвук механічного походження). Інфразвук аеродинамічного походження виникає при турбулентних процесах у потоках газів чи рідин. Багато природних явищ (землетруси, виверження вулканів, морські бурі) супроводжуються випромінюванням інфразвукових коливань.

Берегова лінія Північної Америки в районі мису Гаттераса (півострів в Атлантичному океані) генерує інфразвукові хвилі, які, відбившись від цього рефлектора, фокусуються у районі «Бермудського трикутника». Колосальні розміри структури дозволяють припустити наявність областей, де інфразвукові коливання можуть досягати значної величини, що і є причиною аномальних явищ. Як відомо, сильні інфразвукові коливання викликають у людини панічний страх разом з бажанням вирватися із замкнутого простору.

Хоча людина і не чує інфразвуку без спеціальних приладів, він чинить несприятливий вплив на орган слуху, знижуючи його рівень чутності практично на всьому частотному діапазоні звукових хвиль. Інфразвукові коливання можуть також впливати і на психіку людини. Несприятливий вплив інфразвуку суттєво залежить від рівня звукового тиску, тривалості впливу та діапазону частот. Найбільш фізіологічно активними для живого організму є частоти від 2 до 17 Гц саме внаслідок резонансних явищ внутрішніх органів. Найнебезпечнішою вважається частота інфразвукових коливань близько 7 Гц, оскільки вона збігається з альфа-ритмом біоелектричних процесів, що характеризують відповідну реакцію живого організму на інфразвуковий подразник. Таким чином, шум інфразвукових частот може бути небезпечним завдяки вібрації.

Висновки. Інфразвук чинить несприятливий вплив на весь організм людини, що сприймаються нею як фізичне навантаження, зумовлюючи передчасну втому, запаморочення, головний біль, порушення функції вестибулярного апарату, зниження гостроти зору та слуху, появу відчуття страху, загальну немічність.

Література

1. <http://nkkep.com/wp-content/uploads/2020/11/Lektsiya-OP-OO-31-4-para.pdf>
2. <http://miy.in.ua/najtsikavishi-fakty-pro-infrazvuku.html>
3. http://eprints.library.odeku.edu.ua/6045/1/%D0%A2omchuk%20T.I._B_2019_.pdf

15. Інфрачервона спектроскопія дифузного відбивання порошкоподібних сумішей, які містять бджолине обніжжя

Інна Губар, Володимир Вишняк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Бджолине обніжжя, враховуючи його функціональні властивості, може бути рекомендовано як натуральний харчовий інгредієнт для приготування страв оздоровчого призначення.

Матеріали і методи. В даній роботі методом ближньої інфрачервоної спектроскопії дифузного відбивання досліджувалися сухі багатокомпонентні суміші харчових порошкоподібних продуктів, що у своєму складі містять бджолине обніжжя.

Результати. У процесі досліджень було виявлено кореляцію між спектрами відбивання та харчовими порошками різного компонентного складу з вмістом бджолиної обніжки, що в подальшому може знайти широке практичне застосування у харчовій промисловості.

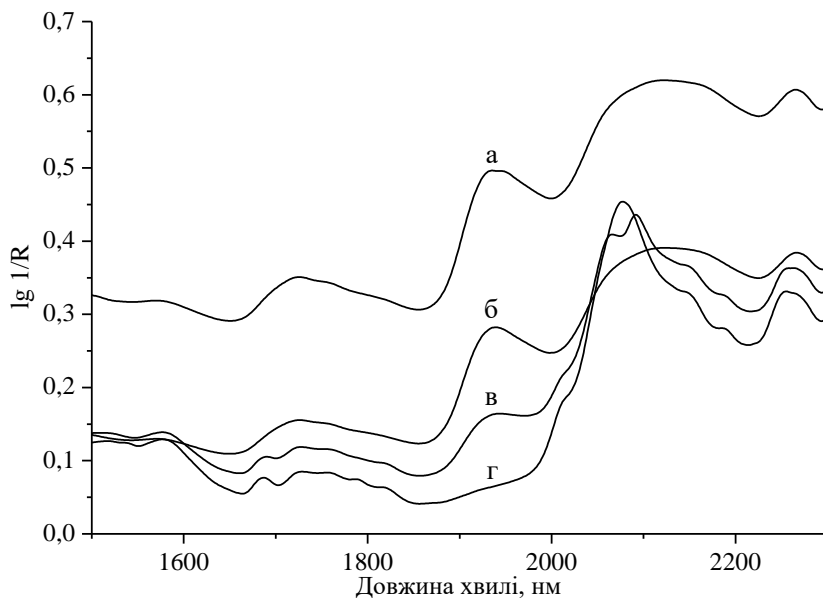


Рис. 1. Інфрачервоні спектри дифузного відбивання: а – бджолине обніжжя; б – подрібнене бджолине обніжжя; в – суміш бджолиного обніжжя та цукрової пудри; г – цукрова пудра

Висновки. Отримані експериментальні дані дозволяють зробити висновок, що інфрачервона спектроскопія відбивання може вирішувати ряд задач, пов'язаних з контролем параметрів якості харчових порошоків з вмістом бджолиної обніжки.

Література

Magdalena Węglińska et al., Determination of nutritional parameters of bee pollen by Raman and infrared spectroscopy // Talanta, 2020, 212, 120790.

16. Доцільність застосування інфрачервоної спектроскопії дифузного відбивання для оцінки параметрів якості меленого перцю

Ангеліна Гуль, Володимир Вишняк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Спеції з давніх часів відіграють важливу роль у харчуванні багатьох людей, оскільки вони є важливими інгредієнтами значної кількості страв, напоїв, ліків, косметики та інших харчових композицій.

Матеріали і методи. Методом ближньої інфрачервоної спектроскопії дифузного відбивання були проведені дослідження цілісних та мелених (порошкоподібних) зерен чорного та червоного перців.

Результати. Завдяки тому, що спеції користуються великою популярністю серед споживачів, даний продукт досить часто фальсифікується. Чорний перець – найпоширеніша спеція у світі. Спеції дуже вразливі до економічно вмотивованих фальсифікацій, оскільки вони є високоцінними продуктами, якими торгують по складних ланцюгах поставок. Найпоширеніший метод шахрайства – це додавання дешевих наповнювачів.

У літературі [1] є дані, які вказують на те, що недобросовісні виробники в якості сторонніх інгредієнтів додають до спецій крохмаль, часник, імбир, порошок цибулі тощо. Щоб отримати економічний прибуток, розмішують цінні та дорогі інгредієнти з дешевими. Крім того, у деяких спеціях, крохмаль є основним компонентом, як і у випадку з чорним перцем, де крохмаль може становити до 50 % сухої ваги. Сторонньою домішкою, що часто використовується у чорному перці, є насіння папайї (Papaia seeds) завдяки морфологічній подібності, доступності та низькій вартості. Ця домішка може спричинити проблеми з печінкою та шлунком, а отже, створює загрозу здоров'ю для нічого не підозрюючого споживача.

Беручи до уваги досить великий об'єм торгівлі чорним перцем у всьому світі [2], стає зрозуміло, що в нинішній час надзвичайно необхідний швидкий, дешевий та простий у використанні метод ідентифікації та виявлення фальсифікованого чорного перцю.

На даний момент оптичні спектроскопічні методи продовжують розвиватися та знаходять своє застосування при виявленні фальсифікації трав та спецій [2].

Метою даного дослідження було виявлення спектральних особливостей порошкоподібних харчових сумішей, виготовлених на основі чорного та червоного перців, які в перспективі разом з іншими оптичними методами дозволять проводити контроль показників якості та безпечності харчових продуктів.

Висновки. Результати дослідження та аналіз літературних даних дає можливість зробити висновок, що метод інфрачервоної спектроскопії відбивання у поєднанні з хіміометричними інструментами (chemometric tools) можливо успішно застосовувати для виявлення помилкового маркування та фальсифікації чорного перцю.

Література

1. Leqian Hu, Chunling Yin, Shuai Ma, Zhimin Liu, Assessing the authenticity of black pepper using diffuse reflectance midinfrared Fourier transform spectroscopy coupled with chemometrics // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2018, 154, P. 491 - 500. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.029>

2. A. S. Wilde et al., The feasibility of applying NIR and FT-IR fingerprinting to detect adulteration in black pepper // *Food Control*, 2019, 100, P. 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.039>

17. Інфрачервона спектроскопія дифузного відбивання порошкоподібних приправ

Софія Бойко, Володимир Вишняк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомі засоби контролю параметрів якості порошкоподібних харчових продуктів, до яких, зокрема, належать приправи на основі перцю, не завжди відповідають вимогам сучасності.

Матеріали і методи. В даній роботі методом інфрачервоної спектроскопії відбивання досліджувалися перець чорний мелений, суміш мелених перців та приправа, до складу якої входила сіль, перець чорний мелений та часник мелений. Спектри були отримані за допомогою спектрометра «Infrapid-61», який дозволяє реєструвати спектри в ближньому інфрачервоному діапазоні від 1330 до 2370 нм.

Результати. Проведенні дослідження вказують на доцільність та ефективність використання ближньої інфрачервоної спектроскопії дифузного відбивання при ідентифікації та контролі компонентного складу сухих сумішей порошкоподібних приправ. Інфрачервона спектроскопія може виступати в якості швидкого, неруйнівного, простого та надійного методу контролю параметрів якості, зокрема вологості, порошкоподібних харчових продуктів.

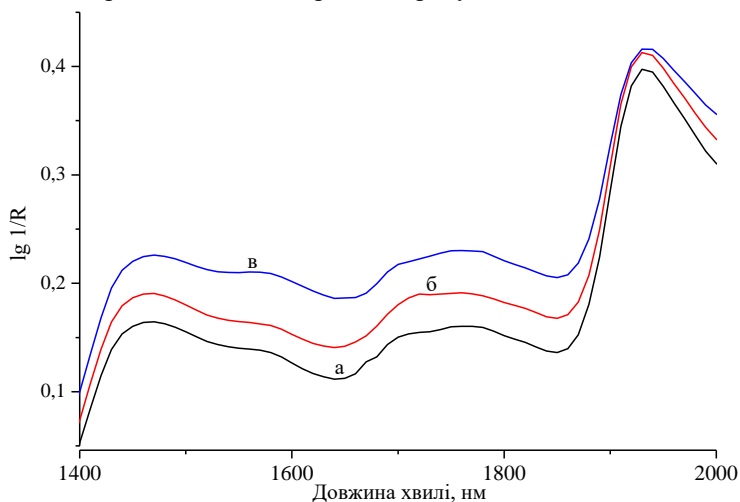


Рис. 1. Інфрачервоні спектри відбивання порошкоподібних харчових продуктів: а – перець чорний; б – суміш чорного, духмяного та червоного перців; в – суміш чорного перцю та часнику

Висновки. Дослідження показали, що ближня інфрачервона спектроскопія чутлива до змін компонентного складу порошкоподібних харчових продуктів з домінуючим вмістом різних видів перцю.

Література

A.B.S.d. Lima, et al., Fast quantitative detection of black pepper and cumin adulterations by near-infrared spectroscopy and multivariate modeling // Food Control, 2020, 107, 106802.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106802>

18. Інтенсифікація технологічних процесів ультразвуковими хвилями

Діана Ростовецька, Катерина Кулик, Ольга Литвинська,
Володимир Носенко, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток виробництв неможливий без розробки нових і вдосконалення існуючих технологій, створення нової продукції або надання традиційним продуктам нових властивостей. При всьому різноманітті наявних на сьогодні підходів найбільш ефективним заходом удосконалення виробництв є інтенсифікація технологічних процесів.

Матеріали і методи. Матеріалами досліджень виступали: овочі, фрукти, хлібопекарські вироби, печінка, віскоза, риб'ячий жир. Матеріали піддавалися впливу ультразвукових (УЗ) коливань, що супроводжується явищем кавітації.

Результати. Засоби інтенсифікації процесів залежать від відомих теоретичних уявлень про основні методи, які використовують у технології. Загальні уявлення про закономірності технологічних методів можуть бути виражені феноменологічним лінійним рівнянням, що відповідає першому закону термодинаміки.

Для інтенсифікації технологічних процесів одним із перспективних фізичних методів впливу на речовини є метод, заснований на використанні механічних коливань УЗ-діапазону. Найбільш успішно УЗ-коливання використовуються у процесах, пов'язаних з рідкими станами реагентів, оскільки лише в них виникає специфічний процес – УЗ-кавітація. Вплив УЗ коливань на різні технологічні процеси в рідких середовищах дозволяє: 1) істотно прискорити процеси, що протікають між двома або кількома неоднорідними середовищами (розчинення, просочення, екстрагування тощо); 2) збільшити вихід корисних продуктів (наприклад, екстрактів) і надати їм додаткові властивості (наприклад, біологічну активність).

Найважливішим інтенсифікуючим фактором впливу УЗ на технологічний процес є зміна стану елементів у розчині. Більш високу ефективність у порівнянні з механічним має УЗ-перемішування з диспергуванням осаду, що приводить до збільшення його поверхні. Перемішування відбувається в основному під впливом акустичних течій, швидкість яких пропорційна частоті, а диспергування – внаслідок кавітаційних явищ та зростає із збільшенням інтенсивності, і зменшується при збільшенні частоти УЗ. Під час досліджень встановлено, що УЗ-коливання здатні змінювати агрегатний стан речовини, сприяти процесу диспергування, емульгування, змінювати швидкість дифузії, кристалізації і розчинення речовин, активізувати реакції, інтенсифікувати технологічні процеси. Зокрема, за допомогою УЗ можна прискорити дифузійні процеси. Як показали дослідження, промислове значення ультразвуку може бути використано для підготовки водно-жирових емульсій будь-яких концентрацій та різної консистенції. Такі емульсії при додаванні у тісто мають більш високу стійкість.

Висновки. У даний час звукові коливання широко застосовуються у промисловості, будучи перспективним технологічним фактором, що дозволяє при необхідності інтенсифікувати виробничі процеси. Перспективність використання УЗ-технологій в харчовій та інших галузях промисловості надає можливість підвищити ефективність технологічних процесів (збільшити продуктивність, знизити енергоспоживання, раціонально використовувати сировину, підвищити якість продукції), а також сприяє подальшому розвитку й удосконаленню апаратів харчових виробництв.

19. Рентгенівське випромінювання та його застосування для оцінки якості харчових продуктів

Марина Гультяєва, Володимир Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Від моменту відкриття Іваном Пулюєм та Вільямом Ренгеном рентгенівського випромінювання сфери напрямків його використання поширилися на медичну, технічну галузі, зокрема, з метою оцінки якості харчових продуктів.

Матеріали та методи. Рентгенівське випромінювання широко використовується для дослідження та оцінки якості продукції. Інтенсивність випромінювання, яке проходить крізь зразок, залежить від інтенсивності випромінювання, що падає на нього, а також густини та розмірів продукту.

Результати. Для оцінки якості продуктів використовують два рентгенівських методи. Перший характеризується реєстрацією інтенсивності рентгенівського випромінювання, що проникає крізь продукт та поглинається його тканиною. Інший метод представляє використання рентгенівської комп'ютерної томографії, головною суттю якої є колове просвічування об'єкта рентгенівським випромінюванням із наступною побудовою пошарового зображення цього об'єкта за допомогою комп'ютера. Сучасний рентгенівський томограф має у своєму складі рентгенівське випромінювання та набір детекторів, розміщених по колу навколо об'єкта, при цьому передбачається можливість обертання джерела випромінювання довкола об'єкта. Коли рентгенівське випромінювання проходить крізь речовину, воно частково поглинається, а завдяки коефіцієнту ослаблення μ , що залежить від складу та густини речовини, його інтенсивність зменшується. Комп'ютер застосовують для будування зображення поперечного перерізу об'єкта, яке є розподілом μ по цьому перерізу. Ослаблення μ рентгенівського випромінювання продуктом залежить від присутності твердої речовини та води, а також від енергії випромінювання: для невеликих продуктів достатньо енергії 5-15 кеВ, тоді як для великих необхідно використовувати випромінювання з енергією до 120 кеВ. До прикладів можливого застосування рентгенівського методу можна навести оцінку рівня стиглості помідорів та латуку, детектування наявності порожнин у картоплі, поглиблень у персиках, пошкоджень від заморожування в цитрусових, вм'ятин в яблуках, грануляцію в апельсинах, кільцеподібної гнилі в цибулі, зараження комахами горіхів. Крім того, рентгенівські методи дають можливість встановлювати наявність у продуктах грудок ґрунту, каміння, металевих предметів тощо. Використовування рентгенівського сканування на конвеєрі забезпечує неруйнівне детектування залишків кісток діаметром до 0,5 мм у тілі риби.

Іноземні джерела повідомляють, що останнім часом починають використовувати рентгенівське випромінювання для опромінення продуктів харчування, з метою звільнення від мікроорганізмів, які спричиняють їх псування. Опромінення їжі в США в основному регулюється FDA, яке схвалило опромінення цитрусових, борошна, свіжого та замороженого м'яса, грибів, цибулі, картоплі, птиці, спецій, полуниці, тропічних фруктів та пшениці.

Висновок. Рентгенівське опромінення харчових продуктів має за кордоном високу популярність та застосовується для оцінки їх якості.

Література

1. <https://mozok.click/2555-rentgenvske-vipromnyuvannya.html>
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/food-irradiation>

20. Трибологія: закони тертя від макро- до нано-масштабів

Віктор Колесник¹, Наталія Прозоровська¹,
Олександр Гнатовський², Наталія Медвідь³

1 – Гімназія № 136, Київ, Україна

2 – Інститут фізики НАН України, Київ, Україна

3 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основні закони трибології добре відомі ще з часів роботи Кулона. Сухе тертя – явище повсякденного життя. Розуміння законів тертя є центральним для багатьох технологічних проблем.

Матеріали і методи. Запропоновано декілька моделей утворення сили тертя, від зміцнення поверхневих атомних шарів до міжмолекулярної взаємодії між ними.

Результати. Нанотрибологія зародилася у 1990 роках у зв'язку із значним розвитком комп'ютерної техніки та наноматеріалів. Закони тертя у наномасштабі значно відрізняються від макромасштабу. Це пов'язано із тим, що у малих масштабах більшу роль у терті відіграє адгезія, ніж деформація поверхонь. В масштабах нанотрибології явище зношування майже не існує, максимум декілька атомних шарів [1].

Інтенсивні дослідження космічного простору, Місяця, планет та їх супутників є однією з фундаментальних завдань, що вирішуються сучасною наукою і технікою. Для контактного дослідження планет та супутників використовують планетоходи. Планетохід – це космічний апарат, призначений для пересування по поверхні іншої планети або супутника.

Енерговитрати планетоходу прямо пропорційні прискоренню вільного падіння та обернено пропорційні до коефіцієнту тертя. Логічно припустити, що сила тертя лінійно залежить від прискорення вільного падіння. Але відповідно до наших розрахунків, на силу тертя також впливає поверхня та щільність атмосфери. Якщо на поверхні планети є лід, то сила тертя, а, отже, і енерговитрати, зменшується. Для більшості супутників прискорення вільного падіння менше, ніж на Землі приблизно у 5 разів. Тому енерговитрати планетоходів на рух також менші у 5 разів. На Венері, не дивлячись на майже таке ж саме прискорення вільного падіння, як на Землі, сила тертя, і, відповідно, енерговитрати на рух планетоходів будуть менші через силу Архімеда.

На основі моделі ФК отримані діаграми тертя, з яких витікає існування надмастильності. Надмастильність – це зникнення тертя між двома поверхнями, що виникає, коли немає узгодженості структур верхньої і нижньої поверхонь тертя, і для менших значень взаємодії (сили адгезії) між двома поверхнями.

Покращення експериментальних та теоретичних методів трибології, а звідси винаходження нових змащувальних матеріалів, розвиток інших методів зменшення зношування, а також перетинання області дослідження трибології з іншими науками, дають право сказати про велике значення трибології в різних областях інженерної діяльності.

Висновки. Коефіцієнти тертя і енерговитрати можуть бути розраховані для планетоходів на основі класичних законів тертя, з урахуванням особливостей космічних тіл, зокрема, прискорення вільного падіння, складу і густини атмосфери, складу ґрунту тощо.

Література

Motohisa Hirano. Friction at the atomic level. Нью-Джерсі: Wiley, 2018.

16.2.

Higher mathematics

Chairperson – professor Ivan Yuryk

Secretary – associate professor Oleksii Zinkevych

16.2.

Вища математика

Голова – професор Іван Юрик

Секретар – доцент Олексій Зінкевич

**1. Блискучий лектор, талановитий педагог,
перший завідувач кафедри вищої математики
(до 120-річчя від дня народження Можара В.І.)**

Артем Сахно, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Можар Володимир Іванович народився 06.07.1901р. в с. Березівка Коростишівського району на Житомирщині в селянській заможній українській сім'ї. Тут він закінчив сільську церковно-приходську школу, а середню освіту здобув в м. Житомирі. В 1925 р. успішно закінчив Житомирській педінститут і після цього отримав спеціальну математичну підготовку в Київському інституті народної освіти. Проходив аспірантський стаж на науково-дослідній кафедрі математики Всеукраїнської Академії Наук (ВУАН) під керівництвом академіка М. Кравчука і М. Крилова. Вже тоді він займався вирішенням диференціальних інтегральних рівнянь теорії пружності, використовуючи в основному методи теорії функції комплексної змінної. Цій тематиці наукових досліджень були присвячені і подальші його роботи. Під час навчання в аспірантурі, він активно викладав на кафедрі вищої математики КПІ.

Маючи високу професійну математичну підготовку і досвід педагогічної роботи Володимир Іванович став організатором кафедри математики Київського інституту цукрової промисловості (тепер – НУХТ), в цьому йому допомагали талановиті математики ВУАН.

Під керівництвом В. І. Можара за період з 1930 по 1936 р. р. кафедра підготувала і видала посібники:

1. М. Кравчук, П. Касяненко, С. Кулик, В. Можар, О. Смогоржевський. Вища математика. Посібник для студентів і самоосвіти. У трьох частинах. К.: Вид-во ВУАН, 1934. – ч.1. – 407с.

2. М. Кравчук, В. Можар. Диференціальні рівняння та їх застосування в природознавстві й техніці. К.: Вид-во ВУАН, 1934. – 184с.

Це була перша математична література високого рівня видана українською мовою педагогами нашого навчального закладу. Публікація цих посібників стала визначною подією в українському математичному освітньому просторі.

В період 1934-35 рр. в Радянському Союзі почалася активна і жорстока битва з «українським націоналізмом» і вихід підготовленого курсу вищої математики для технологічних інститутів у двох томах було припинено. Така ж доля дісталася і II та III томам посібника М. Кравчука та ін. Написані посібники визнавались «націоналістичними» і піддавались нищівній критиці саме за українську термінологію і українську наукову мову.

В. І. Можар належав до інтелектуальної творчої еліти українського народу. Він вільно володів декількома іноземними мовами, в тому числі англійською, німецькою, французькою. Проте в стінах рідного інституту завжди відстоював велич мови свого народу, читав лекції з математики та доповіді українською мовою.

Володимир Іванович багато зробив для створення українського математичного словника. Всі наукові і методичні праці були надруковані рідною для нього мовою. 17.11.1935 йому була присуджена вчена ступінь кандидата фізико-математичних наук, а 23.02.1935р. у 33-х річному віці він був затверджений в званні професора по кафедрі математики.

Паралельно з фундаментальними дослідженнями і методичною роботою кафедра математики на чолі з Можаром В.І. плідно співпрацювала зі спеціалістами в галузі харчових технологій, про що свідчать видані в той час статті.

Володимир Іванович приділяв велику увагу науковій роботі студентів. На кафедрі математики була розроблена чітка концепція і детальна програма науково-дослідної роботи зі студентами.

Науково-методичну значущість, важливість та актуальність для того і, навіть, теперішнього часу доповіді професора Можара «Про наукову роботу студентів» важко переоцінити. «...Примітивізування науки, емпіризм, догматичність та рецептурність у викладанні знижують науково-педагогічний авторитет вищої школи...», - говорив професор Можар.

Всі, хто знали Можара В.І., відзначали, що він був блискучим лектором, талановитим педагогом, чуйним до людей і користувався великою повагою своїх колег і студентів.

В. І. Можар продовжував і далі плідно працювати над докторською дисертацією. За свідченням рідних в кінці квітня 1937р. він виїхав до Москви для доповіді своєї дисертаційної роботи на науковому семінарі.

27.11.1937р. був заарештований органами НКВС за несправедливим звинуваченням, як активний учасник націонал-фашистської терористичної організації. Через декілька днів був переданий до м. Києва. Відразу був проведений детальний обшук в його київській квартирі. Було знайдено 2 книги М. Хвильового, 2 книги Винниченка і інше. Саме ця література була використана як головний доказ причетності Володимира Івановича до ворожої організації.

Абсолютно всі звинувачення Володимир Іванович відхилив, проте не приховував того, що просування українізації в його інституті було недостатнім і математику це не подобалося. Також він заявляв, що швидкість колективізації на селі дуже перебільшена. Одним з доказів його вини було приведення даних про членство та організацію товариства «Просвіта» в школах Житомира в 1917-18 роках.

На початку жовтня 1937 р. справу Можара В.І. було передано на розгляд трійки при Київському обласному управлінні НКВС, яка винесла йому вирок – розстріл. Вирок було виконано опівночі 9 листопада 1937 року.

Так, на злеті розквіту життєвих і творчих сил, на тридцять сьомому році життя обірвалася діяльність талановитого математика, визначного педагога, першого завідувача кафедри вищої математики професора Володимира Івановича Можара. Місце його могили на сьогоднішній день не відоме. 03.08.1956 року справу було переглянуто і Володимир Іванович був повністю реабілітований.

Багато добрих справ для студентів, для математиків, для вищої школи зробив професор В. І. Можар. Слава Богу, що прийшов час і все це втілюється в практику сьогоднішнього дня.

Сьогодні кафедра вищої математики НУХТ носить ім'я професора Можара Володимира Івановича, а студентам, які досягли значних успіхів в математиці, надається стипендія імені професора В.І. Можара.

Література

1. Мартиненко М.А., Васянович В.Я. Творче надбання та укорочене життя професора В. І. Можара. Матеріали конференції 26–27 червня 2001 р., К.: УДУХТ, 2001. – с. 1–7.

2. Циганкова Г. А., Юрик І.І. Перший завідувач кафедри вищої математики професор В.І. Можар Матеріали Міжнародної конференції 21–22 червня 2018 р., К.: НУХТ, 2018. – с. 6–7.

2. Знаходження оберненої матриці для блочних матриць

Андрій Журавльов, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянемо невідроджену блочну матрицю

$$M = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}, \text{ де } \det A \neq 0,$$

а A і D невідроджені квадратні матриці розміром $n_1 \times n_1$, $n_2 \times n_2$, відповідно.

Від другого блочного рядка відніmemo перший, який помножимо зліва на $-CA^{-1}$.

Очевидно, це рівносильно множенню матриці M зліва на матрицю $\begin{pmatrix} E & 0 \\ X & E \end{pmatrix}$, де

$X = -CA^{-1}$. Тому маємо

$$\begin{pmatrix} E & 0 \\ -CA^{-1} & E \end{pmatrix} M = \begin{pmatrix} A & B \\ 0 & D - CA^{-1}B \end{pmatrix} \quad (1)$$

Матеріали та методи. З рівності (1) випливає, що $|M| = |A||H|$, де $H = D - CA^{-1}B$.

Оскільки $|M| \neq 0$, то і $|H| \neq 0$. Перейдемо в рівності (1) до обернених матриць

$$M^{-1} \begin{pmatrix} E & 0 \\ -CA^{-1} & E \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} A & B \\ 0 & H \end{pmatrix}^{-1} \quad (2)$$

$\begin{pmatrix} A & B \\ 0 & H \end{pmatrix}^{-1}$ шукаємо у вигляді $\begin{pmatrix} A^{-1} & U \\ 0 & H^{-1} \end{pmatrix}$.

Тоді з рівності $\begin{pmatrix} A & B \\ 0 & H \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A^{-1} & U \\ 0 & H^{-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{pmatrix}$ знаходимо, що $U = -A^{-1}BH^{-1}$

Результати. Отже $\begin{pmatrix} A & B \\ 0 & H \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} A^{-1} & -A^{-1}BH^{-1} \\ 0 & H^{-1} \end{pmatrix}$, а з (2) знаходимо

$$M^{-1} = \begin{pmatrix} A & B \\ 0 & H \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} E & 0 \\ -CA^{-1} & E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A^{-1} & -A^{-1}BH^{-1} \\ 0 & H^{-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E & 0 \\ -CA^{-1} & E \end{pmatrix} \quad (3)$$

Виконавши множення блочних матриць в правій частині рівності (3), одержимо формулу

$$M^{-1} = \begin{pmatrix} A^{-1} + A^{-1}BH^{-1}CA^{-1} & -A^{-1}BH^{-1} \\ -H^{-1}CA^{-1} & H^{-1} \end{pmatrix}, \text{ де } H = D - CA^{-1}B.$$

Висновок. Таким чином, знаходження оберненої матриці порядку $n_1 + n_2$ зводиться до знаходження оберненої матриці порядку n_1 і n_2 і до додавання і віднімання матриць розміром $n_1 \times n_1$, $n_2 \times n_2$, $n_1 \times n_2$ та $n_2 \times n_1$.

Література

Ю.В. Бондарчук, Б.В. Олійник, Лінійна алгебра та аналітична геометрія, Київ, 2015, с. 150.

3. The consumer choice challenge

Polina Rudovska, Olena Radziewska

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The problem of consumer choice (the problem of rational consumer behavior in the market) is considered, which consists in choosing such a consumer set that maximizes the utility function for a given budget constraint

Materials and methods. For Stone's model, the Lagrange multiplier method is used to find the demand function for three goods under given budget constraints

Results. The problem of consumer choice is to determine such a consumer set (x_1, x_2, x_3) that maximizes its utility function for a given budget constraint.

We denote by x_1, x_2, x_3 the consumer set of three goods; through p_1, p_2, p_3 market prices of one unit of the corresponding good; I - income of an individual, which he is willing to spend on the acquisition of these benefits; through a_1, a_2, a_3 we denote the minimum amount of the corresponding good, which is acquired in any case and is not a subject of choice. With the introduced designations, the consumer choice problem is:

$$U(x_1, x_2, x_3) = (x_1 - a_1)^{\alpha_1} (x_2 - a_2)^{\alpha_2} (x_3 - a_3)^{\alpha_3} \rightarrow \max$$

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 \leq I$$

Let us write the Lagrange function for this problem and examine it for an unconditional extremum

$$L(x_1, x_2, x_3, \lambda) = U(x_1, x_2, x_3) - \lambda(p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 - I)$$

Equating to zero the partial derivatives of the Lagrange function with respect to the variables x_1, x_2, x_3, λ , we obtain

$$x_i = a_i + \frac{\alpha_i U(x_1, x_2, x_3)}{\lambda p_i}$$

Considering also the equality $p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 - I = 0$ we have a demand function

$$x_i = a_i + \frac{\alpha_i (I - \sum_{i=1}^3 p_i a_i)}{p_i \sum_{i=1}^3 \alpha_i}$$

Conclusion. The obtained representation for the demand function has the following economic interpretation. First, the minimum required amount of each good is acquired. Then the amount of money remaining after this is calculated, which is distributed in proportion to the weights α_i . Dividing the amount of money by the price p_i , we get an additional amount of the i -th good purchased over the minimum.

4. Г.Ф. Вороний - творець математики з України

Катерина Ніколайчук, Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Математика - галузь невтомного пошуку і важкої до самозабуття праці. Іноді на доведення однієї теореми потрібні роки. Праця вченого-математика подібна до праці поета: як і в поезії, у математиці діють досить складні механізми пошуку

Матеріали і методи. Проте, про математиків чомусь не прийнято говорити піднесено, захоплено, хоча вони також заслуговують високих слів подяки, які ми часто адресуємо людям подвигу і мужності. Праця математиків не виставляється на театральній сцені, про неї не говорять у репортажах з космосу, але вона присутня скрізь. Математики викреслюють орбіти космічних трас, гарантують міцність сталевих атомоходів у океанських глибинах, визначають ритми роботи атомних реакторів.

Результати. Значний вклад у світову та європейську науку внесли такі відомі українські математики як: Г.Ф. Вороний, М.П. Кравчук, М.В. Остроградський, В.М. Глушков, М.О. Зарицький, В.Й. Левицький та ін.

Г.Ф. Вороний належить до когорти найвідоміших українських математиків минулого. Визнаний фахівцями як один із найяскравіших талантів у галузі теорії чисел на межі XIX-XX століть, Г.Ф. Вороний за своє життя встиг надрукувати всього дванадцять статей. Але вони дали поштовх для розвитку кількох нових напрямків в аналітичній теорії чисел, алгебраїчній теорії чисел, геометрії чисел, які нині активно розвиваються у багатьох країнах.

Глибина і важливість його обширних досліджень залишили глибокий слід в сучасній теорії чисел. Поряд із Мінковським Вороний є творцем геометрії чисел.

Народився Г. Вороний у с. Журавка на Полтавщині. Він закінчив Прилуцьку гімназію і вступив до Петербурзького університету на фіз.-мат. факультет. Пройшовши 1889 року курс навчання, Г. Вороний залишився для вдосконалення своїх знань в університеті. В 1894 року після успішного захисту магістерської дисертації його було призначено професором Варшавського університету.

З 1898 року Г.Ф. Вороний працював також у Варшавському політехнічному інституті. Під час революційних подій 1905-1907 років університет та політехнічний інститут у Варшаві було закрито. Разом з групою професорів Георгія Феодосійовича направляють до Новочеркаська. Лише 1908 року професор Вороний знову повернувся до Варшави. Він був дуже хворим, але й далі, не зважаючи на заборону лікарів, напружено працював. Одному зі своїх друзів він говорив: "...вони не знають, що означає для мене не займатися математикою. Лише моїй дружині відомо, що математика для мене - життя, все".

Висновки. Основними напрямками досліджень Г.Ф. Вороного була арифметична теорія квадратичних форм та невизначених квадратичних форм, теорія паралелоєдрів. Особливу увагу вчених усього світу привертає розроблений Г.Ф. Вороним математичний апарат, який в сучасній науці отримав загальновизнану назву діаграмам Вороного і який знаходить численні застосування в різноманітних галузях знань: комп'ютерній графіці, моделюванні, конструюванні роботів, розпізнанні образів, побудові складних географічних інформаційних систем.

5. Графічний метод розв'язування задач лінійного та квадратичного програмування

Дар'я Білецька, Тетяна Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглядаються задачі оптимізаційного характеру з двома змінними з лінійною системою обмежень та лінійною чи квадратичною цільовою функцією.

Матеріали і методи. Використовується графічний метод лінійного програмування з використанням градієнтного напрямку цільової функції та побудовою області допустимих значень змінних факторів.

Результати. Якщо математичну модель задачі можна представити у стандартній формі з двома невідомими, то задачу можна розв'язати графічно:

<i>Лінійна модель</i>	Математична модель квадратичного програмування з лінійною системою обмежень
$F(x_1, x_2) = c_1x_1 + c_2x_2 \rightarrow \max(\min),$	$G(x_1, x_2) \rightarrow \max(\min),$
$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 \leq \overline{b}_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 \leq \overline{b}_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

Якщо в задачі знаходження максимуму цільова функція $G(x_1, x_2)$ вгнута (в задачі знаходження мінімуму – опукла), і обмеження задають опуклу множину допустимих розв'язків, то задача відноситься до задач опуклого програмування. В опуклому програмуванні окремий клас складають задачі квадратичного програмування, в яких цільова функція є многочленом другого порядку, а область допустимих розв'язків задається системою лінійних обмежень.

Геометрично перетин всіх півплощин системи обмежень утворює множину допустимих розв'язків (x_1, x_2) , серед яких потрібно знайти оптимальний. Якщо множину допустимих розв'язків (x_1, x_2) опукла і цільова функція задачі лінійного програмування обмежена на опуклій множині допустимих розв'язків, то існує крайня точка цієї множини (опорний план), в якій цільова функція набуває екстремального значення. Тому для розв'язання задачі лінійного програмування необхідно дослідити тільки вершини многогранника розв'язків – опорні плани задачі. В загальному випадку необхідно побудувати вектор градієнтного напрямку $\vec{n} = \text{grad } F(x_1, x_2) = (c_1, c_2)$ і перпендикулярно йому лінію рівня, для всіх точок якої $F(x_1, x_2) = h$, h - деяка стала величина. Рухаючи лінію рівня по області допустимих значень в напрямку градієнтного вектора \vec{n} , визначають останню точку області, спільну з лінією рівня, в якій цільова функція набуває свого максимального значення (при русі в протилежному напрямку - мінімального значення).

У випадку квадратичного програмування, коли цільова функція $G(x_1, x_2)$ є многочленом другого порядку, лінії рівня є лініями теж другого порядку $G(x_1, x_2) = h$, які доцільно представити в канонічній формі. Графічне співставлення області допустимих планів і ліній рівня дозволяє визначити оптимальні розв'язки задачі.

Висновки. Розглянуто приклади застосування графічного методу до знаходження оптимальних розв'язків задач квадратичного програмування, коли лінії рівня мають форму кола або еліпса.

6. Метод найменших квадратів

Марія Духновська, Петро Зінкевич,
Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день однією з ключових функцій управління економікою є прогнозування. Методи прогнозування, як правило, поділяються на: 1) методи, побудовані на статистиці; 2) методи, побудовані на основі інтелектуальних систем керування (штучному інтелекті), в яких використовується метод найменших квадратів.

Матеріали і методи. Методи найменших модулів та найменших квадратів

Результати. Нехай в деякій предметній області досліджуються показники X і Y , які мають кількісне вираження. При цьому будемо вважати, що показник Y залежить від показника X . Припустимо, що після проведення n спостережень /дослідів/ підрахунків/ маємо числові дані: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, які можна зобразити в вигляді точок $M_i(x_i; y_i)$, $i = \overline{1, n}$ в декартовій системі координат Oxy .

Нам потрібно підібрати функцію $y = f(x)$, графік якої проходить якомога ближче до точок M_1, M_2, \dots, M_n . Таку функцію називають апроксимуючою (апроксимація - наближення) або теоретичною функцією. Шукана функція повинна бути достатньо простою, і в той же час адекватно відображати залежність. Нехай деяка функція $y = f(x)$ описує статистичні дані. Як оцінити точність даного наближення?

Обчислимо значення різниці (відхилення) $e_1 = y_1 - f(x_1), e_2 = y_2 - f(x_2), \dots, e_n = y_n - f(x_n)$ між статистичними даними і функціональними значеннями. Необхідно оцінити, наскільки велика сума значень, але проблема полягає в тому, що різниці можуть бути і від'ємними. Відхилення в результаті такого підсумовування будуть взаємознищуватися. Тому в якості оцінки точності наближення напрошується прийняти суму модулів відхилень. Знаходження найменшої суми називається методом найменших модулів. Однак на практиці отримав набагато більше поширення метод найменших квадратів, в якому можливі від'ємні значення відхилень ліквіднуються не модулем, а піднесенням відхилень до квадрату. Який клас функцій (лінійна, гіперболічна, експоненціальна, логарифмічна, квадратична тощо) вибрати для дослідження? Використаємо простий але ефективний прийом: зобразити точки M_1, M_2, \dots, M_n на площині Oxy і проаналізувати їх розташування. Якщо вони мають тенденцію розташовуватися по прямій, то слід шукати рівняння прямої $y = f(x) = ax + b$ з оптимальними значеннями a і b . Іншими словами, завдання полягає в знаходженні *таких* коефіцієнтів a і b , щоб сума квадратів відхилень була найменшою. Якщо ж точки розташовані, наприклад, по гіперболі, то зрозуміло, що лінійна функція буде давати погане наближення. В цьому випадку шукаємо найбільш «вигідні» коефіцієнти a і b для рівняння гіперболи $y = f(x) = a/x + b$, при яких сума квадратів буде мінімальною.

Висновки. В обох випадках мова йде про функції двох змінних, аргументами якої є параметри a і b : $F(a; b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2$, $F(a; b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (a/x_i + b))^2$. Отже, потрібно розв'язати стандартне завдання - знайти мінімум функції двох змінних.

7. Застосування диференціальних рівнянь в електротехніці

Ілля Чорний, Володимир Листопад

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

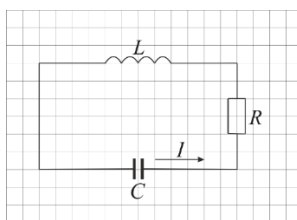
Володимир Шоха

Коледж технологій та дизайну КНУТД, Київ, Україна

Вступ. Створення математичних моделей електричних кіл, зокрема у вигляді диференціальних рівнянь другого порядку, є однією із актуальних сучасних задач електротехніки.

Матеріали і методи. Під час дослідження коливань струму в електричних колах в переважній більшості випадків розв'язання змодельованої ситуації зводиться до вирішення задачі Коші для диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. Побудуємо модель дослідження вільного коливання струму в замкненому електричному контурі. Подамо математичний опис у вигляді диференціального рівняння з готовим загальним розв'язком.

Результати. Задача. Дослідити малі вільні коливання струму I в замкненому електричному контурі, складеного з послідовно з'єднаних елементів: конденсатора ємності C , котушки індуктивності L і активного опору R (див. мал. 1), якщо, $I(0) = 0$ $I'(0) = I_0$.



Малюнок 1

За законом Кірхгофа алгебраїчна сума електрорушійних сил в замкненому контурі дорівнює нулю: $u_L + u_R + u_C = 0$. Оскільки

$u_L = -Ld^2q/dt^2$, $u_C = -q/C$, $u_R = Rdq/dt$, $I = dq/dt$, отримаємо диференціальне рівняння другого порядку: $I'' + \frac{R}{L}I' + \frac{1}{LC}I = 0$. Загальний розв'язок рівняння:

$I = e^{-\frac{Rt}{2L}}(C_1 \sin \omega t + C_2 \cos \omega t)$, де $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$ - частота коливань струму в контурі.

Враховуючи початкові умови, остаточно отримаємо: $I = \frac{I_0}{\omega} e^{-\frac{Rt}{2L}} \sin \omega t$.

В контурах із слабким затуханням, які застосовуються в радіотехніці, за цей час відбувається велика кількість N коливань. Це число N служить характеристикою якості контуру: $N = \tau/T = L\omega/\pi R = Q/\pi$. Множник $Q = L\omega/R$ називається добротністю коливального контуру.

Висновки. Затухання коливань струму в контурі тим менше, чим повільніше зменшується амплітуда струму I . За проміжок часу $\tau = 2L/R$ амплітуда зменшується в e разів.

Запропонована математична модель може бути використана на практичних заняттях з електротехніки.

8. Відкриття числа π (пі) та цікаві факти про його значення

Даніл Булій, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Число π (пі) було вперше обчислив індійський математик Будхайян ще в VI столітті нашої ери. Пі-число представляється нескінченним десятковим дробом 3,14159265... Позначенням цього числа грецькою буквою π вперше користувався англійський математик У.Джонсон (1706), і воно стало загальноприйнятим після однієї з робіт петербурзького математика Л. Ейлера (1736). Назва та позначення π походить від початкової букви грецького слова $\text{περίφε'ρος/περίφε'ρα}$ — периферія, коло. Також π можна вважати числом, яке дорівнює відношенню довжини кола до його діаметру.

Наприкінці XVIII ст. німецьким математиком І.Ламбертом і французьким математиком А. Лежандром було доведено, що число пі є ірраціональним, а в 1882 р. німецький математик Ф. Ліндеман довів, що воно не може задовольняти ніякому алгебраїчному рівнянню з цілими коефіцієнтами, тобто є трансцендентним.

Вже з глибокої давнини робилися спроби знайти наближене вираження числа π за допомогою раціональних чисел. У 2009 році японські вчені встановили рекорд по точності обчислення числа «пі». Їм вдалося обчислити число до 2576980377524 знаку, тобто більш ніж два з половиною трильйони знаків після коми У древньому Єгипті при обчисленні площі круга для числа π використовували значення:

$$\pi \approx \left(\frac{16}{9}\right)^2 = 3,16049 \dots$$

Давньогрецький вчений Архімед (III ст. до н. е.), розглядаючи окружність як границю послідовностей правильних описаних і вписаних багатокутників, коли кількість їх вершин нескінченно зростає, знайшов, що число пі знаходиться між:

$$3\frac{10}{17} = 3,14084 \text{ і } 3\frac{1}{7} = 3,14285$$

Наближення

$$\pi \approx \frac{355}{113} = 3,1415929$$

знайдено було спочатку китайським математиком Цзу Чуї-чжі в другій половині V ст., а потім, значно пізніше, в Європі (у XVI ст.); це наближення містить помилку лише в сьомому знакові.

Надалі робилися численні спроби знайти більш точний вираз для числа пі. Наприклад, самаркандський вчений Джемшид ібн-Мауд-аль-Каші (перша половина XV ст.) обчислив 17 десяткових знаків π , голландський математик Лудольф ван Цейлен (початок XVII ст.) — 32 десяткових знаків.

В наш час завдяки застосуванню комп'ютерів π знайдено з величезною точністю.

Цікавий факт:

У числа Пі є два неофіційних свята. Перше — 14 березня, оскільки цей день в Америці записується як 3.14. Друге — 22 липня, яке в європейському форматі записується 22/7, а значення такого дробу є досить популярним наближеним значенням числа Пі.

9. Послідовне уточнення розв'язку крайової задачі на основі метода Ньютона

Ярослав Горенко, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поява і безперервне вдосконалення швидкодіючих електронних обчислювальних машин (ЕОМ) призвело до справді революційного перетворення науки взагалі і математики особливо. Змінилася технологія наукових досліджень, колосально збільшилися можливості теоретичного вивчення, прогнозу складних процесів, проектування інженерних конструкцій. Вирішення великих науково-технічних проблем, прикладами яких можуть служити проблеми оволодіння ядерною енергією і освоєння космосу, стало можливим лише завдяки застосуванню математичного моделювання і нових чисельних методів, призначених для ЕОМ. Такі дослідження, як: оволодіння ядерною енергією (потребують вирішення комплексу складних завдань фізики та механіки), освоєння космосу (створення літальних апаратів і вирішення для них багатьох завдань аеродинаміки і балістики) та пошук нових джерел енергії проводяться на основі математичного опису моделі фізичних процесів та подальшого вирішення відповідних математичних задач на ЕОМ за допомогою обчислювальних алгоритмів.

В обох випадках практична цінність чисельного методу в значній мірі визначається швидкістю та ефективністю отримання розв'язку. Вибір необхідного алгоритму для розв'язку рівнянь залежить від характеру задачі, яка розглядається.

Матеріали і методи. Розв'язок нелінійної крайової задачі (\cdot) , (\cdot) еквівалентний послідовному розв'язку деякої системи нелінійних рівнянь відносно початкового значення x_0

задачі Коші з цим же початковим значенням. Тому всі методи розв'язку нелінійних систем, застосовуються і для побудови методів розв'язку нелінійної крайової задачі. Однак, в силу специфічності системи нелінійних рівнянь, отриманих при розв'язанні певної крайової задачі, не всі методи можуть бути ефективні для їх розв'язання.

Існують декілька методів для розв'язання нелінійної крайової задачі загального виду. Серед найбільш часто використовуваних є: метод Ньютона, метод продовження розв'язку по параметру, метод спуску та комбінований метод.

Результати. У даній роботі розглядається один з методів послідовного уточнення розв'язку крайової задачі на основі методу Ньютона. Ідея даного методу полягає в тому, що в околі з наближенням x_n , задача замінюється деякою допоміжною задачею. У свою чергу остання задача вибирається так, щоб похибка заміни мала більш високий порядок малості, аніж перший в околі нашого наближення. І далі за наступне наближення приймається розв'язок цієї допоміжної задачі.

Висновки. Отже, можна дійти до висновку, що основним недоліком розглядуваних ітераційних процесів розв'язку нелінійної крайової задачі є відсутність простих способів такого вибору початкового наближення, яке б забезпечило збіжність такого ітераційного процесу. Тому, при виборі початкового наближення, користуються припущеннями, які ґрунтуються на фізичному змісті задачі, або підбирають це значення шляхом деяких перевірених підрахунків.

Література

1. Бахвалов Н. С. Чисельні методи / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - М.: Наука, 1987. - 598 с.
2. Шаманський В. Є. Методи чисельного рішення крайових задач на ЕОМ / В.Є. Шаманський. - К.: Наукова думка, 1966. - 244 с.

10. Людина, яка пізнала нескінченність

Роман Діденко, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Людина, яка пізнала нескінченність – запозичена, але дуже влучно сказана фраза про справді геніальну людину – Срініваса Рамануджан. Є таке прислів'я геніями не народжуються ними стають, але коли читаєш про історію Рамануджана ти починаєш замислюватися, а чи дійсно це так.

Матеріали і методи: Для написання роботи використовувалися перекладені листи та зошити самого Срініваса Рамануджана.

Результати: Вже в шкільні роки Рамануджан проявляв видатні математичні здібності. У знаннях він був на голову вище всіх своїх однолітків. Незабаром Срініваса отримав від знайомого студента кілька праць з тригонометрії, які дуже його зацікавили. В результаті, в 14-річному віці Рамануджан відкрив формулу Ейлера про синуси і косинуси, але дізнавшись, що вона вже була опублікована сильно засмутився.

Рамануджан був родом з бідної індійською сім'ї, через що не міг отримати високоякісне навчання та не мав можливості опублікувати свої майбутні роботи. Саме тому він, щоб якось виправити положення почав відправляти листи зі своїми формулами в Кембриджський університет.

Протягом наступних п'яти років Харді і Рамануджан працювали спільно в Трініті-коледжі Кембриджського університету.. Вони опублікували серію основоположних робіт про властивості різних теоретико-числових функцій, які відкривали шлях для відповіді на запитання, наприклад: яке найбільш ймовірне число простих дільників у даного цілого числа? Скількома способами можна висловити натуральне число у вигляді суми менших натуральних чисел?

У 1917 р Рамануджан став дійсним членом Лондонського королівського товариства і професором Кембриджського університету.. До того ж він захворів туберкульозом. По закінченню війни Рамануджан повернувся в Індію, де й помер в 32 роки, як тоді думали, від туберкульозу, але, скоріше, як вважають тепер, від гострої нестачі вітамінів.

Висновок: Сфера математичних інтересів Рамануджана була дуже широка. Він знайшов кілька приватних рішень рівняння Ейлера, сформулював близько 120 теорем. Між сучасними математиками Рамануджан вважається найбільшим знавцем ланцюгових дробів в світі.

Одним з найбільш чудових результатів Рамануджана в цій області є формула, відповідно до якої сума простого числового ряду з ланцюговою дробом з точністю дорівнює висловом, в якому присутній добуток e на π .

Математикам добре відома формула обчислення числа π , отримана Рамануджаном

$$\pi = \frac{9801}{2\sqrt{2} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(4k)!}{(k!)^4} \times \frac{[1103 + 26390k]}{(4 \times 99)^{4k}}}$$

в 1910 році шляхом розкладання арктангенса в ряд Тейлора.

Срініваса Рамануджана – був справді великою людиною на долю якого припало багато випробувань але попре все він зміг досягти своєї головної місії – донести свої наукові здібності суспільству та зробити прорив в свої діяльності.

P.s. Всім раджу подивитися документальний фільм про Рамануджана «Людина, яка пізнала нескінченність».

11. Алгоритмічно розв'язні задачі теорії графів

Артем Тур, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Велику кількість реальних ситуацій зручно моделювати за допомогою рисунків, що складаються з точок (вершин), які представляють основні елементи ситуації, та ліній (ребер), що з'єднують певні пари цих вершин і описують зв'язки між ними. Такі рисунки у математичній літературі називають графами.

З графами, самі того не помічаючи, ми стикаємося постійно. Найпростішим прикладом графів є схема доріг чи ліній метрополітену. У ній точкам відповідають населені пункти (станції метро), а лініям, що їх сполучають, – шляхи руху автомобілів (поїздів). Досліджуючи різні родовиди, ми будемо так зване генеалогічне дерево. І це дерево також є прикладом графа (до речі, такі графи називають кореневими деревами).

Графи є зручним засобом опису зв'язків між об'єктами. Зокрема, розглядаючи граф, що зображує мережу доріг між населеними пунктами, можна визначити маршрут проїзду від пункту А до пункту Б. Якщо таких маршрутів виявиться кілька, можна вибрати з них оптимальний, наприклад, найкоротший або найбезпечніший. Для вирішення подібних завдань вибору 114 потрібно проводити певні дослідження графів й мати певні алгоритми їх обробки. На сьогоднішній день існує досить велика кількість готових алгоритмів дослідження графів, які моделюють найрізноманітніші завдання з багатьох сфер людської діяльності.

Алгоритм Крускала є одним з алгоритмів побудови мінімального кістякового дерева зваженого неорієнтованого графа. Алгоритм було вперше описано Джозефом Крускалом у 1956 році. Алгоритм Крускала розпочинається з побудови виродженого лісу, що містить V дерев, кожне з яких складається з однієї вершини. Далі виконуються операції об'єднання двох таких дерев, для чого використовуються найкоротші можливі ребра, поки не утвориться єдине дерево. Це дерево і буде мінімальним кістяковим деревом.

Інший відомий оптимізаційний алгоритм – алгоритм Дейкстри – є алгоритмом пошуку найкоротших шляхів від однієї вершини до будь-якої іншої у зваженому орграфі. Класичний алгоритм Дейкстри працює тільки для графів, що не містять дуг від'ємної довжини, та широко використовується у програмуванні та комунікаційних технологіях, біоінформатиці, базах даних, інженерії, зокрема, його використовує протокол OSPF для усунення кільцевих маршрутів.

Для розв'язування задачі пошуку найкоротших шляхів у графах з від'ємними вагами ребер може використовуватись алгоритм Беллмана-Форда. Цей алгоритм заснований на ідеях динамічного програмування. Коротко ідею динамічного програмування можна описати наступним чином. Початкова задача розбивається на менші підзадачі, які розв'язуються рекурсивно. Далі розв'язок початкової задачі отримується із розв'язків підзадач. При цьому кожна з окремих підзадач може розв'язуватись більше ніж один раз. Для того щоб уникнути зайвої роботи в алгоритмах динамічного програмування вводяться спеціальні таблиці (матриці), які зберігають значення уже розв'язаних задач. Через це такі алгоритми вимагають значних ресурсів пам'яті для збереження відповідних значень.

Розглянемо задачу пошуку найкоротшого шляху між кожною парою вершин у графі. Звичайно, цю загальнішу задачу можна розв'язати багатократним застосуванням алгоритмів Дейкстри або Белмана-Форда з послідовним вибором кожної вершини графу як початкової. Проте, є прямий спосіб розв'язування цієї задачі за допомогою алгоритму Флойда-Уоршола. У ньому довжини дуг можуть бути від'ємними, проте не повинно бути циклів із від'ємною довжиною.

Алгоритм Джонсона дозволяє знайти найкоротші шляхи між усіма парами вершин зваженого орієнтованого графу. Цей алгоритм працює, якщо у графі містяться ребра з додатними чи від'ємними вагами, але відсутні від'ємні цикли. Ідея алгоритму Джонсона полягає в наступному. Уявимо собі, що граф не містить ребер з від'ємними вагами. Тоді для знаходження найкоротших відстаней між усіма парами вершин ми можемо застосувати n разів алгоритм Дейкстри. У випадку, якщо в графі присутні ребра від'ємної ваги, можна змінити вагу ребер таким чином, щоб вага кожного ребра стала додатною і тоді знову застосувати алгоритм Дейкстри n разів.

Сучасний навчальний процес неможливий без використання інформаційних систем, які підтримують дистанційні технології навчання, мобільне та електронне навчання, а також звичайні лекційні, семінарські і лабораторні заняття. Створюється велика кількість програмних засобів підтримки, які можна не тільки безпосередньо використовувати під час навчання, а й організувати самостійну роботу, дослідницьку діяльність, поліпшувати наочність моделювання процесів тощо.

У наш час існує велика група програм, що підтримують вивчення дискретної математики, серед яких виділимо: MaxFlow, Графоаналізатор, GraphBuilder, Maple, GraphMaker. Програмний продукт MaxFlow призначений для наочного вивчення і застосування деяких алгоритмів на орієнтованих графах:

- 1) пошук максимального потоку в мережі;
- 2) пошук компонент сильної зв'язності;
- 3) пошук оптимального шляху (найкоротшого з шляхів з максимальним потоком);
- 4) пошук мінімального основного дерева;
- 5) пошук всіх найкоротших шляхів у графі (з виділенням шляху, вибраного користувачем).

Програма Графоаналізатор дозволяє створювати граф, використовуючи матриці суміжності або візуальний метод, застосовувати різні алгоритми опрацювання від пошуку найкоротшого шляху до перевірки на планарність. У програмі передбачено збереження графа або його зображення. Програма GraphBuilder візуалізує найбільш популярні алгоритми на графах – Дейкстри, Флойда, Прима і Крускала. Програма GraphMaker призначена для побудови і розрахунку мережевих графів: візуалізація графа, побудова критичного шляху і резервів часу тощо. Пакет символічної математики Maple, окрім стандартних команд, які задають граф та характеризують певні його властивості, передбачає можливість написання власного алгоритму розв'язання задачі про найкоротшу відстань.

Задача знаходження найкоротших шляхів відноситься до оптимізаційних проблем дискретної математики і може бути розв'язана повним перебором усіх варіантів. Проте, починаючи з середини ХХ століття існують більш економічні методи, які реалізуються багатьма програмними засобами. Аналіз математичних програмних засобів, таких як MaxFlow, Графоаналізатор, GraphBuilder, Maple тощо, показує, що більшість середовищ вимагає додаткового часу на вивчення інтерфейсу і команд пакету, а типові алгоритми втаємничені або написані незнайомою мовою програмування, що не завжди дає змогу уявити ідею розв'язання. З іншого боку, самостійне відтворення алгоритму у програмних середовищах не тільки спонукає до подальших пошуків, а і підвищує рівень одержаних знань та вмінь.

12. Нільс Генрік Абель

Дмитро Шумак, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Нільс Генрік Абель - норвезький математик. Довів нерозв'язність в радикалах загальних алгебраїчних рівнянь 5-го і вищих степенів (1824 рік). Знайшов функції, що не інтегруються за допомогою елементарних функцій; це привело Абеля до відкриття еліптичних і гіпереліптичних функцій. Дослідив інтеграли, названі на його честь абелевими. Інші важливі праці Абеля відносяться до теорії рядів.

Народився в невеликій комуні Фіннхой поблизу м. Ставангера в родині пастора лютеранської церкви й доньки торговця-судновласника. Початкову освіту отримав за наставництва батька. У 13-річному віці пішов до кафедральної школи Христианії (тепер м. Осло), де навчався державним коштом: родина пастора мала сімох дітей і потерпала від економічної кризи, що охопила у ті часи Норвегію. Інтерес до математики виявив 1818, після приїзду нового вчителя — Б. М. Хольмбоє, який заохотив юнака до вивчення робіт І. Ньютона, Л. Ейлера, Ж. Л. Лагранжа, К. Ф. Гаусса та ін., а також до самостійного розв'язання задач.

У 1821 Абель вступив до Університету Христианії: кошти на це з ініціативи Хольмбоє зібрали університетські викладачі. Навчання закінчив за рік і вже 1823 опублікував роботу, в якій уперше сформулював та розв'язав інтегральне рівняння.

У 1824 Нільс Генрік Абель довів нерозв'язність у радикалах алгебраїчного рівняння 5-го та вищих степенів у загальному випадку; нині це твердження відоме як Абеля теорема, або теорема Абеля—Руффіні (італійський математик, у 1799 навів неповне доведення). Ці результати дали Абелеві змогу отримати державний грант і здійснити подорож Європою (1825–1827), зокрема, відвідати Берлін і Париж.

Впродовж 1825–1827 Абель допрацював і скоротив доведення нерозв'язності в радикалах рівняння 5-го порядку; сформулював основи теорії еліптичних і так званих абелевих функцій, центральну теорему теорії інтегралів від алгебраїчних функцій тощо. Витрати на переїзди майже вичерпали державну стипендію, тож Абель змушений був обмежувати себе навіть у їжі; через це його слабке з малоліття здоров'я погіршилося. Після повернення додому, вже, ймовірно, хворий на туберкульоз легень, Абель продовжував дослідження в суперництві з німецьким математиком К. Г. Якобі. Тимчасова робота в Університеті Осло, яку зміг дістати Абель, полегшила його фінансове становище, але сподіватися на професорську посаду в Норвегії було марно: в країні був лише один університет.

На початку 1829 ім'я Абеля було добре знане в наукових колах, і німецькі колеги виклопотали для нього місце в Берліні. Звістка про це надійшла 08.04.1829, однак Абель не дізнався про це: 06.04.1829 він помер у будинку друзів сім'ї у Фроланні.

У Королівському парку в Осло стоїть скульптура казкового юнака, над двома переможеними чудовиськами; по колоку йде напис «ABEL». Перше чудовисько символізує алгебраїчне рівняння 5-го степеня. Ще в останніх класах школи Абелю здалося, що він знайшов формулу для їх розв'язання, подібну до тих, що існували для рівнянь до 4-го степеня. Ніхто у провінційній Норвегії не зміг перевірити доведення. Але пізніше Абель сам знайшов у себе помилку, він уже знав, що корені неможливо виразити в радикалах. Тоді Абель не знав, що італійський математик П. Руффіні опублікував доведення цього твердження.

13. Прозріння від Бога

Діана Клименко, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В історії людства є випадки геніальних нічим непередбачуваних рішень, коли здавалось найскладніші задачі вирішуються у мить. Ніби Бог, щось нашептав цим людям.

Згадаємо випадки, що стали легендами:

“яблуко” Ньютона;

Теорема Фермі;

До таких прозрінь і належить розв’язок задач Джорджем Бернардом Данцігом.

Матеріали і методи. Донині людство користується симплекс-методом для розв’язування лінійного програмування Джорджем Бернардом, а також і іншими його відкриттями в різних галузях науки:

Авіація;

Нафтова промисловість;

Архітектура;

Телекомунікація;

Результати. Результатами праць Джорджа Бернарда стало “Математичне програмування” для розв’язання виробничих задач.

Велика увага приділялась і приділяється самому алгоритму розв’язання.

Математичне програмування відіграє дуже важливу роль як в подальшій математичній освіті студентів менеджерського профілю, так і в їх майбутній професійній діяльності, оскільки дозволяє вирішувати багато управлінських і організаційних задач оптимальним чином. Прикладом використання знань з математичного програмування може бути розв’язання таких виробничих задач: отримання максимального прибутку або випуску максимального об’єму продукції при заданих матеріальних, трудових, енергетичних або часових витратах; забезпечення планових показників підприємства при мінімальному розмірі фінансових вкладень; досягнення максимально короткого терміну виготовлення продукції, будівництва об’єкту, товарообігу, виробничого циклу і тому подібного при існуючих або заданих виробничих ресурсах; вибір параметрів об’єкту або процесу, при яких забезпечується його максимальна корисність. В наведених прикладах максимальний випуск продукції, максимальний прибуток, мінімальний розмір фінансових вкладень, максимально короткий термін, максимальна корисність – це є шукані оптимуми (максимуми або мінімуми), тобто результати, які при заданих умовах задачі неможливо перевершити.

Висновок. Загалом Джордж Бернард Данціг зробив великі внески у розвиток людства, починаючи математичними задачами, і закінчуючи фундаментом для розвитку інформаційних технологій.

Література: [Електронні ресурси]:

<https://bdsmn.livejournal.com/628674.html>

<https://znanauku.mipt.ru/2019/09/17/kak-reshat-nereshaemye-zadachi/>

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B6_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B3

14. Формула Біне-Коші для обчислення визначника матриць

Софія Бойко, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При розв'язанні різноманітних задач із матрицями для обчислення визначників добутку двох прямокутних матриць можна використовувати теорему двох видатних французьких математиків Ж. Біне та О. Коші.

Матеріали та методи. Розглянемо звичайний спосіб обчислення визначника добутку двох матриць, а також за допомогою формули Біне-Коші.

Результати. Формула Біне-Коші доведена на початку XIX століття та названа на честь французьких математиків, Августина-Луї Коші і Жака Філіппа Марі Біне. Вона узагальнює твердження, що визначник добутку квадратних матриць дорівнює добутку їх визначників. Добуток прямокутних матриць A та B є квадратною матрицею розміру m , якщо A має n стовпців та m рядків, а B - навпаки. Мінори матриць A та B одного порядку, який дорівнює $\min\{n; m\}$, називаються відповідними один одному, якщо вони стоять у стовпцях матриці A та рядках матриці B з однаковими номерами.

Теорема Біне-Коші. Визначник матриці AB дорівнює 0, якщо $m > n$, та дорівнює сумі добутків всіх мінорів m -го порядку матриці A на відповідні мінори m -го порядку матриці B , якщо $m \leq n$.

Отже, $\det AB = \sum_{\gamma_1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_m} A_{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m} B_{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m}$, де $A_{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m}$ - мінор матриці A , складений із стовпців з номерами $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$, та $B_{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m}$ - мінор матриці B , складений із рядків з номерами $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$.

Для прикладу обчислимо значення визначника добутку двох матриць A та B ,

$$\text{якщо } A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 3 & 1 & -1 \end{pmatrix} \text{ та } B = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ -2 & 0 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Знайдемо добуток AB та його визначник:

$$C = AB = \begin{pmatrix} 1 \cdot 3 + (-2) \cdot (-2) + 0 \cdot (-1) & 1 \cdot 1 + (-2) \cdot 0 + 0 \cdot 2 \\ 3 \cdot 3 + 1 \cdot (-2) + (-1) \cdot (-1) & 3 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + (-1) \cdot 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 & 1 \\ 8 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\det C = \begin{vmatrix} 7 & 1 \\ 8 & 1 \end{vmatrix} = -1.$$

Обчислення через формулу Біне-Коші:

$$\det C = \begin{vmatrix} 1 & -2 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ -2 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = 7 \cdot 2 + 2 \cdot (-4) + (-1) \cdot 7 = -1.$$

Висновок. Завдяки формулі Біне-Коші можемо знайти визначник добутку прямокутних матриць, також теорема Біне-Коші може використовуватись не лише в таких теоретичних задачах, а і на практиці, наприклад під час програмування, тому вона є важливою для нашого сьогодення.

Література.

Ланкастер П. Теория матриц. Москва : «Наука», 1973. 280 с.

15. Застосування графічного калькулятора Desmos

при розв'язанні задач з параметром

Дмитро Остапенко, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При розв'язанні задач з параметром досить часто можна застосовувати графічний метод, який дозволяє швидко розв'язати задачу.

Матеріали та методи. Desmos – графічний калькулятор, реалізований як додаток до браузера і мобільний додаток на мові JavaScript. До вересня 2012 року він отримав близько 1000000 доларів США від Carol Capital, Learn Capital, Kindler Capital, Elm Street Ventures і Google Ventures. Окрім графічного зображення як рівнянь, так і нерівностей в ньому також є списки, графіки, регресії, інтерактивні змінні, обмеження графа, одночасне графічне відображення, кусково-графічне відображення функцій, графічне зображення полярних функцій, два типи графічних сіток.

Результати. Розглянемо, як можна використовувати Desmos при розв'язанні задач з параметром. Потрібно знайти значення параметра a , при яких рівняння $\ln(4x-1)\sqrt{x^2-6x+6a-a^2}=0$ має рівно один корінь на відрізку $[0;3]$.

Перепишемо рівняння у вигляді: $\ln(4x-1)\sqrt{(x-a)(x-6+a)}=0$. Запишемо систему, яка задає область допустимих значень змінної x :

$$\begin{cases} 4x-1 > 0; \\ (x-a)(x-6+a) \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Розв'яжемо рівняння. Маємо

$$\begin{cases} 4x-1=1; \\ x-a=0; \\ x-6+a=0; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=\frac{1}{2}; \\ x=a; \\ x=6-a. \end{cases}$$

Побудуємо за допомогою Desmos множину точок на координатній площині $(x; a)$, яка задовольняє систему (1), графіки рівнянь $x=1/2$, $x=a$, $x=6-a$.

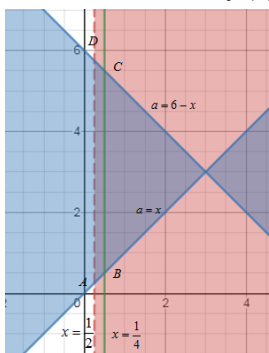


Рис 1.

Запишемо координати точок перетину прямих: $A\left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right)$, $B\left(\frac{1}{4}; \frac{1}{4}\right)$, $C\left(\frac{1}{4}; \frac{23}{4}\right)$ та $D\left(\frac{1}{2}; \frac{11}{2}\right)$.

Враховуючи, що $x \in [0;3]$, з Рис. 1 легко записати відповідь:

$$a \in \left(\frac{1}{4}; \frac{1}{2}\right] \cup \left[\frac{11}{2}; \frac{23}{4}\right).$$

Висновок. Завдяки використанню графічного калькулятора Desmos задачу, розв'язання якої аналітичним методом є громіздким, можна розв'язати швидко та без помилок.

Література.

П. И. Горнштейн, В. Б. Полонский, М. С. Якир Задачи с параметрами. 3-е издание, дополненное и переработанное. – М.: ИЛЕКСА, Харьков: Гимназия, 2002, - 328 с.

16. Тотожність Ейлера

Андрій Прокопенко, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Уявіть красу, не пов'язану ні з людьми, ні з тваринами, і, взагалі, ні з якими образами. Уявили? Зараз я вам її покажу. Тотожність Ейлера – простий і геніальний вираз.

Матеріали та методи. Всесвітньо відома формула Ейлера $e^{iz} = \cos z + i \sin z$ при $z = \pi$ перетворюється в тотожність Ейлера $e^{i\pi} + 1 = 0$.

Результати. Вчені порівнюють тотожність Ейлера з фразою Гамлета: “Бути чи не бути”. Стисла, коротка і в той же час дуже глибока. Цю формулу визнали найкрасивішою в опитанні журналу «The Mathematical Intelligencer» ще в 1988-му році. Вона зустрічалася в декількох серіях Simpsons. А в 2005 році аспірант William J. Cottrell написав її фарбою на декількох автомобілях, на суді він сказав: "Я знав теорему Ейлера з п'яти років, і її зобов'язані знати всі". Любов до тотожності Ейлера, а також псування майна з інших причин коштували William шести років тюрми.

Відчуття краси та елегантності тотожності відбувається тому, що ця тотожність поєднує у собі такі математичні константи, як число Ейлера e , число π , уявну одиницю $i = \sqrt{-1}$, 0 та 1. Один – це саме просте число для рахунку (один мамонт, одна палка і т.д.). Нуль - це символ для позначення нічого (порожнеча). Нуль і один прийшли до нас з арифметики. Число π прийшло з геометрії та дорівнює відношенню довжини кола до його діаметра. На відміну від числа π , число Ейлера не має геометричної інтерпретації, з'явилося значно пізніше, це границя послідовності, а саме $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$. Ця математична стала пов'язана зі зростанням, функція $y = e^x$, яка називається експонентою, є єдиною функцією, що не змінюється при диференціюванні та інтегруванні. А $i = \sqrt{-1}$ – це уявна одиниця, яка історично була введена для розв'язання кубічного рівняння, яке має три дійсних корені, для знаходження яких за формулою Кардано потрібно було знайти квадратні корені з від'ємних чисел. Також тотожність Ейлера поєднує три основні математичні операції: додавання, множення та піднесення до степеня.

Висновки. Отже, тотожність Ейлера це взірць математичної краси, оскільки демонструє глибокий зв'язок між фундаментальними числами в математиці.

Література.

Wilson, Robin. Euler's Pioneering Equation: The most beautiful theorem in mathematics (англ.).— Oxford University Press, 2018.

17. Лінійна модель міжнародної торгівлі

Денис Борисов, Олена Радзівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Неможливо уявити собі сучасну економічну науку без широкого застосування математичного моделювання. Сутність цієї методології полягає в заміні вихідного об'єкта його «образом» - математичною моделлю, яка дозволяє проаналізувати економічну проблему і надати шляхи її розв'язання.

Матеріали і методи. Побудована теоретична модель міжнародної торгівлі при припущенні, що для кожної країни виконується умова вільної торгівлі, яка полягає у тому, що дохід від зовнішньої та внутрішньої торгівлі не менше національного доходу країни. Для отримання результатів використовувалась теорія матриць і лінійна алгебра.

Результати.

1. Розглянемо країни S_1, S_2, \dots, S_n , національний дохід яких виражається в одній валюті і дорівнює відповідно x_1, x_2, \dots, x_n .

2. Вважається, що весь національний дохід кожної країни витрачається на придбання товарів як усередині країни, так і в інших країнах.

3. Відома структурна матриця міжнародної торгівлі $A = \|a_{ij}\|$, кожен елемент a_{ij} , якої дорівнює частці національного доходу, яку країна S_j витрачає на придбання товарів у країни S_i .

4. Вважається, що для кожної країни виконується умова вільної торгівлі, яка полягає у тому, що дохід від зовнішньої та внутрішньої торгівлі не менше національного доходу країни.

5. Загальний дохід D усіх країн відомий. Потрібно знайти вектор національного доходу.

При розглянутих припущеннях отримано рівняння, яке дозволяє визначити національний дохід кожної з країн при умові бездефіцитної торгівлі. Це рівняння має наступний матричний вигляд: $(A-I)X=0$, де символ I позначає одиничну матрицю порядку n , а X - вектор, координати якого визначають національний дохід кожної країни. Тоді координатний вигляд цього є:

$$\begin{pmatrix} a_{11} - 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} - 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} - 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}$$

Висновки. Отримана лінійна модель міжнародної торгівлі дозволяє визначити національний дохід кожної країни, якщо відомо їх сукупний дохід. Також цю модель можна застосовувати і в рамках однієї країни для визначення частки доходу кожного регіону в національному доході усієї країни.

18. Математика — цариця всіх наук

Данііл Булій, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ще в давні часи математику називали «царицею наук», «ключем до всіх наук». Древньогрецький філософ Платон (VI ст. до н. е.) вважав математику знаряддям для вивчення філософії. «Числа правлять світом», — говорив Піфагор.

Матеріали і методи. Інформаційною базою дослідження слугували книги, статті, опубліковані в періодичних виданнях, архівні матеріали, інтернет-видання тощо.

Результати. Видатні вчені всіх часів надавали математиці величезного значення. «Ніяке людське дослідження не може бути назване істиною, якщо воно не проходить через математичні доведення», — писав Леонардо да Вінчі (1452 — 1519). Видатний італійський фізик, механік і астроном Галілео Галілей (1564 — 1642) говорив, що справжню філософію «описано у великій книзі, яка завжди відкрита нашим очам». Цією книгою є Всесвіт, який треба навчитись читати, який «написано мовою математики: букви цієї мови — круги, трикутники та інші математичні фігури». М. В. Ломоносов (1711 — 1765) писав: «Усе, що без того було темне, сумнівне і неправильне, математика зробила зрозумілим, правильним і очевидним».

Математика народилася з практичних потреб людини і залишається тісно пов'язаною з розвитком людства. Вона потрібна не лише інженерам, конструкторам, бухгалтерам, а й простим робітникам. Без вимірювань і обчислень не можна зробити й стільця. А конструювання літаків, кораблів, виготовлення і запуск космічних ракет, супутників тощо потребують виконання величезної кількості різноманітних розрахунків. «Політ — це математика» (В. П. Чкалов).

Без математики не обійтись і художнику. Вона потрібно йому, наприклад, щоб додержуватись правильних пропорцій зображення. Агрономи розраховують площу поля, норму висіву зерна на 1 м², на 1 га, і на всю площу.

У наш час великого значення набуває обчислювальна математика. Це пов'язано з тим, що подальший розвиток науки, техніки, економіки, потребує виконання дедалі більшої кількості обчислень. Першою обчислювальною машиною, яка надійшла в серійне виробництво, був арифмометр, сконструйований російським інженером В. Г. Однером. З розвитком суспільства ставали складнішими наукові і технічні проблеми, ускладнювались математичні формули і рівняння, зростала кількість обчислювальних операцій. Навали розрахунків і потоки цифр у галузі фізики, радіотехніки, математики змусили людину створити швидкодіючу електронну машину.

Із створенням електронних обчислювальних машин коло застосування математики розширилось ще більше. Завдяки величезній швидкості дії цих машин (десятки тисяч операцій за секунду) стало можливим розв'язання таких задач, як, наприклад, політ людини в космос, завбачення погоди, складання розкладу руху транспорту тощо.

Розвиток інформаційних технологій дав змогу отримати суттєві результати в завданнях, розв'язання яких раніше було неможливим через великі обсяги обчислень. Проведення обчислювальних експериментів за допомогою відомих математичних пакетів типу Maple, Mathcad, Derive, Gran, DG, Advanced Grapher дозволяє студентам здобувати навички, необхідні у подальшій практичній діяльності, розвиває їх аналітичне мислення, дає можливість здійснювати інтеграцію вищої математики з іншими дисциплінами.

Висновки. Математика – це не просто формули і обчислення, а спосіб мислення та спілкування. Вона розвиває розум, допомагає у вирішенні різноманітних задач, які весь час ставить перед нами життя.

19. Готфрід Вільгельм Лейбніц та його внески у математику

Анастасія Вихристюк, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Готфрід Вільгельм Лейбніц (також — Лейбніц, нар. 1 липня 1646, Лейпциг — пом. 14 листопада 1716, Ганновер) — провідний німецький філософ, логік, математик, фізик, мовознавець та дипломат, який передбачив принципи сучасної комбінаторики. Зробив вагомий внесок у логіку і філософію.

Матеріали і методи На основі теоретичного матеріалу розглянуто життєдіяльність Готфріда Лейбніца, що зробив великий внесок у науку, та проаналізовано значимість його відкриттів для сучасної математики та інших її наук.

Результати. Разом з І.Ньютоном (і незалежно від нього) Лейбніц був засновником математичного аналізу – диференціального та інтегрального числення, причому зробив вирішальний внесок у створення цієї галузі математики. Відомі окремі прийоми розв'язування задач на проведення дотичних, пошуку екстремумів, визначення площ криволінійних фігур Лейбніц звів у єдину систему, дослідив основоположні питання диференціального й інтегрального числення, запропонував прийнятну сьогодні символіку і термінологію. Це він увів позначення dx , $d2x$, dy/dx , і т.ін., придумав терміни "диференціал", "диференціальне числення", "інтегральне числення", "диференціальне рівняння", "функція", "змінна величина", "постійна величина", "координати", "абсциса", "алгебраїчні і трансцендентні криві" та ін. Лейбніц розв'язав ряд знаменитих задач, зокрема, про форму кривої найшвидшого спуску і ланцюгової лінії. Він листувався із швейцарцями братами Якобом і Йоганном Бернуллі, французами П.Варіньоном і Г.Ф.Лопіталем, іншими математиками, що сприяло стрімкому розвитку математичного аналізу у континентальній Європі. Отримав Лейбніц і багато інших результатів, зокрема, вивів ряд для числа π , описав двійкову систему числення і передбачив перспективність її застосування в обчислювальній техніці.

У логіці Лейбніц сформулював закон достатньої підстави, висунув ідею математизації логіки і побудови логічного числення.

У механіку Лейбніц, поруч з декартівською кількістю руху (mv), ввів нову міру руху, "живу силу" (mv^2), і сформулював "закон збереження живих сил", що стало кроком до закону збереження енергії. Він розвинув теорію опору балок згинанню – ввів у розрахунки закон Гука і момент інерції перерізу балки.

1673 року, Лейбніц створив механічний калькулятор (арифмометр), що виконує додавання, віднімання, множення і ділення чисел, а також добування коренів і піднесення до степеня.

Лейбніц вперше застосував двійкову систему числення. Ця система числення знайшла згодом застосування в автоматичних обчислювальних пристроях. Машина була продемонстрована у Французькій академії наук і лондонському Королівському товаристві.

Висновки. Сьогодні багато вчених досліджують науковий спадок Лейбніца, зокрема його рукописи. Ці дослідження привели нещодавно до дивовижного відкриття: знайшли опис механічної шифрувальної машини Лейбніца, за яким у 2014 році цю машину виготовили. У 2007 р. рукописи Лейбніца, у тому числі листи, включено до Всесвітнього спадку ЮНЕСКО. Проводиться оцифрування його робіт і рукописів, створено багато сайтів, присвячених Лейбніцу і його науковому спадку. Можливо, з часом ми дізнаємось ще багато нового про Лейбніца та його ідеї.

20. Теорія ігор в нашому житті

Роман Діденко, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасній математиці галузь, яка носить невинну назву теорія ігор, але їй, безсумнівно, судилося зіграти надзвичайно важливу роль у людинознавстві найближчого майбутнього. Теорія ігор цікава концепція, яка безпосередньо впливає на наше повсякденне життя. І щоб у цьому розібратися достатньо розглянути декілька прикладів, і на їх основі зробити висновки.

Матеріали і методи. Для визначення повної картини теорії ігор, я використовував різні джерела інформації, такі як: відеоуроки Олексія Саваттева, біографія Брюса Буено де Мескіта та різноманітні сайти з додатковою інформацією, яка допомогли більш детально розібратися з теорією ігор.

Результати. Теорія ігор - це розділ математичної економіки, що вивчає рішення конфліктів між гравцями й оптимальність їх стратегій. Перетинаючись, стратегії декількох гравців створюють певну ситуацію, у якій кожен гравець отримує певний результат, званий виграшом, позитивним або негативним.

Для того щоб надати розуміння про теорію ігор розглянемо приклад, який допоможе нам розібратися з цим поняттям.

Гра в аукціон. Є різні типи аукціонів. Наприклад, у фільмі «Дванадцять стільців» проходив так званий англійський аукціон. Його схема проста: перемагає той, хто пропонує найбільшу суму за виставлений лот. Зазвичай встановлюється мінімальний крок для підняття ціни, в іншому обмежень немає. В епізоді з аукціоном з «Дванадцяти стільців» Остап Бендер припустився стратегічної помилки. Слідом за пропозицією в 145 рублів за лот він підняв ціну відразу до двохсот. З точки зору теорії ігор Остапу слід підвищувати ставку, але мінімально до тих пір, поки не залишаться конкурентів. Таким чином, він зміг би заощадити гроші й не потрапити в халепу: Остапу не вистачило 30 рублів, щоб оплатити комісійний збір.

Є ігри, такі як аукціон, у які потрібно грати тільки головою. Заздалегідь потрібно визначитися з тактикою і продумати про максимальну суму, яку ви готові віддати за лот. Головне – не перевищувати ліміт. Цей крок допоможе впоратися з азартом, якщо він раптом вас наздожене.

Теорія ігор – це приклад людських здібностей, які можуть не просто аналізувати ситуацію та робити найкращий вибір, який заощадить ваші гроші та час, а теорія, яка може передбачати майбутнє. І прикладом цього може стати Брюс Буено де Мескіта, на даний час з ним активно співпрацює американські спецслужбами і ЦРУ, адже точність його пророкувань досягає 90%. Так, наприклад, Брюс передікав прихід Юрія Андропова до влади в СРСР ще задовго до того, як інші експерти почали говорити про те, що таке взагалі можливо, прогнозував наступника прем'єр-міністра Індії Я. Б. Чао після того, як його уряд касували і багато чого іншого.

Висновки. Варто підкреслити, що теорія ігор є дуже складною галуззю знань. При зверненні до неї треба бути дуже обережним і чітко знати межі застосування. Занадто прості тлумачення приховують у собі небезпеку. Аналіз і консультації на основі теорії ігор через їх складності рекомендуються лише для особливо важливих проблемних галузей. Досвід показує, що використання відповідного інструментарію варто використовувати переважно при прийнятті одноразових, принципово важливих планових стратегічних рішень, в тому числі, при підготовці великих коопераційних договорів.

21. Проблема гіпотези ABC

Дар'я Жихарєва, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ця гіпотеза - відкрита проблема в теорії чисел. У 2012-му році японський математик Мотідзукі, оголосив, що знайшов доказ, і опублікував кілька довгих препринтів, по суті розвиваючих цілу нову теорію, з якої випливає ABC-гіпотеза. Однак до сих пір провідні математики в цій області не змогли переконати себе в тому, що він дійсно це довів, і доказ Мотідзукі залишається в «підвішеному» стані вже 6 років.

Матеріали і методи. Інформаційною базою дослідження слугували інтернет статті, відео та лекції видатних вчених з YouTube, їх особисті соцмережі та пояснювальні коментарі щодо праці японського вченого, блоги відомих математиків, інтернет видання-доказ Мотідзукі, інтернет-журнали з дослідженнями на відповідну тематику та тощо.

Результати. Вперше запропонована Девідом Массер і Джозефом Естерле в 1980 році, вона пов'язана з спостереженнями, що стосуються фундаментальних відносин між складанням і множенням.

abc-гіпотеза, яку Конрад назвав «однією з найвидатніших гіпотез в теорії чисел», починається з одного з найпростіших рівнянь, яке взагалі можна уявити: $a + b = c$. Змінні a , b , і c , які дають гіпотезі свою назву, мають обмеження. Вони повинні бути цілими числами, і a і b не повинні мати спільних множників, тобто, вони не можуть ділитися на одне і те ж просте число. Тобто, ми можемо розглядати рівняння $8 + 9 = 17$ або $5 + 16 = 21$, але не $6 + 9 = 15$, оскільки числа 6, 9 і 15 діляться на 3.

Ця гіпотеза демонструє, що властивості a і b впливають на властивості c . Щоб зрозуміти це спостереження, може допомогти для початку переписати ці рівняння $a + b = c$ у версії, що складаються з простих множників.

Перший приклад: $64 + 81 = 145$, еквівалентно $2^6 + 3^4 = 5 \times 29$.

Другий приклад: $3072 + 390625 = 393697$ еквівалентний $2^{10} \times 3 + 5^8 = 393697$.

Третій приклад: $3 + 125 = 128$ еквівалентний $3 + 5^3 = 2^7$.

Перші два рівняння не схожі на третє, тому що в перших двох рівняннях у нас є багато простих множників з лівого боку рівняння і дуже мало з правого боку рівняння. У третьому прикладі навпаки - з правого боку рівняння більше простих чисел (сім) ніж з лівої (тільки чотири). Виявляється, що з усіх можливих комбінацій a , b і c , третя ситуація дуже рідкісна. Тобто, вона пояснює залежність кількості можливих трійок від N , що зростають помітно повільніше самого N , і цілком ймовірно, що результат буде сходиться до якогось конкретного числа для кожного ε .

Висновки. За суттю, abc-гіпотеза говорить, що коли простих множників багато з лівого боку, тоді, звичайно, їх буде не дуже багато з правого боку рівняння.

Зрозуміло, «багато», «не дуже багато» і «заввичай» це дуже розмиті слова і в формальній версії abc-гіпотези все це виражено більш точними математичними термінами. Але навіть в цій спрощеній версії можна оцінити наслідки гіпотези. Рівняння засноване на додаванні, але спостереження гіпотези показують результат в множенні.

22. Цікаві факти математики

Анастасія Костецька, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для багатьох людей математика є нудним і важким предметом, адже це точно наука, яка потребує конкретики, розвинуту пам'ять та логіку. Але варто пам'ятати, що кожен предмет цікавий по-своєму.

Матеріали та методи. Аналіз різних джерел та цікавих фактів, які допоможуть зацікавитись математикою.

Результати. Є цікавий вислів, що математиками народжуються, а не стають. Це можна зрозуміти так, що у кожного різний склад розуму і для когось математичні задачі легкі, цікаві і приносять задоволення, а для когось це найважче, що приходиться робити в житті. Хтось просто сідає і для власного задоволення вирішує логічні задачі з важкими формулами, а хтось береться за формули, тільки тоді, коли це необхідно, і при цьому перелистує всі інтернет-джерела, щоб зрозуміти хоча б мінімальні речі. У поданому матеріалі подані цікаві факти математики, які доводять тим людям, які не люблять цей предмет, що все не так важко, а часто дуже цікаво. Існує багато різних фактів, які можуть зацікавити кожного: як розвивалася ця наука, хто що дослідив, скільки книжок можна написати, якщо об'єднати всі математичні доведення, аксіоми та задачі. Також не менше існує різних цікавинок, якими ви зможете здивувати друзів, навіть знаючи з математики тільки додавання, віднімання, множення і ділення. Деколи, просто сидячи за столом з друзями, ви зможете вгадувати числа або швидко рахувати, не знаючи всіх доданків.

Цікавий факт математики, яким ви можете скористатись в компанії з друзями та здивувати всіх. Якщо взяти ваш вік і помножити його на сім, а потім одержане число помножити на 1443, то ви отримаєте ваш вік записаний три рази поспіль. Отже, математика теж цікава.

Цікавий факт і фокус, який знову ж змусить всіх задуматись. Він пов'язаний зі звичайнісіньким календарем. Отож: Скажіть присутнім, що легко зможете вирахувати суму дев'яти будь-яких чисел, які друзі загадають, не знаючи, що це за числа. Для цього нехай хтось один відмітить на календарі дев'ять чисел так, щоб вони утворили квадрат, а вам лише назве найменше число із відмічених. І ви одразу, або ж трішки подумавши, назвете суму. В чому полягає секрет? до названого найменшого числа в цьому квадраті додайте 8, а результат помножте на 9. Наприклад, закреслено так:

~~3~~—~~4~~—~~5~~
~~10~~—~~11~~—~~12~~
~~17~~—~~18~~—~~19~~

Отож, найменшою є цифра 3. Далі робимо таким чином: $3 + 8 = 11$, $11 \times 9 = 99$. Оголошуємо суму – 99. Ну, тепер нехай друзі додають і перевіряють результат.

Є багато різних джерел та цікавих фактів, які допоможуть зацікавитись математикою.

Висновки. Математика дуже цікавий предмет. Вона не завжди є складною, а іноді навіть захоплюючою та вражаючою. Це наука, яка розвивається століттями і полегшує нам життя.

23. Абрахам де Муавр та розрахунок дати смерті

Віра Кучерина, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Внески Абрахама де Муавра в математичні науки досить значні, особливо в теорії ймовірності. Його математичні дослідження та формули полегшили обчислення та в якійсь мірі спростили нам життя.

Матеріали і методи. Аналіз різних джерел про життя, дослідження та наукові досягнення Муавра.

Результати. Авраам де Муавр французький математик був піонером у розробці аналітичної тригонометрії та теорії ймовірності. Він був ув'язнений як протестант після скасування Нантського едикту в 1685 році. Коли його звільнили, він втік до Англії. У Лондоні він став близьким другом сера Ісаака Ньютона та астронома Едмонда Галлея. Де Муавр був обраний до Лондонського королівського товариства в 1697 році, а згодом до Берлінської та Паризької академії. Незважаючи на свою відмінність математика, йому ніколи не вдалося забезпечити собі постійну посаду, але він жив нестабільно, працюючи репетитором та консультантом з азартних ігор, страхування та досліджень ряду статистичних даних з народонаселення

У 1695 році було опубліковано першу працю Муавра з аналізу «Метод флюксій». У 1710 році він брав участь у комісії, що розбирала пріоритетну суперечку Ньютона і Лейбніца. У 1718 було видано його головну працю з теорії ймовірності: «The Doctrine of Chance: A method of calculating the probabilities of events in play», що викликало велику зацікавленість у науковців. У 1722 Муавр опублікував правило для піднесення до степеня комплексних чисел і так само вичислення кореня з них. Також де Муавр вперше використав зведення в ступінь нескінченних рядів. Муавр встановив зв'язок між рекурентними послідовностями та різницевиими рівняннями. Зробив внесок у теорію рішення однорідних лінійних різницевих рівнянь з постійними коефіцієнтами. У 1724 році була опублікована праця, яка перевидавалася чотири рази. Це ймовірно-статистичне дослідження «Annuities on lives». У 1730 році Муавр повернувся до аналізу і опублікував працю «Miscellanea Analytica», де вперше з'явилася формула Стірлінга. У 1733 Муавр опублікував роботу, в якій довів, що для великого числа n випробувань функція нормального розподілу ймовірності є наближенням біномного закону (розподіл Бернуллі). До числа основних правил теорії ймовірностей зараховується теорема Муавра-Лапласа, яка описує наближення нормального розподілу до біноміального розподілу та окремим випадком центральної граничної теореми. Де Муавр також опублікував статтю під назвою "Рентні виплати за життя", в якій він розкрив нормальний розподіл смертності за віком людини. На основі цього він створив просту формулу для апроксимації доходу, який отримують щорічні виплати на основі віку людини. Це схоже на типи формул, якими сьогодні користуються страхові компанії.

Також він став відомим коли на старості одного разу виявив, що продовжуваність його сну збільшувалась на 15 хвилин в день. Він розрахував арифметичну прогресію та визначив дату, коли вона досягне 24 годин, тобто 27 листопада 1754 року. У цей день він і помер.

Висновки. Абрахама де Муавра можна сміливо вважати великим математиком. Він був одним з найбільших піонерів класичної теорії ймовірностей. Він також зробив основні внески в аналітичну геометрію, складний аналіз теорію ануїтетів та комплексних чисел, залишив цікавий слід для вивчення математики.

24. Математичні методи в соціології

Володимир Степура, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з актуальних проблем розвитку сучасного соціогуманітарного знання є міждисциплінарний синтез.

Матеріали і методи. У соціологічних дослідженнях широко використовуються математичні методи аналізу даних, тому взаємодія математики і соціології, зокрема, в соціології використання методів математичного моделювання є одним з магістральних напрямків розвитку соціально-гуманітарних досліджень.

Результати. У соціологічних дослідженнях широко використовуються математичні методи аналізу даних, тому взаємодія математики і соціології, як наприклад, одним з магістральних напрямків розповсюдження соціально-гуманітарних досліджень є розширення використання методів математичного моделювання в соціології.

Математичні методи в соціології - методи статистичного аналізу даних і методи математичного моделювання соціальних явищ і процесів. Комп'ютерна соціологія - використання можливостей комп'ютерної техніки для вирішення теоретичних, емпіричних і практичних завдань в соціології. Комп'ютерна теорія соціальних систем - імітаційне моделювання властивостей і відносин соціальних агентів, які розглядаються як штучні соціальні агенти, які мають штучним інтелектом і реально функціонують в режимі комп'ютерного часу.

Варто відрізнити математичні підходи від методики застосування математичних методів опису послідовності кроків, здійснення яких і є суть застосування методу. Сукупність принципів, що відбивають співвідношення математичного моделювання і формалізму, що дозволяють використовувати математичний апарат як засіб пізнання соціальних явищ.

Для конкретного застосування якого-небудь математичного методу потрібна визначена однорідність розглянутої безлічі об'єктів. Виділяють два етапи в забезпеченні однорідності: на першому етапі потрібно створити якусь ситуацію, щоб всі елементи досліджуваної безлічі мали властивості, що цікавлять дослідника, для всіх їх був адекватний той самий інструмент виміру і була можлива однакова інтерпретація результатів виміру.

На другому етапі побудови однорідної сукупності необхідно забезпечити існування закономірності для розглянутої безлічі об'єктів, що підлягає вивченню за допомогою конкретного математичного методу. Зрозуміло, спосіб реалізації цього етапу зв'язаний зі специфікою методу і значною мірою залежить від апріорних розумінь дослідника.

Існує також проблема інтерпретації даних - математична модель об'єкта повинна бути сконструйована гранично об'єктивно і незалежно від власних переконань конкретного вченого, як бачить і аналізує дослідник ті явища, що вивчає, залежить адекватність одержуваних їм результатів.

Математичне моделювання в соціології розглядається як самостійний напрямок, у яскраво вираженій потребі попереднього етапу розробки апріорної моделі досліджуваного соціального явища.

Висновки. Математика є важливою частиною соціології. Ігнорування цього може призвести до неправильних тверджень та висновків. Але досліднику треба вміти правильно її використовувати.

25. Історія теорії ймовірності

Єгор Ченцов, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Історія теорії ймовірності відзначена багатьма унікальними особливостями. На відміну від інших розділів математики, які виникли приблизно в тому ж проміжку часу, (наприклад, математичного аналізу або аналітичної геометрії), у теорії ймовірностей по суті не було античних або середньовічних попередників, вона цілком — здобуток Нового часу. Довгий час теорія ймовірностей вважалася суто дослідною наукою і «не зовсім математикою», її строге обґрунтування було розроблено тільки в 1929 році, тобто навіть пізніше, ніж аксіоматика теорії множин (1922). У наші дні теорія ймовірностей займає одне з перших місць в прикладних науках за широтою своєї області застосування.

Матеріали і методи. Аналіз різних джерел про теорію ймовірності. Пошук інформації на різних сайтах.

Результати. Теорія ймовірності, як наука, виникла із першими спробами математичного аналізу азартних ігор в середині XVII століття. Для розуміння сутності понятійного апарату та предмету теорії ймовірності доцільно проаналізувати історію її розвитку. Історики виділяють декілька періодів. Перші завдання імовірнісного характеру виникли в азартних іграх: кістках, картах та інших. Французький канонік XIII століття Рішар де Фурніваль правильно підрахував всі можливі суми очок підкинувши три кістки і вказав кількість способів, якими може вийти кожна з цих сум. Таку кількість способів можна було розглядати як першу кількісну міру сподівання події, аналогічну ймовірності. До Фурнівалья, цей результат часто підраховували невірно, вважаючи, що суми 3 і 4 очок рівноймовірні, так як обидва можуть вийти «тільки одним способом»: за результатами підкидання «трьох одиниць» і "двійок з двома одиницями" відповідно. Водночас не враховувалося, що три одиниці насправді виходять тільки одним способом, а двійка з двома одиницями — трьома, так що ці події не рівноймовірні. Такі ж помилки неодноразово траплялися і в подальшій історії науки. Результатом стала праця «Про розрахунки в азартних іграх», розміщена у вигляді доповнення до книги Франца ван Схоутена «Математичні етюди» у 1657р. У 1660 р. вона була видана голландською мовою –мовою оригіналу, де вперше було введено формальне означення математичного сподівання. Слід відмітити, що дана праця була першою друкованою роботою, присвяченою теорії ймовірностей.

Робота Гюйгенса складається з невеличкого вступу і 14 тверджень. Алгебраїст XVI століття Джироламо Кардано присвятив аналізу гри змістовну монографію «Книга про гру в кості» (1526 рік, опублікована посмертно). Кардано провів повний і безпомилковий комбінаторний аналіз для значень суми очок і вказав для різних подій очікуване значення. На сьогодні теорія ймовірності – математична наука, яка вивчає закономірності масових випадкових величин і має широкий спектр застосування.

Висновки. Виникнення теорії ймовірностей як науки відносять до середньовіччя і перших спроб математичного аналізу азартних ігор. На сьогодні ж, теорія ймовірностей набула чіткого математичного вигляду й остаточно стала сприйматися як один з розділів математики, причому, дуже важливий.

Література.

1. Тичинська Л.М. Теорія ймовірностей. ч. 1. Історичні екскурси та основні теоретичні відомості. Вінниця, ВНТУ, 2010, 112 с.

26. Розклад періодичного сигналу в ряд Фур'є.

Павло Крещенко, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Велика кількість фізичних процесів у природі описується сигналами, які є функціями часу або частоти. Поняття спектра широко використовується в обробці будь-яких сигналів, не залежно від фізичної природи їх виникнення.

Матеріали і методи. Початок спектрального аналізу було закладено у 18 столітті в роботах вчених Бернуллі, Ейлера, Гаусса. Основні результати було досягнуто у трудах французьких вчених Фур'є і Діріхле у 19 столітті. Але як самостійна галузь прикладної науки він остаточно сформувався у середині 20 століття. На спектральному аналізі базується ефективний і досить простий частотний метод аналізу лінійних систем. Спектральний аналіз застосовує ряди і перетворення Фур'є.

Результати. Розглянуто математичну модель імпульсного сигналу – послідовності прямокутних імпульсів $s(t)$ з амплітудою A , тривалістю τ та періодом повторювання $T = 2\tau$ (меандр).

Будь-яку періодичну функцію f , що відповідає умовам Діріхле, тобто кусочно-неперервну, кусочно-монотонну і обмежену на періоді T , можна розкласти в ряд Фур'є, представити сумою гармонічних функцій або комплексних експонент:

$$f(x) \sim \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n e^{in\omega_1 x}, \quad \omega_1 = \frac{2\pi}{T}$$

з комплексними коефіцієнтами

$$c_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) e^{-in\omega_1 x} dx, \quad n \in Z$$

Для послідовності прямокутних імпульсів виконуються умови теореми Діріхле, як і для всіх реальних періодичних сигналів. Знайдено коефіцієнти Фур'є c_n , які визначають спектр сигналу:

$$c_n = \frac{1}{2\tau} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} A e^{-i\pi n t / \tau} dt = -\frac{A}{i2\pi n} \left(e^{-\frac{i\pi n}{2}} - e^{\frac{i\pi n}{2}} \right) = \frac{A}{\pi n} \frac{e^{-\frac{i\pi n}{2}} - e^{\frac{i\pi n}{2}}}{2i} = \frac{A}{\pi n} \sin\left(\frac{\pi n}{2}\right)$$

амплітудний частотний спектр $C_n = \left| \frac{A}{\pi n} \sin\left(\frac{\pi n}{2}\right) \right|, n \in Z$

і фазовий частотний спектр $\varphi_n = \begin{cases} -\pi, \sin\left(\frac{\pi n}{2}\right) > 0, \\ 0, \sin\left(\frac{\pi n}{2}\right) \leq 0, \end{cases} \quad n \in \mathbb{N}, \quad \varphi_{-n} = -\varphi_n.$

Досліджено поведінку ряду Фур'є в околах точок розривів $T = \pm\tau/2$. У всіх точках, де сигнал неперервний, ряд Фур'є збігається до значень даного сигналу, у точках розриву ряд Фур'є збігається до півсуми лівої та правої граничних значень. На прилеглих до розриву ділянках сума ряду Фур'є дає помітні пульсації.

Висновки. Отримано знання про зображення періодичного сигналу рядом Фур'є. Послідовність прямокутних імпульсів містить стрибки, а сума ряду Фур'є завжди буде неперервною функцією.

27. Про розв'язки сингулярного інтегрального рівняння

Євген Медведєв

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Ольга Островська

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»

Вступ. Інтегральне рівняння називається сингулярним, якщо його ядро перетворюється в нескінченність, хоча б в одній точці з відрізка інтегрування.

Матеріали і методи. Розглянемо рівняння вигляду:

$$\varphi(t) = \lambda \int_0^t k(t-\tau) d\tau$$

Йому відповідає операторне рівняння:

$$\phi(p) = \lambda K(p)F(p),$$

розв'язок якого не можна перевести за допомогою теореми множення в простір оригіналів, оскільки функція $1/K(p)$ не є зображенням. Але в деяких випадках розв'язки можна отримати.

Результати. Знайдемо розв'язки такого сингулярного рівняння:

$$\varphi(t) = \int_0^t \ln(t-\tau) f(\tau) d\tau$$

Очевидно ядро $k(t) = \ln t$ в нулі перетворюється в нескінченність, тому рівняння сингулярне. Запишемо операторне рівняння:

$$G(p) = \frac{-1}{\ln(p)} \cdot \phi(p)$$

За теоремою подібності:

$$\frac{1}{p \ln p} \div \int_0^\infty \frac{t^\alpha}{\Gamma(\alpha+1)} d\alpha,$$

Тому

$$g(t) = - \int_0^t \left(\int_0^\infty \frac{\tau^\alpha \gamma^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha+1)} d\alpha \right) \varphi(t-\tau) d\tau$$

Висновок. Це дає можливість знайти точний розв'язок даного рівняння:

$$f(t) = - \int_0^t \left(\int_0^\infty \frac{\tau^\alpha \gamma^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha+1)} d\alpha \right) \varphi'(t-\tau) d\tau - \varphi(0) \int_0^\infty \frac{t^\alpha \gamma^{-\alpha}}{\Gamma(\alpha+1)} d\alpha$$

Крім того, в такий спосіб можна знайти розв'язок рівняння вигляду:

$$Qf(t) = \varphi(t) + \lambda \int_0^\infty k(t,\tau) f(\tau) d\tau,$$

де ядро $k(t, \tau)$ такого виду як функція $\varphi(t, \tau)$: $\varphi(t, \tau) \div \phi(p) e^{-\tau q(p)}$.

Література

1. М.А. Мартиненко, І. І. Юрик, Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення – К: Вид. дім «Слово», 2017. – 296 с.

Section 17

Chemistry and chemical technology

Секція 17

Хімія і хімічні технології

17.1.

Chemistry

Chairperson – professor Svitlana Bondarenko
Secretary – Nataliia Simurova

17.1.

Хімія

Голова – професор Світлана Бондаренко
Секретар – Наталія Сімурова

1. Синтез 2-(піразолілметилен)бензофуран-3(2H)-онів

Дарина Мишко¹, Андрій Мишко², Світлана Бондаренко¹

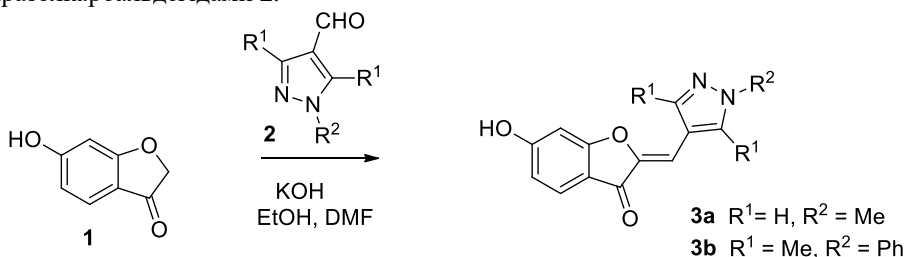
¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
²Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії імені В. П. Кухаря
НАН України, Київ, Україна

Вступ. Аурони та їх синтетичні аналоги демонструють широкий спектр біологічної активності, зокрема виявляють протипухлинну, антиоксидантну, антимікробну, противірусну, антипаразитичну активність [1]. Разом з тим, заміна ароматичного кільця В в молекулі аурону на гетероцикл має важливе значення в дизайні лікарських засобів. Гетероциклічні кільця не лише визначають геометрію молекул, а й обумовлюють можливість утворення водневих зв'язків завдяки наявності гетероатомів, що часто відіграє вирішальну роль для прояву фармакологічних властивостей [2].

Матеріали та методи. Контроль перебігу реакцій та чистоти продуктів здійснювали з використанням тонкошарової хроматографії та хромато-мас спектрометрії. Дослідження будови сполук проводили спектроскопічними методами: ¹H та ¹³C ЯМР.

Результати. Одним з найбільш зручних методів синтезу ауронів є конденсація бензофуран-3(2H)-онів з альдегідами під дією різних реагентів як кислотної, так і основної природи [3].

З метою одержання похідних 2-(піразолілметилен)бензофуран-3(2H)-ону була досліджена конденсація 6-гідроксибензофуранону **1** із заміщеними 4-піразолкарбальдегідами **2**.



Найбільш придатними умовами конденсації виявилось використання 50%-вого водного розчину KOH і проведення реакції в суміші ДМФА-ЕтОН при кімнатній температурі.

Висновок. Синтезовано похідні 2-(4-піразолілметилен)бензофуран-3(2H)-ону **3a** й **3b**, структура яких підтверджена спектроскопічними методами.

Література

- Zwergel, C.; Gaascht, F.; Valente, S.; Diederich, M.; Bagrel, D.; Kirsch, G., Aurones: Interesting natural and synthetic compounds with emerging biological potential. *Nat. Prod. Commun.* **2012**, 7 (3), 389-394.
- Gomtsyan, A., Heterocycles in drugs and drug discovery. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2012**, 48(1), 7-10.
- Popova, A. V.; Bondarenko, S. P.; Frasinuk, M. S., Aurones: synthesis and properties. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2019**, 55 (4/5), 285-299.

2. Синтез гомоізофлавоноу з фрагментом 4-метилумбеліферону

Артем Литвиненко¹, Наталія Мишко^{1,2}, Світлана Бондаренко¹

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

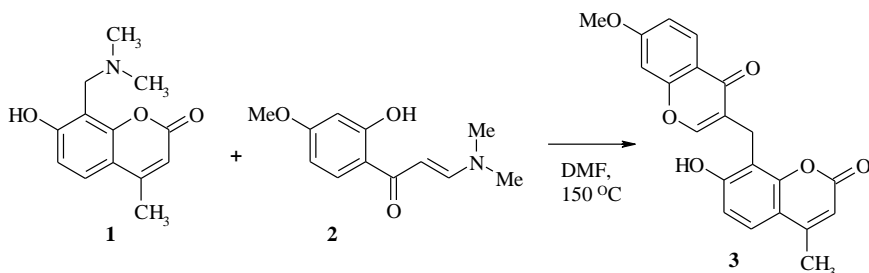
²Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії імені В. П. Кухаря
НАН України, Київ, Україна

Вступ. Природні гомоізофлавоноїди, підклас флавоноїдів, володіють широким спектром біологічної дії, починаючи з антиоксидантних, антимікробних, антидіабетичних та імунomodulatory ефектів, до специфічної дії як інгібіторів протеїнкінази. [1, 2].

Матеріали та методи. Контроль перебігу реакцій та чистоти продуктів здійснювали з використанням тонкошарової хроматографії та хромато-мас спектрометрії. Дослідження будови сполук проводили спектроскопічними методами: ¹H та ¹³C ЯМР.

Результати. Ефективний однореакторний метод синтезу гідроксильованих по кільцю В гомоізофлавононів включає окса-реакцію Дільса-Альдера *орто*-хінон метидів, генерованих з *орто*-(*N,N*-диметиламінометил)фенолів, і (2*E*)-3-(*N,N*-диметиламіно)-1-(2-гідроксифеніл)проп-2-ен-1-онів та наступний каскад реакцій [3].

Взаємодією 4-метилумбеліферону з бісдиметиламінометаном в умовах реакції Манніха нами була отримана його 8-диметиламінометильна похідна **1**. Енамінокетон **2** був синтезований взаємодією відповідного 2-гідроксифенілацетофенону з диметилацеталем *N,N*-диметилформаміду.



Показано, що при взаємодії основи Манніха **1** з 3-(2-гідроксифеніл)-енамінокетоном **2** в результаті оберненої за електронними вимогами реакції Дільса-Альдера та наступних перетворень утворюється гомоізофлавонон **3**.

Висновок. Синтезовано 7-гідрокси-8-[(7-метокси-4-оксо-4*H*-хромен-3-іл)метил]-4-метил-2*H*-хромен-2-он (**3**), структура якого підтверджена спектроскопічними методами.

Література

1. Lin, L.-G.; Liu, Q.-Y.; Ye, Y., Naturally occurring homoisoflavonoids and their pharmacological activities. *Planta Med.* **2014**, *80* (13), 1053–1066.
2. Kumar, V.; Kumar Nayak, S., Homoisoflavonoids: isolation, chemical synthesis strategies and biological activities. *J. Pharm. Sci. Res.* **2020**, *12* (8), 1046–1055.
3. Mrug, G. P.; Myshko, N. V.; Bondarenko, S. P.; Sviripa, V. M.; Frasinuk, M. S., One-Pot Synthesis of B-Ring *Ortho*-Hydroxylated Sappanin-type Homoisoflavonoids. *J. Org. Chem.* **2019**, *84* (11), 7138–7147.

3. Біологічно активні складники календули

Ксенія Бондар¹, Наталія Мишко^{1,2}, Світлана Бондаренко²

¹Приватна організація «Заклад загальної середньої освіти I-III ступеня Ліцей
«ЕДЮКЕЙТЕР», Київ, Україна

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Календула знаходить застосування в медичній практиці для лікування серцево-судинних захворювань, її препарати володіють антисептичною, седативною, спазмолітичною, протизапальною, антиоксидантною дією, прискорюють процеси регенерації тканин. Широкий спектр лікувальних властивостей календули обумовлений вмістом різних за хімічною природою та біологічними властивостями речовин, зокрема каротиноїдів, флавоноїдів, сапонінів, дубильних речовин [1, 2].

Матеріали та методи. У роботі використані квітки календули (*Calendula officinalis* L.) вирощені в Київській області в 2020 році. Квітки попередньо висушили при температурі 50 °С. Біологічно активні складники квіток календули вилучали методом екстрагування. Для аналізу сировини використовували тонкошарову хроматографію (ТШХ) на пластинках Alugram Xtra SIL G/UV254 (Macherey-Nagel) та якісні реакції.

Результати. Якісний та кількісний склад біологічно активних сполук в лікарських рослинах залежить від умов зростання рослини, фази її розвитку, часу збору, способу сушіння, зберігання сировини, інших факторів. З огляду на це, метою роботи було виявлення в екстрактах календули флавоноїдів, сапонінів, каротиноїдів.

Для вилучення флавоноїдів з квіток календули був обраний 70%-вий етанол. Реакції з 5%-вими розчинами FeCl₃ та AlCl₃, розчином NH₃, 2%-вим Pb(OAc)₂, а також ціанідинова реакція та реакції Запрометова та Вільсона свідчили про наявність флавоноїдів в екстракті.

Про вміст сапонінів у водному екстракті квіток календули свідчила позитивна проба на піноутворення, а також осадові реакції з купрум сульфатом, барій гідроксидом та рльобум ацетатом.

Вилучення каротиноїдів проводили екстрагуванням сировини гексаном. Наявність ізопреноїдів в екстракті була підтверджена якісними реакціями з *n*-диметиламінобензальдегідом та з розчином ваніліну в кислому середовищі.

Для виявлення рутину й β-каротину в квітках календули був застосований метод тонкошарової хроматографії з використанням як елюентів сумішей *n*-бутанол - оцтова кислота - вода 6 : 1 : 2 та гексан - бензен 19:1 відповідно.

Висновок. В екстрактах календули, вирощеної в Київській області в 2020 році, з використанням хімічних та хроматографічних методів аналізу виявлено флавоноїди, зокрема рутин, сапоніни, каротиноїди, включаючи β-каротин, що підтверджує перспективність використання цієї сировини як джерела біологічно активних сполук.

Література

1. Muley, B.P.; Khadabadi, S.S.; Banarase, N.B., Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): A Review. *Trop. J. Pharm. Res.* **2009**, 8 (5), 455-465.

2. Ashwlayan, V. D.; Kumar, A.; Verma, M.; Kumar G. V.; Gupta, S.K., Therapeutic Potential of *Calendula officinalis*. *Pharm. Pharmacol. Int. J.* **2018**, 6 (2), 149–155.

4. Розробка сонцезахисного лосьйону, збагаченого каротиноїдами

Лідія Комаровська¹, Наталія Мишко^{1,2}, Світлана Бондаренко²

¹Приватна організація «Заклад загальної середньої освіти I-III ступеня Ліцей
«ЕДЮКЕЙТЕР», Київ, Україна

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Обліпіха звичайна (*Hippophae rhamnoides*) – багаторічна рослина родини Маслинових, ягоди якої багаті біологічно активними речовинами. Вони містять аскорбінову кислоту, токоферолі, каротиноїди, флавоноїди й жирні кислоти [1]. Всі ці речовини виявляють позитивний вплив на організм людини, зокрема й антиоксидантну активність. Як відомо, антиоксиданти сприяють загоєнню мікротравм, усувають запалення й створюють бар'єр для ультрафіолету – головного чинника фотостаріння [2, 3]. Саме тому обліпіхова олія є цінним компонентом для створення сонцезахисних лосьйонів.

Матеріали та методи. У роботі використані плоди обліпіхи звичайної (*Hippophae rhamnoides*), зібрані в Київській області в жовтні 2020 року. Плоди попередньо висушували при температурі 60 °С. Олію отримували з плодів обліпіхи екстракцією гексаном в апараті Сокслета.

Результати. Враховуючи термолабільність каротиноїдів, для вилучення олії з плодів обліпіхи був застосований гексан. Екстракцію проводили в апараті Сокслета протягом 7 год. Вихід олії складав 7,5 %.

На основі аналізу літературних джерел було з'ясовано склад сонцезахисних лосьйонів. Компонентами базової рецептури лосьйону були етанол, вода, гліцерин, октокрилен, фенілетилловий спирт, емульгатор, вітамін Е.

Нами розроблено 4 рецептури сонцезахисного лосьйону, збагаченого каротиноїдами обліпіхи, які відрізнялись вмістом олії обліпіхи, емульгатору та етилового спирту. Як емульгатори були використані Escotech і полісорбат.

Одержані лосьйони було проаналізовано й визначено їх органолептичні та фізико-хімічні показники. В результаті проведеної роботи створено оптимальну рецептуру сонцезахисного лосьйону, збагаченого каротиноїдами обліпіхи.

Висновок. Вилучено олію з плодів обліпіхи шляхом екстрагування гексаном в апараті Сокслета. Розроблено чотири рецептури та одержано зразки сонцезахисних лосьйонів з обліпіховою олією. На основі органолептичного аналізу та фізико-хімічних показників лосьйонів обрано оптимальну рецептуру.

Література

1. Kaur, N.; Kaur Chahal, Kh.; Singh, R.; Urvashi, Phytochemical screening and antioxidant activity of *Anethum graveolens* L. seed extracts. *Pharm. Innov. J.* **2018**, 7(6), 324–329.

2. Pop, R M ; Weesepeol, Y.; Socaciu, C.; Pinteau, A.; Vincken, J.P.; Gruppen, H., Carotenoid composition of berries and leaves from six Romanian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties. *Food Chem.* **2014**, 147, 1–9.

3. Ramos-e-Silva, M.; Celem, L.R.; Ramos-e-Silva, S.; Fucci-da-Costa, A.P., Anti-aging cosmetics: Facts and controversies. *Clin. Dermatol.* **2013**, 31 (6), 750–758.

5. Конденсація солей 2-амінотіазолу та його бензопохідних з трифлуорацетилацетоном

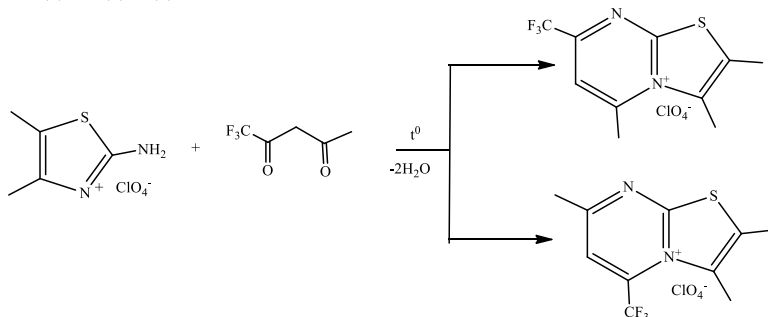
Денис Крисанов, Наталія Сімурова, Сергій Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тіазольне і піримідинове кільця входять до складу багатьох важливих природних і синтетичних біологічно активних речовин. Ряд дослідників [1] відзначають фармакологічну активність похідних цих сполук.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є нові тіазоло(3,2-а)піримідинієві, піримідо(2,1-b)бензтіазолієві та піримідо(2,1-b)нафто(2,1-d)тіазолієві солі з трифлуорметильною групою в α -положенні до мостикового атома Нітрогену. Сполуки одержано конденсацією солей 2-амінотіазолів та їх бензоаналогів з трифлуорацетилацетоном. Доведення будови здійснювалось за допомогою ЯМР ^1H спектроскопії та елементного аналізу.

Результати. В результаті реакції конденсації трифлуорацетилацетону з перхлоратами 2-амінотіазолів та їх бензоаналогами синтезовані тіазоло(3,2-а)піримідини та їх бензо- і нафто- похідні з трифлуорметильною групою в піримідиновому циклі. Направлення реакції визначається просторовими і електронними факторами, а також основнію відповідного амінотіазолу і відбувається відповідно до схеми:



Показано, що реакція проходить стереоселективно, в реакційній масі присутній тільки один із можливих ізомерів. Встановлення напрямку реакції і будови продуктів конденсації проведено за допомогою методу ПМР. Модельними сполуками з відомими величинами хімічних зсувів α - і γ -метильних груп були тіазолопіримідинієві солі синтезовані раніше за реакцією 2-амінотіазолу з ацетилацетоном. Так, під час порівняння хімічних зсувів метильних груп продукту конденсації протонних солей 2-амінотіазолу з ацетилацетоном і трифлорацетилацетоном підтверджує напрям реакції з утворенням продукту конденсації з метильною групою в α -положенні до мостикового атома Нітрогену.

Висновки. Під час конденсації перхлоратів 2-амінотіазолів і їх бензопохідних з трифлуорацетилацетоном синтезовано невідомі раніше тіазоло(3,2-а)піримідинієві солі, будову яких встановлено методом ЯМР ^1H спектроскопії та елементного аналізу.

Література

1. Khalifa, Mohamed Ezzat. Recent developments and biological activities of 2-aminothiazole derivatives / Khalifa, Mohamed Ezzat // Acta Chimica Slovenica. – 2018. – 65(1).– P. 1-22.

6. ЯМР та ІЧ-дослідження продукту модифікації картопляного крохмалю хлорангідридом адипінової кислоти

Катерина Марченко, Наталія Сімурова, Сергій Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Крохмаль один з найбільш використовуваних полісахаридів в харчовій промисловості. Модифікація крохмалю дозволяє змінювати його фізико-хімічні властивості та створювати нові матеріали [1, 2].

Матеріали і методи. Застосовувався картопляний крохмаль, висушений до постійної маси у вакуумі. Ацилування крохмалю здійснювали хлорангідридом адипінової кислоти. Дослідження продуктів реакції проводились методами ЯМР ^1H , та ІЧ-спектроскопії.

Результати. Показано, що в результаті реакції ацилування картопляного крохмалю хлорангідридом адипінової кислоти відбулось зшивання глюкопіранозних кілець, внаслідок реакції обох хлорангідридних груп адипінової кислоти, що підтверджуються рядом факторів. Так, в ІЧ-спектрі модифікованого крохмалю з'явився максимум при $1710,82\text{ см}^{-1}$, що характерно для $\text{C}=\text{O}$ у складі естерної групи, яка з'явилася в модифікованому крохмалі в результаті реакції ацилування.

В спектрі нативного крохмалю присутня достатньо широка інтенсивна смуга, яка знаходиться при $3389,35\text{ см}^{-1}$, а в спектрі модифікованого зразка смуга лежить в області більш сильних коливань при $3411,08\text{ см}^{-1}$, що пов'язано зі ступенем участі OH -групи в утворенні водневих зв'язків. Чим більше гідроксильних груп бере участь в утворенні водневих зв'язків (нативний крохмаль), тим більша область їх коливань зміщується в слабке поле. Відомо, що положення і характер смуги залежить від ступеня участі гідроксильної групи у водневих зв'язках. Крім того, під час порівняння ІЧ-спектрів нативного та модифікованого крохмалів встановлено, що спектри мають різні коливання в нехарактеристичній області.

Отже, за результатами аналізу ІЧ спектрів можна стверджувати, що зразки нативного та модифікованого крохмалів мають різний хімічний склад в результаті хімічної модифікації картопляного крохмалю хлорангідридом адипінової кислоти.

Визначити ступінь зшивання глюкопіранозних ланцюгів крохмалю та визначити положення замісника за спектром ЯМР виявилось неможливим.

Висновок. Проведено модифікацію крохмалю хлорангідридом адипінової кислоти. В результаті дослідження продукту реакції методом ІЧ спектроскопії встановлено, що відбувається зшивання лінійних ланцюгів глюкопіранозних залишків крохмалю, адже спектри вихідного і модифікованого продуктів мають ряд характерних відмінностей.

Література

1. Кряжев В. Н. Последние достижения химии и технологии производных крахмала [Текст] / В. Н. Кряжев, В. В. Романов, В. А. Широков // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 5-12.

2. Effect of acetylation on the properties of corn starch [Text] / Hui Chi [et al.] // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 106. – № 3. – P. 923-928.

7. Взаємодія подвійних молібдатів РЗЕ та купрума (I) з гідроген пероксидом

Марина Гульцяєва, Тетяна Петренко, Олександр Перепелиця
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гідроген пероксид має унікальні властивості у біологічних системах і навколишньому середовищі. Через це науково обґрунтований пошук нових речовин, наприклад, $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, для розкладу гідроген пероксиду має практичне значення. В даній роботі поставлена мета кількісно дослідити реакційні властивості деяких представників сполук $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ при $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, з модельною речовиною – гідроген пероксидом у водному розчині.

Матеріали та методи. Спінанням стехіометричних сумішей оксидів купрума (I), РЗЕ та молібдена при 470-490 °С в атмосфері гелію одержані відомі сполуки $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$.

Для ідентифікації одержаних $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, використовували метод РФА (установка ДРОН УМ-1, $\text{Cu}_{K\alpha}$ – випромінювання, комп'ютерна реєстрація кутів відбиття з точністю $2\theta = \pm 0,04$ град). Дериватограми знімали на дериватографі Л. Паулік, П. Паулік і Л. Ердей зі швидкістю нагрівання 0,167 град/с, з наважками 0,50-0,80 г в корундових тиглях, ДТА – 1/10, ДТГ – 1/10, точність вимірювання температури – ± 10 °С). ІЧ-спектри знімали на спектрографі UR-20.

Результати. Волнометричним методом досліджена взаємодія $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, з гідроген пероксидом, що супроводжується утворенням кисню та води. Вихідну концентрацію гідроген пероксиду у розчині визначали методом перманганатометричного титрування.

РФА одержаних у цій роботі $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ показав відсутність у їх складі вихідних речовин і підтвердив їх приналежність до двох описаних типів кристалічних модифікацій [1]. ІЧ-спектроскопія зразків $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, підтвердила дані РФА про існування для них двох типів кристалічних структур. На підставі порівняння даних РФА, дериватографії та ІЧ-спектроскопії одержаних сполук $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ з відповідними відомими характеристиками [1] впливає доказ їх хімічної індивідуальності.

Саме взаємодію цих сполук досліджено у модельній реакції розкладання гідроген пероксиду.

Розклад гідроген пероксиду подвійними молібдатами РЗЕ та купрума (I) відбувається щонайменше за рахунок двох процесів. Перший – це пряма реакція Cu^{1+} сполук $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, з гідроген пероксидом. Внаслідок цього утворюється $\text{Cu}^{2+}\text{MoO}_4$. І другий – каталітична дія $\text{Cu}^{2+}\text{MoO}_4$ на гідроген пероксид, що призводить до його розкладу. Отже розклад гідроген пероксиду під впливом $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ спричинений як хімічними, так і каталітичними процесами.

Висновок. Одержані в даній роботі результати показують на реальну можливість використання $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ в якості активних матеріалів для розкладання H_2O_2 з помірною швидкістю. Одержані результати можуть знайти застосування у промислових та біологічних процесах.

Література

1. Перепелиця О.П.; Максін В.І., Система подвійних вольфраматів і молібдатів $\text{MR}(\text{EO}_4)_2$, $M - \text{NH}_4, \text{Ag, Cu, Ti, R} -$ тривалентний метал, $E - \text{Mo, W}$. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка*, **2018**, 1 (55), 19-24.

8. Моніторинг нітратів у картоплі врожаю 2020 року іонометричним методом

Анастасія Дзюбенко, Єлизавета Костенко, Олена Бутенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Картопля – вид рослин родини пасльонових, який займає одне з перших місць за універсальністю використання в народному господарстві; є основною продовольчою, кормовою і технічною культурою.

Але одержати високі врожаї картоплі без застосування азотовмісних добрив практично неможливе. Порівняно з іншими культурами картопля більш вимоглива до забезпечення поживними речовинами, вона накопичує велику вегетативну і бульбову масу при відносно слабкому розвитку кореневої системи, тому потребує внесення значної кількості добрив, через що може накопичувати токсичні речовини, зокрема, нітрати.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, а також лабораторне дослідження по визначенню вмісту нітратів в картоплі з ринку іонометричним методом.

Результати. Допустимі концентрації нітратів у овочах і фруктах зазначені у Державних гігієнічних правилах і нормах «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затверджених наказом МОЗ України від 13.05.2013 № 368. Для картоплі гранично допустима концентрація (ГДК) у складає 250 мг/кг.

Підготовка проби. Картоплини миють водою, обсушують фільтрувальним папером або чистою ганчіркою. З кожної картоплини відбирають четвертину. Відібраний матеріал перемішують і відбирають пробу для аналізу вагою не менше 0,25 кг. Проби для аналізу подрібнюють або розтирають у порцеляновій ступці до отримання однорідної маси. 10 г подрібненого матеріалу зважують на технічних терезах у склянці місткістю 100 мл. До досліджуваного матеріалу додають 50 мл 1 % розчину алюмокалієвого галууну та гомогенізують суміш протягом 1 хв. або перемішують скляною паличкою протягом 15 хв.

Виконання досліду. Було проведено серію вимірювань різниці потенціалів, за допомогою іоноселективного нітратного електроду та хлоридсрібного електроду порівняння, стандартних розчинів KNO_3 , починаючи з розчину мінімальної концентрації (10^{-4} моль/л). Після вимірювань було обчислено середнє значення потенціалу E_{cp} та побудовано градувальний графік залежності $E = f(pC_{NO_3^-})$, за допомогою якого й визначали концентрацію нітратів у розчині. За допомогою таблиць значення було переведено в масову долю нітратів в (мг/кг).

Перевірено 8 зразків картоплі. За результатами проведеного дослідження визначено, що середній вміст нітратів у картоплі становить 331 мг/кг.

Висновки. Проведено кількісне визначення вмісту нітрат-іонів у картоплі з ринку. Визначено, що вміст нітратів у зразках у надлишковій кількості – 331 мг/кг при ГДК для картоплі (250 мг/кг). Вміст нітратів у картоплі значно перевищує ГДК, що свідчить про вплив таких факторів, що впливають на накопичення нітратів: тип та склад ґрунтів, коливання температур, висока вологість ґрунтів та повітря, низька освітленість, а також загушеність посівів, хвороби рослин, ступеня зрілості плодів.

9. Дослідження сировини *Potentilla alba* та розробка лікарських препаратів для лікування хвороб щитоподібної залози на її основі

О.О. Кармашов¹, Н.В. Сімурова¹, О.В. Сімуров²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П.Комісаренка НАМН України», Київ, Україна

Вступ. За даними дослідників, в народній медицині рослину *Potentilla alba* (лапчатка біла, перстач білий) застосовують з XVIII століття для лікування захворювань щитоподібної залози, зокрема, при тиреотоксикозі, різних формах зоба, гіперплазії щитовидної залози тощо.

Матеріали та методи. В роботі використане подрібнене коріння *Potentilla alba* після екстрагування 70%-им розчином етилового або *ізо*-пропілового спирту. Для визначення вмісту селену використовували спектрофлуориметр Hitachi MPF-4. Для визначення йоду застосували цератно-арсенітний метод. Таблетки пресували на лабораторному однопуансонному таблет-прес фірми «Korsch».

Результати. Корисні властивості лапчатки білої визначаються її унікальним хімічним складом, відносно добре вивченим в даний час. Підземна частина містить вуглеводи (крохмаль), ірідоїди, сапоніни, фенолкарбонові кислоти, флавоноїди, дубильні речовини. Показана наявність флавоноїдів в гідролізаті, а саме: кверцетину, кемпферолу, ціанідину. Лапчатка біла містить ряд мікроелементів: Mn, Zn, Cu, Se, а також велику кількість Co, Ni, Ba. Слід зазначити, що рослина містить також елементарний йод і аніон йодатної кислоти. Зазвичай лапчатку застосовують у вигляді водних екстрактів, що готуються з висушеного та подрібненого листя та коріння рослини. Останнім часом на ринку з'явилися препарати у вигляді спиртових екстрактів. Але зазначені способи використання, на нашу думку, не завжди є зручними.

На основі висушеного екстракту *Potentilla alba* нами були розроблені шипучі та не шипучі таблетки, кожна з яких містить 400 мг екстракту висушеної сировини. Були проведені порівняльні дослідження процесу екстракції з метою заміни етилового на *ізо*-пропіловий спирт, як більш доступний і дешевий розчинник.

Вихідна сировина та виготовлені препарати були досліджені на вміст йоду та селену (див. таблицю). Встановлено, що приблизно 1/3 частина мікроелементів переходить до екстрактів, причому кращі результати були отримані на препаратах, виготовлених з використанням *ізо*-пропілового спирту.

Таблиця. Вміст йоду та селену в досліджуваних об'єктах

Досліджуваний об'єкт	Вміст елемента, мкг/кг	
	йод	селен
Висушене коріння	305	н/а
Екстракт 1 (етиловий спирт)	99	111
Екстракт 2 (<i>ізо</i> -пропіловий спирт)	121	118

Висновок. Нам вдалося створити нові зручні у застосуванні препарати на основі *Potentilla alba*, які можна рекомендувати до подальших медичних досліджень з метою впровадження в якості біологічно активної добавки.

10. Дослідження вмісту йоду у фаршевих системах фрикадельок збагачених інкапсульованим йодом

Христина Чебаненко, Василь Пасічний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Йод необхідний для нормального функціонування щитовидної залози, через яку проходить повний об'єм крові. Остаточо встановлено, що вміст йоду у щитовидній залозі залежить від наявності його у продуктах харчування.

Матеріали та методи. Дослідження йоду в заготовках м'ясного фаршу здійснювали у ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМНУ», за допомогою церій-арсенітного методу Sandell-Kolthoff в модифікації Dunn. Для кращого кислотного переварювання проб та поліпшення умов реакції здійснювали наважку наданих проб (100-150мг) розчиняли в 10 об'ємах бідистиляту та готували гомогенат продуктів. 0,25 мл гомогенату включали в реакцію визначення йоду. Тривалість переварювання проб збільшували до 90 хвилин [1].

Результати. Ефективність споживання харчових продуктів з йодом залежить від його утримання під час технологічної обробки. Тому вміст йоду було виміряно у напівфабрикатах (фаршевих системах) та у готових до вживання м'ясних фрикадельках. Зразок один на основі фаршевої системи свинини, зразок 2 – яловичини, 3,4 – курятини.

Таблиця. Визначення кількості йоду у фаршевих системах та у готових фрикадельках

Варіанти рецептур	Вміст йоду у фаршевій системі, $\mu\text{g}/\text{kg}$	Вміст йоду у готовому виробі, $\mu\text{g}/\text{kg}$	Втрати йоду, %
1	2562,0	1772,0	30,84
2	3590,0	2419,0	32,62
3	3860,0	2809,0	27,23
4	4131,0	3519,0	14,81
Середнє значення	3535,8	2629,8	26,38

Виходячи з даних таблиці, достатньо 2104,7 μg комплексу на 100 г фаршу для фрикадельок. Згідно результатів дослідження середній вміст йоду у приготовлених фрикадельках 2629,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Два напівфабрикати по 25 г готуються на пару. Готова порція фрикадельок становить від 45 г. Добова потреба в йоді 90-300 μg . При вживанні порції фрикадельок організм отримує 118,34 μg йоду.

Висновок. Отримані результати вмісту йоду у фаршевих системах та у готових фрикадельках свідчать про те, що втрати йоду є допустимими, але більшими ніж у варених ковбасних виробках за рахунок тривалішої термічної обробки.

Література

1. Sandell E.B. 1937: Micro determination of iodine by acatalytic method / E.B. Sandell, I.M. Kolthoff // Microchemica Acta 1. 1993. Netherlands. – P. 9-25.

11. Дослідження вмісту йоду у фаршевих системах тефтелей збагачених інкапсульованим йодом

Христина Чебаненко, Василь Пасічний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Йод є одним із найкращих каталізаторів обмінних процесів, при нестачі йоду поживні речовини засвоюються в організмі не повністю. Одним з традиційних методів забезпечення харчових продуктів йодом є їх йодування.

Матеріали та методи. Дослідження йоду в заготовках м'ясного фаршу здійснювали у ДУ Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМНУ, за допомогою церій-арсенітного методу Sandell-Kolthoff в модифікації Dunn. Для кращого кислотного переварювання проб та поліпшення умов реакції здійснювали наважку наданих проб (100-150 мг) розчиняли в 10 об'ємах бідистиляту та готували гомогенат продуктів. 0,25 мл гомогенату включали в реакцію визначення йоду. Тривалість переварювання проб збільшували до 90 хвилин [1].

Результати. Ефективність споживання харчових продуктів з йодом залежить від його утримання під час технологічної обробки. Тому вміст йоду було виміряно у напівфабрикатах (фаршевих системах) та у готових до вживання м'ясних тефтелях. Зразок один на основі фаршевої системи свинини, зразок 2 – яловичини, 3 – курятини.

Таблиця 1. Визначення кількості йоду у фаршевих системах та у готових тефтелях

Варіанти рецептур	Вміст йоду у фаршевій системі, $\mu\text{g}/\text{kg}$	Вміст йоду у готовому виробі, $\mu\text{g}/\text{kg}$	Втрати йоду, %
1	2115,0	829,0	60,8
2	3127,0	1115,0	64,3
3	3398,0	1444,0	57,5
Середнє значення	2880,0	1129,3	60,87

Згідно проведеного дослідження результати якого наведено у таблиці 1, вміст 1714,3 μg комплексу на 100 г фаршу для тефтелей є достатною кількістю. Згідно результатів дослідження середній вміст йоду у приготовлених тефтелях у томатному соусі 1129,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Два напівфабрикати по 50 г тушкуються у 50 г соусу. Готова порція тефтелей у соусі становить 100 г. Добова потреба в йоді 90-300 μg . При вживанні порції тефтелей з соусом масою 100 г організм отримує 112,93 μg йоду.

Висновок. Отримані результати вмісту йоду у фаршевих системах та у готових тефтелях свідчать про те, що втрати йоду є більшими за рахунок тривалішої термічної обробки, вищої температури приготування, а також використання томатного соусу під час приготування, що збільшує вихід готової страви.

Література

1. Sandell E.B. 1937: Micro determination of iodine by acatalytic method / E.B. Sandell, I.M. Kolthoff // *Microchemica Acta* 1. 1993. Netherlands. – P. 9-25.

12. Використання екстракту столового буряка у інтелектуальних плівках

Любов Закідишева¹, Світлана Ковальова²

¹Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, Київ, Україна

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Індикаторами температури і часу у складі інтелектуальної упаковки можуть бути природні пігменти, інертні до харчового продукту і чутливі до температури навколишнього середовища. Багатим джерелом таких пігментів – беталаїнів, є столовий буряк. Беталаїни чутливі до підвищення температури, зміни рН середовища та інших факторів.

Матеріали та методи. У роботі використано водні екстракти столового буряка, гліцерол, розчини альгіну для формування пакувальної плівки. Експериментальні зразки плівок виготовлено технікою лиття і висушено протягом 2 годин у вакуумній печі при 50 °С.

Результати. Зразки сухої плівки з беталаїнами, джерелом яких є водний екстракт столового буряка, досліджували протягом тижня при температурах 10 °С, 20 °С і 40 °С. Встановлено, що плівки під впливом температури 20 °С і 40 °С поступово змінюють колір (Рис.), оскільки термічна деструкція беталаїнів є необоротною і супроводжується зміною їх забарвлення.

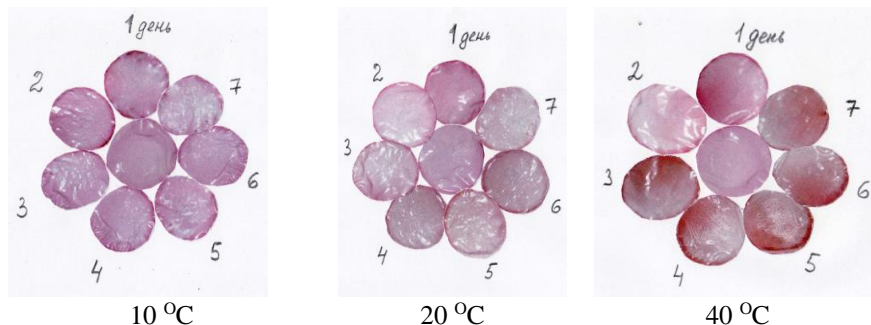


Рис. Зразки плівок з вмістом беталаїнів, що зберігалися протягом 7 днів при температурі 10 - 40 °С.

Найбільші зміни кольору протягом періоду досліджень було виявлено у зразків плівок при зберіганні за температури 40 °С, тоді як плівки, що зберігалися за температури 10 °С зовнішніх змін майже не зазнали. Всі спостереження за зміною зовнішніх ознак досліджуваних зразків проводили без використання оптичних приладів, що наближає експеримент до звичайних умов пересічного споживача.

Висновок. Беталаїни – доступні і перспективні речовини для використання у якості індикаторів. Альгінатна плівка з додаванням водного екстракту столового буряка – перспективний пакувальний матеріал для харчових продуктів, що накопичує і зберігає інформацію про дотримання температурного режиму зберігання продуктів.

13. Використання краун-етерів для визначення вмісту Плюмбуму у природних водах.

Олексій Мисюк, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Активна техногенна діяльність людини призводить до забруднення природних вод сполуками важких металів, в тому числі й Плюмбуму. Гранично ж допустима концентрація (ГДК) вмісту Плюмбуму в питній воді складає 10 мкг/дм³ (згідно вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10)

Матеріали і методи. Розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували титриметрично. Розчин трихлорацетатної кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст Pb²⁺ в водній та органічній фазах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі "Сатурн-3П-1" (полум'я пропан-бутан – повітря). Реєстрацію аналітичного сигналу вели за допомогою програмного забезпечення виробництва НВО "Семі" (м. Суми). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Для кількісної оцінки вмісту Плюмбуму в воді використовується ряд аналітичних методів. Досить експресним і чутливим методом визначення Pb є атомно-абсорбційна спектроскопія в полум'яному чи електротермічному варіантах. Однак пряме визначення Плюмбуму на рівні ГДК даним методом часто ускладнюється заважаючим впливом сторонніх йонів, що присутні в природних водах.

Метою даної роботи була розробка методики екстракційного селективного вилучення та одночасного концентрування Плюмбуму з природних вод у вигляді різнолігандного комплексу з 18-краун-6 та трихлорацетат-йонієм з послідовним атомно-абсорбційним визначенням.

Широкий інтервал рН вилучення комплексу Плюмбуму з 18-краун-6 та трихлорацетат-йонієм, найбільш високе, в порівнянні з комплексами других металів, значення константи екстракції, що забезпечує необхідну селективність вилучення та дозволяє сконцентрувати Плюмбум з великих об'ємів водної фази, дали можливість розробки методики екстракційно-атомно-абсорбційного визначення Плюмбуму в різних об'єктах, в тому числі і в воді. Методика заключалась в наступному. В ділительну лійку поміщають аликвотну частину (< 990 мл) досліджуваного розчину, що містить 5 – 200 мкг Pb²⁺, 10 мл 7 моль/л розчину трихлорацетатної кислоти, доводять об'єм водної фази до 1000 мл бідистильованою водою і екстрагують Плюмбум двома порціями 0,2 моль/л хлороформного розчину 18-краун-6 по 25 мл протягом 2 – 3 хв. кожною. Екстракти збирають, відганяють хлороформ до об'єму 10 мл, залишок переносять в мірну колбу ємністю 25 мл, доводять до мітки спиртом (метанол, етанол, ізопропанол) і визначають вміст Плюмбуму атомно-абсорбційним методом. Результати визначення Плюмбуму при його вмісті в воді 0,010 мкг/мл та 0,020 мкг/мл в присутності 200-кратного надлишку цілого ряду катіонів сторонніх металів підтвердили селективність та точність методики.

Висновки. Методика апробована нами на реальних об'єктах. Результати визначення вмісту Плюмбуму в природних водах, отримані за даною методикою, мали досить близькі значення з результатами отриманими традиційними методами ДСТУ.

14. Трихлорацетатні комплекси РЗЕ з краун-етерами та їх екстракція органічними розчинниками

Діана Терещук, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для рідкісноземельних елементів неможливо побудувати такі ряди вибірковості, які відомі для екстракційних систем краун-етер – катіон лужного або лужно-земельного металу. В випадку лантаноїдів ряд вибірковості залежить не лише від будови краун-етера, а й від природи розчинника та протийона.

Матеріали і методи. Хлороформні розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів рідкоземельних металів "х.ч." стандартизували комплексометрично Хлороформ очищали багатократною промивкою дистильованою водою. Розчин трихлороцтової кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Рівноважну концентрацію РЗЕ в органічній фазі після екстракції визначали спектрофотометричним методом з арсеназо III на спектрофотометрі СФ-18.

Результати. Порівняння екстракційної здатності краун-етерів відносно лантаноїдів в порівнянні з іншими катіонами металів ускладнено, оскільки константи екстракції відомі лише для пікратів РЗЕ в присутності деяких краун-етерів. Нам виявилось цікавим отримати дані про склад та константи екстракції трихлорацетатів лантаноїдів в присутності краун-етерів. В якості розчинника нами був вибраний хлороформ, для якого отримані значення констант екстракції для значної кількості трихлорацетатних комплексів.

Тризрядні катіони Лантану, Церію, Празеодиму і Неодиму в присутності краун-етерів 18-краун-6, 15-краун-5 і дициклогексил-18-краун-6 та трихлорацетату літію в різній мірі екстрагуються хлороформом. В присутності дибензо-18-краун-6 трихлорацетати РЗЕ в помітній мірі хлороформом не вилучаються. Склад екстрагованих комплексів визначено методом зміщення рівноваги. Комплекси містять одну молекулу краун-етеру та три трихлорацетат-йони. Таким чином, процес екстракції можна відобразити слідуючим рівнянням: $M^{3+}_{(в.)} + 3 CCl_3COO^{-}_{(в.)} + L_{(орг.)} \leftrightarrow ML(CCl_3COO)_{3(орг.)}$. Виходячи із даних методу зміщення рівноваги, нами розраховані концентраційні константи екстракції комплексів РЗЕ з краун-етерами та трихлорацетат-йонном. При розрахунках враховували, що введення в водну фазу трихлорацетату літію веде до зниження коефіцієнта розподілу краун-етера між хлороформом та водою в відповідності рівнянню Сеченова $lgD/P_o = k$ (для 18-краун-6 $k = -0,75$). Стійкість бінарних комплексів РЗЕ з 18-краун-6 в воді незначна, тому утворенням їх в умовах нашого експеримента можна знехтувати. Асоціація трихлороцтової кислоти з краун-етерами при $pH > 3$ також незначна. Вплив йонної сили на активність йонів РЗЕ та трихлорацетат-йонів враховували з допомогою рівняння Девіс.

Висновки. Із отриманих значень K_{ex} видно, що екстракційна здатність в трихлорацетатній системі на відміну від пікратної знижується в ряду 18-краун-6 > дициклогексил-18-краун-6 >> дибензо-18-краун-6 для 18-членних макроциклів, екстракція ж 15-членними макроциклами значно менш ефективна. В випадку РЗЕ вплив розчинника та протийона на екстракцію навіть більший, ніж розмір порожнини краун-етера.

15. Комплекси Плюмбуму з поліетерами та їх розподіл між водою і органічними розчинниками

Тетяна Потапко, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Комплексоутворення краун-етерів з металами зумовлено електростатичною йон- дипольною взаємодією катіонів металів з негативно зарядженими донорними атомами Оксигену, що упорядковано розміщені в поліетерному кільці. Досить ефективна та селективна сольватація краун-етерами спостерігається для катіонів лужних та лужноземельних металів.

Матеріали і методи. Розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували титриметрично. Розчин трихлорацетатної кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст металів в водній та органічній фазах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі "Сатурн-3П-1" (полум'я пропан-бутан – повітря). Реєстрацію аналітичного сигналу вели за допомогою програмного забезпечення виробництва НВО "Семі" (м. Суми). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Дослідження виділених в твердому вигляді комплексів показали, що при відповідності йонного діаметра катіона розміру порожнини краун-етера утворюється стійкий комплекс найбільш простого складу 1:1, в якому катіон металу знаходиться в порожнині краун-етера. Якщо діаметр катіона більший за розмір порожнини краун-етера, то утворюються менш стійкі комплекси, в яких катіон може бути розміщений поза площиною макроциклічного кільця, або ж утворюються комплекси сендвічевої структури з співвідношенням метал – краун-етер 1:2 чи 2:3. Навпаки, якщо діаметр катіона значно менший за діаметр порожнини краун-етера, то кільце макроцикла набуває такої просторової конфігурації, при якій кожен донорний атом Оксигену розміщується на найбільш близькій відстані від катіона. В деяких випадках при цьому утворюються комплекси з співвідношенням метал – краун-етер 2:1.

У випадку комплексів 18-членних краун-етерів з катіонами лужних металів спостерігається повна кореляція між величинами $\lg K_{ст}$ та величинами радіусів йонів – так, константи стійкості комплексів металів з 18-краун-6 та його похідними збільшуються при переході від Li^+ до Na^+ і K^+ , а далі зменшуються для Rb^+ і Cs^+ відповідно. Навпаки, така залежність для 15-членних краун-етерів не спостерігається, що можна пояснити значним впливом конкуренції між комплексоутворенням та гідратацією йона.

Для комплексів катіонів лужноземельних металів спостерігається залежність між $K_{ст}$ і відповідністю діаметра катіона розміру порожнини краун-кільця. Так, в випадку 18-членних краун-етерів найбільш високе значення $K_{ст}$ спостерігається для $Ba^{2+}(2,70\text{Å})$, а в випадку 15-членних – для $Sr^{2+}(2,26\text{Å})$.

Висновки. Розглянуто здатність до комплексоутворення ряду двозарядних катіонів лужних та лужноземельних металів в залежності від відповідності йонного діаметра катіона розміру порожнини краун-етера, а також від здатності до поляризації та гідратації відповідних йонів. Досліджено вплив природи розчинника на процес комплексоутворення.

16. Дослідження утворення люциферинових пігментів в живих організмах

Анжеліка Головенько, Інна Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Люциферини – клас світловипромінюючих біологічних пігментів, виявлених в живих організмах і здатних до біолоюмінесценції. Люциферини виступають субстратом для відповідних ферментів люциферази. В результаті хімічної реакції утворення оксілюциферину відбувається випромінення світлової енергії.

Матеріали та методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно хімічних реакцій утворення люциферину та його впливу на тваринні організми. Розглянуто процес регенерації люциферину в біолоюмінесценції світлячка за допомогою гідролізу, конденсації та хіральної інверсії.

Результати. Існує п'ять основних типів люциферинових пігментів: люциферин світлячка; бактеріальний люциферин, що складається з високомолекулярного альдегіду і відновленого рибофлавін-фосфату. Міститься у бактеріях, а також у деяких кальмарах і рибах; люциферин динофлагеллят – похідне хлорофілу. Саме він приводить до явища світіння (фосфоресценції) океану. Схожий люциферин знайдений у дрібних морських ракоподібних; варгулін – імідазолпіразин, виявлений у мушляподібних і деяких глибоководних риб; целентеразин виявлений у радіолярій, ктенофор, кнідарій, кальмарів, копепод, щетінкощелепних, креветок. Є світловипромінюючим компонентом білків екворіна і обеліна. Реакція, що каталізується люциферазою світлячка, протікає через початкове утворення проміжного продукту, пов'язаного з ферментом, люциферилпенілату. Хімічне походження кольорової модуляції в біолоюмінесценції світляків не було зрозумілим до недавнього часу. Наявність однієї і тієї ж молекули люциферину в поєднанні з різними мутованими формами люциферази може випромінювати світло різної довжини хвилі – від червоного до жовтого та зеленого. У люмінесцентних реакціях світло утворюється при окисненні люциферина. Загальний вигляд реакції, що відбувається:



Як правило, продуктом реакції є CO_2 . Без люциферази швидкість реакції між люциферином і киснем вкрай низька і каталізується люциферазою. У деяких випадках ферментативна реакція вимагає в якості кофактора кальцій або АТФ.

Реакція, що каталізується люциферазою світляків, проходить в дві стадії:

1. люциферин + АТФ \rightarrow люциферіладенілат + РРі
2. люциферіладенілат + $\text{O}_2 \rightarrow$ оксілюциферин + АМФ + світло

Світло виникає при переході оксілюциферину зі збудженого стану в основний. Процес можна пояснити тим, що при більш полярному мікрооточенні частина енергії розсіюється. Люциферази з різних світляків генерують біолоюмінесценцію з максимумами від 548 до 620 нм. В цілому енергетична ефективність реакції дуже висока, практично вся енергія реакції трансформується без виділення тепла.

Висновки. Енергія, що утворилася при окисненні, виділяється у вигляді фотонів – квантів електромагнітного випромінювання видимої частини спектра. Але без виділення тепла. Тому чим більша наявність люциферину в організмі, тим яскравіше світіння.

17. Дослідження застосування флавоноїду кверцетину при лікуванні коронавірусних захворювань

Софія Сташенко, Інна Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Кверцетин – природний флавоноїд, що застосовується для лікування хронічних захворювань та процесів старіння у людей. Доведено його протівірусні властивості, а саме – здатність кверцетину в комбінації з вітамінами С і D чинити синергетичну протівірусну дію.

Матеріали та методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно впливу кверцетину на організм людини. При дослідженнях *silico* та *in vitro* було продемонстровано, що кверцетин може впливати на різні стадії вступу та реплікації коронавірусу, такі як PLpro (папаїноподібної протеази), 3CLpro (3С-подібної протеази) та NTPase / helicase.

Результати. Флавоноїди є широко поширеними в природі фенольними речовинами рослинного походження. Фізико-хімічною основою біологічної дії флавоноїдів на організм є його антиоксидантна активність, здатність захищати організм від окислювального стресу. Серед різних поліфенольних природних продуктів кверцетин є одним з найпотужніших інгібіторів nIrf3-опосередкованої інфламасомою продукції IL-1 β , зазвичай діючих більш ніж на один елемент залучених шляхів. Епідеміологічні дослідження показали тісний зв'язок між споживанням багатих на флавоноїди продуктів харчування та зниженням частоти різних хронічних вікових захворювань. Існує величезна кількість літератури, що підтверджує протівірусні властивості кверцетину, як в експериментах *in vitro*, так і *in vivo*. Дослідження *in vivo* показали, що пероральне застосування кверцетину виявляло сприятливий ефект у імунокомпетентних мишей, інфікованих вірусом Менго. Також був виявлений протівірусний ефект на кількох представниках родини *Coronaviridae*. Було виявлено, що кверцетин краще зв'язується з білком *Spike*, *ACE2*, *RdRp* та *PLpro*, що вказує на хороший потенціал проти *SARS-CoV-2*. Він також модулює клітинну розгорнуту реакцію білка (UPR). Оскільки коронавіруси можуть використовувати UPR для завершення всього свого циклу реплікації, кверцетин може мати антикоронавірусні ефекти завдяки модуляції цього шляху. Коронавірус сприйнятливий до інгібуючої дії цинку, який може перешкоджати потраплянню вірусу в клітини і, як видається, зменшує вірулентність коронавірусу. Кверцетин також функціонує як іонофор цинку, що сприяє транспортуванню цинку через ліпідні мембрани, блокує активність MERS-CoV 3CLpro - найважливішого ферменту для реплікації коронавірусу.

Висновки. Оскільки кверцетин може інгібувати ферменти коронавірусу, які є важливими для реплікації вірусу та зараження, він надає можливість для розроблення протівірусних методів терапії для інгібування вірусних протеаз. Таким чином можна теоретично припустити, що він може бути терапевтичним інструментом для лікування COVID-19, як окремо, так і в поєднанні з іншими або протівірусними препаратами.

Література.

1. Abian O, Ortega-Alarcon D, Jimenez-Alesanco A. et al. Structural stability of SARS-CoV-2 3CLpro and identification of quercetin as an inhibitor by experimental screening. *International Journal of Biological Macromolecules* **2020**; 164:1693-703.

18. Проблема непереносимості лактози у людини

Вікторія Коновалова, Анатолій Салюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Натуральні молочні продукти мають унікальні корисні властивості, внаслідок вмісту життєво важливих макро- та мікронутрієнтів. Однак, в їх складі міститься важко-засвоювана лактоза, яка може бути причиною розладів травлення.

Матеріали та методи. Для дослідження проблеми був проведений аналіз наукових літературних джерел.

Результати. Лактоза (β -галактоза-1,4 глюкоза) – основний дисахарид в молоці людини і інших ссавців. Вважається, що лактоза є більшою мірою структурним вуглеводом, тоді як інші – енергетичними. Особливість лактози є повільне всмоктування стінками шлунку і кишечника, що пояснюється її поганою гідролізованістю.

Непереносимість лактози – клінічний синдром, при якому організм не здатний переварити і засвоювати лактозу, що проявляється абдомінальним болем, здуттям живота, метеоризмом, флатуленцією та діареєю. Люди з гіполактазією не можуть засвоювати значну кількість лактози через генетично недостатню кількість ферменту лактази. Більшість людей до 20 років набувають певний ступінь непереносимості лактози. Причинами лактозної непереносимості можуть бути індивідуальні особливості організму або спадкові ознаки.

Зазвичай, вирішити проблему гіполактазії можливо шляхом повного виключення молока з харчування, проте знайти молоку заміну для грудних дітей надзвичайно складно, так як воно є природним і найбільш повноцінним продуктом. Цю проблему можна вирішити видаленням лактози з молока фізичними методами (хроматографічний, метод ультрафільтрації тощо), однак разом з лактозою в процесі обробки виводяться вітаміни і мінеральні речовини, які на наступних етапах повинні знову додаватися. Вирішенням даної проблеми є здійснення попереднього гідролізу такої продукції за допомогою ферментних препаратів.

На цей час промисловим способом можуть бути отримані молочні продукти, в яких лактоза підлягає повному або частковому ферментативному гідролізу. Найбільш перспективними, з точки зору технологічності процесу та якості лактозних гідролізатів, є ферментативні способи її гідролізу розчинними іммобілізованими β -галактозидазами.

Безлактозне молоко – це звичайне натуральне молоко, лише без лактози. У такому напої лактоза розділена на глюкозу та галактозу, що позитивно діє на засвоєння молочного продукту. При цьому молоко зберігає свій смак, всі корисні властивості і залишається достатньо безпечним для здоров'я. Безлактозні продукти містять життєво важливі харчові макро та мікронутрієнти, які добре впливають на організм людини в цілому.

Висновок. Гіполактазія є одним з поширених шлунково-кишкових порушень. Рішенням проблеми непереносимості лактози є виключення з раціону продуктів, що містять лактозу, або використання безлактозної продукції.

Література

1. С.Л. Няньковський, О.С. Няньковська, Г.М. Троцький, Н.В. Камуть. *Здоров'я дитини*. 2019. – С.171-176

19. Пріони – особливий клас інфекційних агентів

Ірина Ревіна, Анатолій Салюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У другій половині ХХ століття лікарі зіткнулися із незвичайним захворюванням людини – поступовим прогресуючим руйнуванням головного мозку, що відбувається у результаті загибелі нервових клітин. Схожі симптоми були відомі давно, але вони спостерігалися не в людини, а у тварин (скрепі овець), і довгий час між ними не знаходили достатнього обґрунтованого зв'язку. Захворювання пов'язують із використанням «пріонізованого» кісткового борошна в кормах і преміксах, що було виготовлено із туш полеглих або хворих тварин, які можливо, не мали явних ознак захворювання. Шляхи перенесення фактора, що спричиняє хворобу, механізми проникнення пріонів в організм і патогенез захворювання вивчені поки недостатньо.

Матеріали та методи. У дослідженні теми була використаний аналіз наукової літератури.

Результати. Пріони особливий клас інфекційних агентів, чисто білкових речовин, що викликають тяжкі захворювання центральної нервової системи в людей та ряду тварин, які відрізняються від звичайних білків також і характерною просторовою конформацією. Пріонний білок має аномальну тривимірну структуру і здатний прямо каталізувати структурне перетворення ГОМОЛОГІЧНОГО йому нормального клітинного білка в собі подібний (пріоновий), приєднуючись до білка-мішені та змінюючи його конформацію. Як правило, пріонний стан білка характеризується переходом α -спіралей білка в β -складчаті структури. У ході досліджень мозкових тканин померлих від пріонних інфекцій тварин було показано, що пріони не містять нуклеїнових кислот, а являють собою чисті білки побудовані лише з амінокислот. До кінця механізм спонтанного виникнення пріонних інфекцій не з'ясований. Перебіг хвороби і поширення пріонів по організму залежить від типу пріону. Пріони відрізняються складом амінокислот, характерних для даного виду.

Пріонна форма білка надзвичайно стабільна і здатна накопичуватися в пошкоджених тканинах й викликати їх загибель. Стабільність такої форми пояснюється високою резистентністю до дії протеолітичних ферментів. Пріони вистоять кип'ятіння протягом 30-60 хв. У висушеному виді зберігаються до двох років, у замороженому— протягом 10 років. Вони стійкі до дії спирту, формальдегіду, кислот та ультрафіолетового опромінення.

Висновок. Пріони – це інфекційні агенти, що складаються з білків і не містять нуклеїнових кислот. Викликають важкі захворювання центральної нервової системи у тварин і людини.

Література

1. О. Сукманський. Пріони і проблема життя на Землі. *Вісн. НАН України*. 2008. – N 2. – С. 46-50.

20. Перспективи біогазу в світі

Усенко Станіслав, Шаповалов Євгеній, Тарасенко Роман, Салюк Анатолій
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Довготривале використання викопних видів палива і вплив парникових газів на навколишнє середовище поклало початок дослідженням з виробництва альтернативних видів палива з біоресурсів. Біогаз – легкозаймистий комплекс газів, що утворюється під час ферментації органічних речовин, таких як відходи тваринництва, побутові відходи та промислові стоки.

Матеріали і методи. Для дослідження поширення використання біогазу в світі був проведений детальний огляд літератури.

Результати. Порівняно з викопними видами палива технологія анаеробної ферментації може скоротити викиди парникових газів. Крім того, побічний продукт, цієї технології, що отримав назву «дегістат», є високоцінним добривом для вирощування сільськогосподарських культур і може замінити звичайні мінеральні добрива. Технологія виробництва біогазу широко використовується в Європі протягом декількох десятиліть, і виробництво біогазу зросло приблизно з $9,298 \cdot 10^9$ л в 2009 році до $1,6548 \cdot 10^{10}$ л в 2016 році [1]. Європа докладає значних зусиль щодо стимулювання виробництва палива з біомаси і біовідходів шляхом коригування податкових пільг і створенням програм досліджень в області біогазу. За даними European Biogas Association (EBA), Німеччина є провідним виробником біогазу в Європі, на даний час там працює понад 8000 біогазових установок, а кількість виробленого біогазу відповідає приблизній сумарній потужності електростанції в 4 ТВт*год [2]. Багато європейських країн створили сприятливі умови для виробництва електроенергії з біогазу. Примітно, що обсяг сільськогосподарської біомаси, доступної для анаеробної ферментації, досягає в Європі $1,5 \cdot 10^9$ т.

Сполучені Штати, Китай та Індія також роблять значний внесок в розвиток альтернативних технологій для виробництва біогазу з целюлози. Хоча біогаз, виготовлений з відходів, є багатообіцяючою заміною природного газу, його кількість є досить невеликою порівняно з потребою населення. Необхідність стійкого використання відходів у глобальному масштабі призвела до виникнення інтересу до вивчення альтернативних видів палива на основі агровідходів і біовідходів. Найбільш типовими видами відходів, що використовуються в ЄС є: гній, муніципальні тверді відходи, а також харчові відходи. Склад і вихід біогазу залежать від типу сировини і субстрату. Щоб уникнути технологічних збоїв необхідна попередня обробка сировини, зокрема за рахунок хімічних, термічних, механічних процесів.

Висновок. Очікується, що інвестиції в технології анаеробної ферментації будуть успішними завдяки низькій вартості субстрату і широкому спектру застосування біогазу (тобто для опалення, електропостачання). Поточні дослідницькі ініціативи спрямовані на поліпшення контролю анаеробної ферментації та її ефективності. Мікробна активність під час анаеробної ферментації є вирішальним параметром для стабільності процесу і виходу біогазу і, таким чином, вимагає подальшого вивчення.

Література

1. Deng, L., Liu, Y., Wang, W., et al. Biogas Plant. Biogas Technology. 2020. С. 109–156.
2. Geletukha, G., Kucheruk, P., Matveev, Y., та ін. Development of Biogas Technologies in Ukraine and Germany : Regulatory and Legal Framework , Status and Prospects. 2013. С. 75.

21. Профілактика виникнення хворобливих станів, пов'язаних з вживанням продуктів, багатих на гістамін

Веберова Анна, Майборода Олена

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гістамін — біогенний амін, який грає провідну роль у виникненні алергічних реакцій та є нейромедіатором ЦНС. Дефіцит або недостатність активності ферменту діаміноксидази (ДАО), який інактивує гістамін, що потрапляє у організм з їжею, може спричинити важкі хворобливі стани.

Матеріали та методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно доцільності визначення вмісту гістаміну в готових продуктах.

Результати. Визначення кількості ферменту діаміноксидази (далі ДАО) дозволяє діагностувати непереносимість гістаміну, яка викликає багато симптомів, що впливають на загальний стан здоров'я. Дефіцит або недостатня активність ферменту являє собою один з видів ентеропатій. Вони можуть бути пов'язані з порушенням роботи кишківника (запальні процеси, порушення бар'єрних функцій) та недостатністю в організмі вітаміну В6, який є кофактором ДАО. Часто навіть профільні лікарі ці порушення стану здоров'я не пов'язують з вживанням продуктів, багатих на гістамін. Найчастіші прояви – головні болі (мігрені), підвищення температури, прилив крові до обличчя, пітливість, болі в животі, нудота, запаморочення, порушення сну, дратівливість, підвищена втомлюваність і т. д.

Тому для людей з непереносимістю гістаміну ключовим є дотримання спеціальної дієти. Уникнення у харчуванні продуктів з гістамінним навантаженням дозволить людині повністю відновити нормальний стан здоров'я. Наш час характеризується бурхливим розвитком харчової промисловості – у виробництві готової харчової продукції дуже активно використовуються харчові добавки, а саме: барвники, підсилювачі смаку та консерванти, які, у свою чергу, також впливають на стан загального здоров'я. Зазвичай вони вказуються у маркуванні. Між тим, для людей, схильних до непереносимості гістаміну, для легкого моніторингу з метою виключення продуктів, багатих на гістамін (таких як: квашена капуста, соя, какао, помідори тощо) або таких, що підсилюють виробку гістаміну (полуниця, шоколад, кава, банани та ін.), було б доцільно вказувати при маркуванні харчової цінності, окрім можливих алергенів, вміст гістаміну.

Висновки. Визначення ферменту діаміноксидази дозволить людям, чутливим до гістаміну або з непереносимістю його слідкувати за харчуванням за допомогою спеціальних маркувань на продуктах з підвищеним вмістом гістаміну.

Література

1. Радченко О. М. Гістамін як життєво важливий універсальний регулятор / О. М. Радченко // *Раціональна Фармакотерапія*. 2017. – №4. – С. 5–7.

22. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР): суть та сфери застосування

Козачок Денис, Майборода Олена

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метод ПЛР застосовується для виявлення збудників різних інфекційних захворювань у рослин, тварин, людини, що є надзвичайно актуальним і важливим наразі з огляду на епідеміологічну ситуацію в світі.

Матеріали та методи. Під час підготовки були проаналізовані вітчизняні та закордонні літературні джерела щодо застосування ПЛР.

Результати та обговорення. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) – це метод молекулярної біохімії, що заснований на селективному розмноженні (ампліфікуванні) певної ділянки нуклеїнової кислоти *in vitro*, за рахунок ферментних систем термофільних прокариот та вільних складових нуклеїнових кислот (НК) – нуклеотидів.

ПЛР проходить в реакційній суміші, яка складається з біоматеріалу, праймерів, дезоксирибонуклеозидфосфатів, термостабільних ДНК-полімераз, іонів магнію та буферного розчину. ПЛР проходить в ампліфікаторі, куди потрапляє реакційна суміш після приготування.

ПЛР складається з 20 – 35 циклів, кожен з яких проходить в 3 стадії: денатурація, відпал та елонгація. Під час денатурації реакційну суміш нагрівають до 95 °С та підтримують температуру протягом ≈ 75 с., щоб зруйнувати водневі зв'язки між ланцюгами ДНК. Після денатурації температуру знижують до 68 °С. Відпал – це стадія, під час якої праймери комплементарно з'єднуються з межами ділянки ампліфікованої ДНК. Тривалість цієї стадії ≈ 30 с. Після відпалу праймерів та подальшого підвищення температури до 72 °С починається елонгація, під час якої ДНК-полімераза зв'язується з одним із праймерів, тим самим починаючи реплікувати ДНК. Тривалість цієї стадії залежить напряму від того, наскільки довгий ланцюг у ділянки ДНК, яку ампліфікують.

Зворотнотранскриптазна ПЛР відрізняється від ПЛР тим, що має підготовчу стадію перед денатурацією першого циклу – стадію зворотної транскрипції, під час якої переноситься інформація з РНК-матриці на ДНК, після чого стадії та цикли такі самі, як і в звичайної ПЛР. [1].

ПЛР отримала широке розповсюдження та застосування в таких галузях як: клонування генів, порівняння генетичних відбитків пальців в криміналістиці, діагностика мікробних інфекцій, мутагенез в генетиці для дослідження природної та індукованої мінливості.

Висновки. Наразі ПЛР має надзвичайно велике наукове та прикладне значення, тому що за рахунок цього методу були проведені масштабні дослідження в області генетики, та створені надзвичайно точні методи діагностичної медицини. ПЛР після свого створення отримала широке розповсюдження та застосування в науковому товаристві та медицині, а саме в таких галузях, як: криміналістика, медична діагностика, еволюціоністика, генетика тощо.

Література

1. Зорина В.В. Основы полимеразной цепной реакции. – М. – ООО "ДНК-Технология". – 2019. – 151 с.

23. Забруднення продуктів харчування мікотоксинами.

Вікторія Коновалова, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні значна увага приділяється питанням безпечності та якості продуктів харчування. Одними з найбільш небезпечних для здоров'я людини забруднювачів практично всіх видів сільсько-господарської продукції у світі є мікотоксини.

Матеріали та методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури.

Результати. Мікотоксини – це вторинні метаболіти мікроскопічних пліснявих грибів, що володіють вираженими токсичними властивостями. Мікотоксини становлять небезпеку для людини на всіх етапах харчового ланцюжка і можуть заражати як продукти рослинного походження, так і продукти тваринного походження. Небезпека полягає в тому, що мікотоксини не легко визначити у готових харчових продуктах, вони не змінюють їх колір, запах. Токсини дуже швидко всмоктуються в організмі.

Науковцями встановлено, що мікотоксини можуть міститися у продуктах харчування у високих концентраціях і викликати різні захворювання людей, інколи і з летальними наслідками. Вважають, що причиною виникнення деяких форм раку є потрапляння їх з їжею в організм людини. Незважаючи на те, що знання в галузі вивчення мікотоксинів плісневих грибів як в Україні, так і у всьому світі розширилися, проблема залишається актуальною.

З продуктів харчування і кормів виділено приблизно 30000 видів пліснявих грибів, з яких більше 250 видів здатні виробляти небезпечні токсини. Забруднення мікотоксинами харчової продукції зростає і є серйозною загрозою для безпеки.

У країнах Європи мікотоксини виявляють у горіхах, сухих плодах, зернових і м'ясних продуктах, молоці. Найбільш схильні до виявлення мікотоксинів є продукти рослинного походження. Джерелом надходження мікотоксинів в організм людини є також запліснявілі продукти.

Причини утворення плісневими грибами мікотоксинів до кінця не з'ясовані. Відомо, що вони необхідні плісневим грибам для поліпшення життєдіяльності росту та розвитку. За хімічною будовою це ароматичні поліциклічні сполуки.

Найбільшу небезпеку становлять токсини грибів фузаріум, аспергіл і пеніцил.

Мікотоксини є стійкими до впливу хімічних і фізичних чинників. Засоби технологічної та кулінарної обробки лише частково зменшують їх вміст у харчових продуктах. Висока температура (вище 200 °С), заморожування, висушування, опромінення радіоактивними та ультрафіолетовими променями є малоефективними. Існуючі способи знезараження забрудненої мікотоксинами продукції складні як у методичному, так і в технологічному аспекті. Профілактика із застосуванням сорбентів і лікування токсикозу дорого і не завжди ефективні.

Ризики для здоров'я людини і тварин залежать від хімічної структури мікотоксину.

Висновок. Отже нами показано небезпеку наявності мікотоксинів в продуктах харчування.

24. Харчування та Харчова піраміда

Діана Прибора, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ключ до правильного харчування насправді полягає в забезпеченні нормального обміну речовин та балансу життєвих елементів, таких як Карбон та Нітроген. Тому існують посібники із харчової піраміди, які покликані збалансувати щоденний раціон людини [1, 2].

Матеріали та методи. В роботі використано офіційні літературні джерела з приводу організації оптимального харчування людини.

Результати. Піраміда харчування або харчова піраміда – схематичне зображення принципів здорового харчування, розроблених дієтологами.

Перша харчова піраміда була розроблена Гарвардською школою суспільного здоров'я. Саме вона лягла в основу Гарвардської піраміди здорового харчування, яка була схвалена і опублікована Міністерством сільського господарства США в 1992 році [1]. На верхівці піраміди знаходились жири, олія та солодощі, нагадуючи людям, що потрібно менше вживати такої їжі. В основі піраміди знаходились вуглеводи, зокрема такі як хліб та макарони. Між основою піраміди і вершиною знаходились овочі та фрукти, трохи вище – молочні та м'ясні продукти. У 2005 році Міністерство сільського господарства США (USDA) оновило дієтичні рекомендації для американців з метою розширити існуючий єдиний варіант на 12 харчових пірамід. Ця харчова піраміда отримала назву *My Pyramid/Моя Піраміда*. Харчова піраміда My Pyramid у 2007 р. отримала статус державної програми і переглядається кожні 5 років.

My Pyramid являє собою 6 вертикальних сегментів різних кольорів, які визначають 6 основних груп продуктів, що розширюються до низу. Ширина сегмента визначає необхідну кількість продукту (чим він ширший, тим більша кількість необхідна). З лівого краю зображена людина, що біжить по сходах – символ важливості фізичного навантаження.

Однак на даний час потрібно проводити додаткові дослідження для модернізації дієтичного протоколу MyPyramid з метою зменшення ризику захворювань та смертність, пов'язаних із харчуванням.

Висновок. Нами показані історичні аспекти розвитку Піраміди харчування, її значення та зазначено необхідність в її розвитку.

Література

1. U.S. Department of Agriculture. 1992. The Food Guide Pyramid. Home and Garden Bulletin 252.
2. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1996. 1994 Continuing Survey of Food Intakes by Individuals and 1994 Diet and Health Knowledge Survey. CD-ROM, NTIS accession number PB96-501010.
3. U.S. Government Printing Office. Dietary guidelines for Americans 2005 [pdf file]. Available at: https://nutrition.fiu.edu/DRI_and_DGs/Part1.pdf. Accessed February 1, 2021.

25. Сучасні тренди в електрохімії: літій-йонні акумулятори

Владислава Кузінська, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вирішення проблеми енергозабезпечення людства стає наразі однією із найбільш актуальних. Ключовими елементами енергозабезпечення в довготривалій перспективі повинна стати сонячна енергетика та використання акумуляторів. В цьому сенсі великий інтерес викликають літій-йонні акумулятори, які мають неперевершену комбінацію високої енергії та потужності, що робить їх незамінними для портативної електроніки, електроінструментів та електромобілів [1].

Матеріали та методи. Літій-йонні акумулятори, які наразі використовуються, прийнято класифікувати за типом катоду (інколи аноду) та електролітом. Найбільш поширеним у переносній електроніці є акумулятори з катодом на основі кобальт оксиду (LiCoO_2). Виокремлюють також літій-ферум-фосфатні (LiFePO_4), літій-манган-оксидні (LiMn_2O_4 , Li_2MnO_3 або літій-манганові акумулятори LMO) та літій-нікель-манган-кобальт-оксидні (LiNiMnCoO_2 чи NMC), літій-нікель-кобальт-алюміній-оксидні (LiNiCoAlO_2 або NCA) та літій-титанатові ($\text{Li}_4\text{T}_i_4\text{O}_{12}$ чи LTO) акумулятори (назва останнього за анодом). Щодо електроліту, то наразі найчастіше використовуються акумулятори з органічними рідинним чи полімерним електролітом.

Результати. В дослідженні приведена характеристика хімічних процесів та конструктивні особливості різних типів акумуляторів на основі літію, вказані переваги та недоліки кожного виду, схарактеризовані області їх використання. Відмічається, що акумулятори з катодом на основі кобальт оксиду, характеризуються високою енергетичною густиною, але мають недолік з точки зору безпеки експлуатації, особливо при пошкодженні. Літій-ферум-фосфатні, LMO та NMC акумулятори пропонують нижчі рівні енергетичної густини, але мають довший життєвий цикл та безпечніші з хімічної точки зору. Такі акумулятори широко застосовуються в електроінструментах, медичному обладнанні та ін. NMC, зокрема, є лідером за використанням в автомобільній промисловості. Щодо електролітів, то недоліком акумуляторів з органічними рідинним чи полімерним електролітом є можливе проростання дендритів від катоду до аноду, що призводить до повної зупинки акумулятора, який стає ще й небезпечним. Ще одним недоліком є обмежений інтервал робочих температур. Тому сучасні наукові дослідження направлені, на пошук можливостей заміни органічного електроліту на твердотільний, що дозволить значно підвищити безпеку для навколишнього середовища та розширить температурний діапазон використання таких акумуляторів. Потребує рішення і так звана «літєва криза», пов'язана з видобутком літію та проблема утилізації використаних акумуляторів.

Висновок. Останні десятиліття стали захоплюючим часом для пошуку та досліджень у галузі матеріалів для електродів літій-йонних акумуляторів. Літій-йонні акумулятори, безсумнівно, матимуть все більший вплив на наше життя в найближчі роки. Водночас найшвидшого вирішення потребують екологічні проблеми, пов'язані із видобутком сировини та переробкою використаних акумуляторів.

Література

1. Naoki Nitta, Feixiang Wu, Jung Tae Lee, Gleb Yushin. Li-ion battery materials: present and future. *Materials Today*. 2015, 18, (5), 252-264.

26. Дослідження доцільності використання плодів гранату як антиоксиданту природного походження для зміцнення імунітету людини

Аліна Савченко, Наталія Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Можна відзначити, що у непростий для організму зимово-весняний період та під час спалаху нової коронавірусної інфекції COVID-19 багатьом довелось вирішувати питання зміцнення імунітету свого організму. Небайдужі до свого здоров'я люди обов'язково звернуть увагу на гарні та неймовірно корисні плоди гранату. Гранатовий сік виявляє сильний протівірусний і протизапальний ефект завдяки багатому хімічному складу.

Матеріали та методи. В тезах використовувався контент-аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел. Для вивчення поліфенольних сполук використовували кольорові реакції ідентифікації на дубильні речовини.

Результати. Гранат - справжнє джерело корисних речовин. Це не просто фрукт, а справжня "вітамінно-мінеральна бомба". За вмістом вітамінів, мікроелементів і біологічно активних речовин йому немає рівних. Це справжнє джерело мінеральних речовин (йод, кальцій, залізо, магній, калій, марганець, фосфор, мідь, хром, сірка) вітамінів (А, В₁, В₆, В₁₂, В₂, С, Е, Р). Він містить 15 амінокислот (у тому числі 5 незамінних). 100 г гранату містять більше 30% добової потреби у вітаміні С. Проте не можливо пояснити лікувальні властивості гранату високим вмістом тої чи іншої корисної для організму речовини. Завдяки унікально гармонійному співвідношенню складових та їх комплексній позитивній дії гранат активізує імунну систему організму, захищаючи його від вірусів. Щоб зміцнити свій імунітет, вважається, достатньо з'їсти щодня четвертину одного гранату.

Гранатовий сік містить більше антиоксидантів, ніж зелений чай, червоне вино, виноградний сік. Найбільшу цінність серед них мають флавоноїди (антоціан, кверцетин) та поліфеноли (пунікалагін, елаготанін) і пунікова (або гранатова) кислота). Гранат цінний своїми поліфенолами-антиоксидантами, які відіграють роль природного щита для наших клітин, захищаючи їх від пошкоджень і хронічного запалення. Саме вони надають яскравого рубінового відтінку зернам гранату. Пунікалагін – найпотужніший антиоксидант. Взагалі його можна знайти лише в одному фрукті – гранаті. Вчені змогли встановити, що чистий гранатовий сік містить 3-4% пунікалагіну. Більша кількість цінної речовини міститься саме у шкірці гранату. Цей сильний антиоксидант здатний сповільнювати процес розвитку ракових пухлин і запустити механізм самознищення ракових клітин. .

Висновок. Порівняно із синтетичними антиоксидантами природні викликають великий інтерес завдяки безпечності та натуральності. Гранат дійсно корисний фрукт. Знаючи про його корисні властивості, необхідно зробити гранат більш частим гостем на нашому столі – це ідеальне джерело важливих для організму речовин, запорука гарного імунітету особливо в холодну пору року.

28. Меламіновмісний фальсифікат – отрута у вільному продажі.

Євгеній Зварич, Наталія Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблема якості та безпечності продуктів харчування стоїть гостро в усіх країнах світу. Продукція на полицях наших магазинів, базарів часто викликає особливу небезпеку. Фальсифікація харчових продуктів – явище доволі не нове. Боротися з цим явищем можливо і необхідно. Для цього важливо, щоб споживач розумів і знав, яка небезпека для його здоров'я криється у фальсифікованій продукції.

Матеріали та методи. В тезах використовувався контент-аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел.

Результати. Слово фальсифікат ми чуємо мало не щодня. Воно походить від латинського «*falsifiko*», що означає «підробка». За визначенням, фальсифікація – це дії, що спрямовані на зниження якості, погіршення споживчих властивостей.

Ще у Древньому Римі більше 2000 років тому існували закони, які встановлювали покарання за підробку вина. Протягом сотен і тисяч років фальсифікація була проблемою для людства. Останнім часом фальсифікація продуктів харчування досягла неймовірних масштабів.

Молоко містить багато корисних для організму людини речовин. Проте, молоко і молокопродукти також навчилися фальсифікувати. У вересні 2008 року весь світ дізнався про гучний скандал, пов'язаний з отруєнням дітей, які вживали молочні суміші, заморожені йогурти, виготовлені із забрудненого меламіном молока. Важливо знати, що у шлунку людини відсутній фермент, який здатний переробити меламін. *Меламінова фальсифікація - це світова проблема.*

Меламін (1,3,5-триазин-2,4,6-триамін) – амінопохідна симетричного триазину, тример цианаміду або триамід цианурової кислоти. Однак, низька ціна та високий вміст Нітрогену в молекулі меламіну, призвели до того, що недобросовісні виробники намагаються додавати його до продуктів харчування, у тому числі і до молочних продуктів. Меламін, або так званий порошковий протеїн, створює враження високої поживності харчових продуктів. Меламін і цианурова кислота окремо не є токсичними, але у поєднанні вони можуть утворювати через водневі зв'язки меламіноцианурат – гострі кристали, що можуть викликати руйнування внутрішніх органів і навіть смерть.

Іншими шляхами надходження меламіну до харчових продуктів може бути упаковка, виготовлена з меламінформальдегідних смол. Деякий час тому медики вже намагались вести боротьбу з меламіном. Вони проводили роз'яснювальну роботу щодо небезпечності використання так званого «меламінового» посуду: білі одноразові тарілки, ложки, чашки, судки, розписані красивими візерунками. Доведено, що при взаємодії з їжею меламіновий посуд виділяє формальдегід, який виявляє токсичну, алергічну, мутагенну та канцерогенну дію. Цей посуд заборонений у багатьох країнах, проте, він досі присутній на українському ринку.

Висновок. Способів фальсифікації та реалізації неякісних товарів, на жаль, дуже багато. Тому, обираючи продукти харчування, українці повинні бути уважними і користуватись правдивою (не лише рекламною) інформацією, щоб не стати жертвою нечесних виробників.

29. Дослідження впливу оптичної ізомерії на фармакологічну активність лікарських речовин

Олена Зюзько, Вікторія Коновалова

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день встановлено, що хіральність речовин має критичне значення у розробці лікарських засобів, оскільки енантіомери можуть мати діаметрально протилежні біологічні, фармакологічні і токсикологічні властивості.

Матеріали та методи. У дослідженні використано аналіз та узагальнення інформації з сучасної наукової літератури.

Результати. Значна кількість лікарських препаратів існує у вигляді двох або кількох просторових ізомерів, проте, фармакологічна активність рацемічних лікарських препаратів зазвичай пов'язана з дією лише одного енантіомера (наприклад, морфін). Наявність інших оптичних ізомерів може знижувати біологічну активність препарату, змінювати її напрям тощо. Відомі приклади використання в терапевтичній практиці рацемічних препаратів, що призвели до трагічних випадків внаслідок патогенного впливу на організм людини одного з енантіомерів (Галідомід, 60-ті роки минулого століття, тератогенний вплив). Можливі варіанти, коли обидва енантіомери характеризуються корисними терапевтичними властивостями, що доповнюють одна одну. Так, β -блокатор Небіволол, є рацемічним препаратом, правообертальний ізомер якого забезпечує β -адреноблокувальну дію, в той же час, лівообертальний стимулює синтез NO ендотеліальними клітинами.

Прикладом препарату, який застосовується у чистому вигляді є S-амлодипін (засіб для зниження артеріального тиску). Використання цього лікарського засобу в оптично чистій формі дозволило значно знизити терапевтичну дозу та зменшити прояв побічних ефектів (1,39 % порівняно з 9-32% у рацемічного препарату).

На світовому фармацевтичному ринку синтетичні лікарські речовини переважають у вигляді рацемічних сумішей, оскільки поділ їх на окремі ізомери є технологічно складним завданням. Більшість оптично чистих лікарських засобів добувається з природних джерел або ж за допомогою засобів біотехнології (алкалоїди, антибіотики, гормони тощо).

Новий поштовх розвитку «хірального напрямку» клінічній медицині надала технологія каталітичного асиметричного синтезу, яку розробили У. Нойлес, Р. Нойорі та Б. Шарплесс, лауреати Нобелівської премії з хімії в 2001 г. Це відкриття має найважливіше значення для медицини, оскільки відкриває шлях до принципово нових технологій синтезу хоральних речовин.

Висновок. Лише 15% синтетичних препаратів, які перебувають на європейських ринках, існують у вигляді окремих стереоізомерів, інші 85% є рацематами. В той же час хіральні чисті речовини володіють кращими фармакологічними та терапевтичними властивостями, такі лікарські препарати використовують у менших дозах, мають менше побічних ефектів. Завдяки дослідженням У. Нойлес, Р. Нойорі, Б. Шарплесса ми маємо можливість отримати оптично чисті лікарські речовини.

Література

1. Воронков Л.Г. Клиническое использование хиральных молекул как новое направление в кардиоваскулярной фармакотерапии // *Здоров'я України*. 2007. – № 21 – С. 31-32.

17.2.

Chemical technology

Chairperson – associate professor Olena Podobiy

Secretary – associate professor Tetiana Boichuk

17.2.

Хімічна технологія

Голова – доцент Олена Подобій

Секретар – доцент Тетяна Бойчук

1. Determination of dextrin by chromatographic method

Viktoriia Myrhorodska, Tatyana Avdienko, Nikolai Nikolenko
Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Introduction. Additives that regulate the consistency of products have been widely used in the modern cosmetic, pharmaceutical and food industries. One of the representatives of such additives is dextrin (E1400).

Materials and methods. Material for the experiment is chosen potato and corn starches and their modified samples. In order to investigate the properties of various types of starches, thin-layer chromatography was used.

Results. Starch is a polymer of glucose, which is formed in plants and is their main reserve carbohydrate. Starch consists of two parts: amylose and amylopectin. Amylose is a long unbranched chain. The molecular weight of amylose, depending on the origin of starch, ranges from 10^5 to 10^6 . And amylopectin, in contrast to amylose, consists of many short and branched polyglucoside chains. Depending on the origin of the starch, the molecular weight of amylopectin ranges from 10^7 to 10^8 . That is, starch has a moving and immovable part. Therefore, it is possible to use chromatographic analysis, namely thin layer chromatography, to study the obtained starch samples. This analysis will determine the qualitative changes in the structure of the granule after changes in the properties of native starch and obtaining a new type of starch.

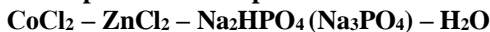
As a result of the modification process, yellowish-white acid dextrin samples were obtained. Varieties of dextrans are determined not only by color after drying, but also by color as a result of interaction with iodine. Namely, during the hydrolysis of starch in the acid, amylopectin is formed first, then erythropectin, achropectin and the last stage is maltodextrin. As dextrans are formed, their solubility in cold water increases and the iodine reaction is lost. The obtained samples in reaction with iodine give a blue color corresponding to amylopectin.

Thin layer chromatography was chosen to study the changes in the properties of native starch after modification. A drop of the mixture is applied to a thin plate covered with a sorbent. The lower edge of the plate is immersed in the eluent. Due to capillary forces begins the movement of liquid on the plate, the analysis of which allows to determine the composition of the mixture. With proper preparation of the mobile and stationary phases and a small sample volume, each component of the reagent moves at its own speed, forming a "spot" on the surface of the plate.

During the study it was found that depending on the conditions of obtaining modified starches and types of native starches (potato, corn) it is necessary to select "your" eluent. This effect is observed due to the fact that dextrans have excellent properties.

Conclusions. It is determined that the properties of dextrans change depending on the type of native starch, conditions and production temperature, as well as the catalyst. This is evidenced by changes in the "moving" spots during chromatographic analysis.

2. On the composition of the products of interaction in the system



Andrey Deriy, Nadezda Antraptseva

National university of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Galina Bila

National university of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The ability to change the composition of the target product, and, accordingly, its performance characteristics, varying for this purpose during the synthesis of the composition of the starting reagents - an urgent task of the modern chemical industry. Its solution is made possible by the creation of compounds containing two different cations.

The aim of this work – to determine the composition and chemical nature of products of the coprecipitation of cobalt(II) and zinc phosphates.

Materials and methods. The coprecipitation of cations Co^{2+} and Zn^{2+} was carried out under conditions that provide the formation of the middle hydrated of phosphates. Specific conditions of precipitation chose on results of determination in separate series of experiments of dependence of composition of the solid phase from the main parameters of process. pH of the reaction solutions change, using as precipitator of aqueous solutions of Na_2HPO_4 , Na_3PO_4 or their mixture $\text{Na}_2\text{HPO}_4:\text{Na}_3\text{PO}_4=2:1$ and $\text{Na}_2\text{HPO}_4:\text{Na}_3\text{PO}_4 = 1:1$. Correlations in composition initial solutions: $n = P/\sum\text{Co}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$ supported equal 0.67 – stoichiometric necessary for the formation of middle phosphates of divalent metals; $K = \text{Co}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$ was varied within the range of 25.0 to 1.5. Concentration of the solutions was changed in the range of 0.05 – 0.25 mol/l, the temperature – in the range of 50–75°C.

Results and discussion. The results of complex analysis of the solid phase showed that at values $K=\text{Co}^{2+}/\text{Zn}^{2+}=25.0-1.5$ middle phosphate octahydrate are precipitation. They contain both cations (Co^{2+} and Zn^{2+}) in the composition. The content of cations can be changed varying composition of the initial solution. The general formula of phosphate what precipitated has the form of $\text{Co}_{3-x}\text{Zn}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. On the chemical nature the synthesized phosphates are limited solid solution of substitution. The region is it's of homogeneity of using as a precipitator $\text{Na}_2\text{HPO}_4:\text{Na}_3\text{PO}_4=1:1$ is a maximum and can be $0 < x \leq 0.40$ (table). The saturated solid solution what formed under these conditions has the composition of $\text{Co}_{2.6}\text{Zn}_{0.4}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Table – The dependence of composition of phosphates $\text{Co}_{3-x}\text{Zn}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 0.40$, from the correlation $K=\text{Co}/\text{Zn}$ in initial reagents

K = Co/Zn, mol	The composition of the solid phase				
	Chemical, wt. %				Phase
	Co	Zn	P	H ₂ O	
25.0	41.64	0.49	13.76	15.86	$\text{Co}_{2.9}\text{Zn}_{0.1}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
9.0	40.25	1.5	13.70	15.92	$\text{Co}_{2.8}\text{Zn}_{0.2}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
4.0	37.36	2.84	14.34	16.23	$\text{Co}_{2.7}\text{Zn}_{0.3}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
2.5	34.72	4.63	14.36	16.63	$\text{Co}_{2.6}\text{Zn}_{0.4}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
1.5	28.49	8.36	15.88	14.72	$\text{Co}_{2.6}\text{Zn}_{0.4}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Conclusions. At the coprecipitation of cations Co^{2+} and Zn^{2+} by solution of precipitator of composition $\text{Na}_2\text{HPO}_4:\text{Na}_3\text{PO}_4=1:1$ the middle phosphates a general formula $\text{Co}_{3-x}\text{Zn}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 0.40$ are formed. They are the solid solution of substitution. Areas of their homogeneity are $0 < x \leq 0.40$.

3. Synthesis of polymer phosphates by heat treatment of Mn (II)-Mg dihydrogenphosphates under isothermal conditions

Oksana Turko, Nadezda Antraptseva

National university of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Galina Bila

National university of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Polymeric phosphates of bivalent metals are widely used as the basis for creating various inorganic materials. For practical realization of their synthesis by heat treatment of hydrated salts data on the composition, formation temperature and the thermal stability of the products of partial and complete dehydration are needed. Such data on the heat treatment products of Mn(II)-Mg dihydrogenphosphates under isothermal conditions are absent from literature. Their preparation is the aim of this work.

Materials and methods. Heat treatment of $Mn_{1-x}Mg_x(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ ($0 < x < 1.0$) was performed in the range 100-350°C ($\pm 5^\circ C$). The sample was held at a predetermined temperature for 0.5, 1.5, 3.0, 5.0 and 7.0 hours. The total phosphorus content and anionic composition were determined with quantifying the percentage of each of the polymeric phosphates in the dehydration products.

Results and discussion. According to our data, in the heat treatment of $Mn_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ at 100°C for 0.5-7.0 hours a heterophase mixture of solid and liquid phases containing only monophosphate anion is formed. Condensation of the anion in the solid phase begins upon heating up to 150°C starting crystalline hydrate. Keeping it at this temperature for 0.5 hour leads to the formation of 11.9 wt. % diphosphate and 1.1 wt. % triphosphate. Increasing the calcination time to 7 hours increases the degree of polycondensation of the phosphate anion (n) to 4. The most complex mixture of polymeric phosphates with linear structure of the anion (the n value reaches 9) is formed on calcining $Mn_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ for 7 hours at 230°C.

Phosphate with cyclic anion structure, cyclotetraphosphate (up to 6.2 wt. % in terms of P_2O_5), has been identified in the products of heat treatment of $Mn_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ at 220°C for 3 hours. Increasing the calcination time at this temperature to 7 hours results in the simplification of the anionic composition of the heat treatment product: up to 86% of the total $P_2O_{5\text{salt}}$ content is cyclotetraphosphate. The solid phase obtained at 350°C is practically nothing but condensed phosphate - anhydrous cyclotetraphosphate of the composition $MnMgP_4O_{12}$.

The total percentage of free phosphoric acids in the heat treatment products of $Mn_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ is a maximum, when it is heated for 0.5 hour at 150°C. It is 6.9 wt.% $P_2O_{5\text{acidic}}$ in the form of monophosphate acid. Anionic condensation processes begin on prolonging the heat treatment to 1.5 hours.

Besides monophosphate acid, diphosphate acid (up to 5.7% of the total $P_2O_{5\text{acidic}}$) is formed. A similar pattern of change in the anionic composition of the acid component persist in heat treatment in the range 150-185°C. In the products of thermal treatment of $Mn_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ at 350°C they are absent.

Conclusions. The results obtained make it possible to select the optimum conditions for the synthesis of dihydrogen phosphates $Mn_{1-x}Mg_x(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ of different composition and structure of the anion of polymeric products of heat treatment. Changing the value of x in the range $0 < x < 1.0$ has almost no effect on their composition. When increasing the percentage of cobalt (II), the temperature ranges of polymeric products formation shift by 10-15°C to higher temperatures.

4. Determination of the mass fraction of moisture of gum arabic

Olena Terebylo, Sergei Brychka, Olena Podobii

National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

Abstract. The main purpose of this study is to determine the mass fraction of moisture in the sample of gum arabic to confirm the data specified in the certificate of quality of the food additive.

Materials. Sample of spray-dried gum arabic (thin, white powder with a neutral odor, packaged in a small jar).

Methods. Methods for determining the mass fraction of moisture by drying belong to thermogravimetry methods (thermogravimetry from the Latin *thermo* - heat, *gravi* - weight, *metry* - method). These methods are the most common and universal. In this experiment, the method of drying by infrared rays were used. Infrared rays are electromagnetic radiation emitted by heated bodies, so infrared rays are called thermal rays.

Results. Water is able to almost completely absorb all the heat rays (95-96 %) that fall on it, quickly heating up and evaporating. The method is based on the high ability of wet materials to absorb the powerful heat flux of infrared radiation; the drying time is significantly reduced (25 minutes). The method is used in moisture meters - a drying chamber that is connected to the scales. The scale of scales is calibrated so that shows a decrease in the mass of the sample due to evaporated water.

Equipment: determination of moisture conducted by drying the sample to constant weight (< 0.01 %) with gear Shimadzu Moisture Balance MOC-120H - electronic moisture [1].

The main advantages of the device: a large vessel for samples (diameter 130 mm) allows you to evenly place a large number of samples in a thin layer; durable heater - infrared medium-wave quartz heater provides efficient drying without interference for samples; unibloc sensor - internal weighing. The mechanism provides excellent stability and long service life at repeated differences of temperature that allows to measure easily to 0,001 g; monitoring of moisture evaporation - the rate of moisture evaporation is controlled (it can be seen visually on the graph), so it is clear that the measurement is nearing completion. Updates occur every 30 seconds; automatic calibration mechanism; measurement data can be easily sent to a program such as Excel. After importing into Excel, you can process the data as you wish, using common functions such as statistical calculations and graphical charts [1].

The course of the analysis: first you need to set the level of the device, calibrate (internal / external calibration). The next step: weighing a sample of gum arabic $m_i = 0.992$ g for temperatures of 21 °C. Then there is a gradual heating to a temperature of 105 °C. On the display you can see the dynamics of mass changes in %, monitoring of moisture evaporation, which is updated automatically every 30 seconds (using the automatic calibration function). Record data changes within 25-30 minutes, and enter in table. Using Excel, we build a graph (fig.) of the dynamics of mass change over time and draw conclusions about the amount of evaporated moisture in the sample of gum arabic, comparing with the quality certificate of this food additive.

Table

τ , min	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Δm , %	0,06	0,76	1,64	3,07	4,86	6,39	7,6	8,62	9,45	10,13
τ , min	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14
Δm , %	13,25	13,38	13,48	13,55	13,64	13,71	13,81	13,94	14,01	14,08

Table

τ , min	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
Δm , %	10,71	11,19	11,59	11,95	12,25	12,53	12,75	12,93	13,1
τ , min	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	-
Δm , %	14,11	14,13	14,18	14,23	14,28	14,31	14,33	14,34	-

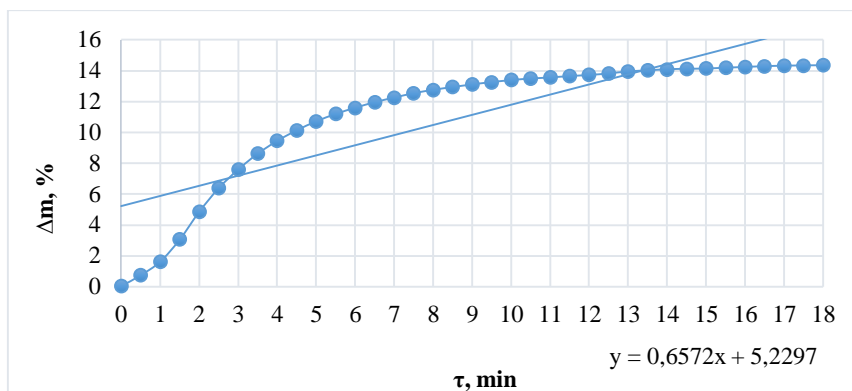


Fig. The dependence of the dynamics of mass change on time

Summary. According to the quality certificate, the drying losses of gum arabic (for spray-dried material) should not exceed 10 %. In our case, the final humidity (loss on drying, the dynamics of change % of the mass) was 14.34 %. Therefore, according to this study, we can conclude that the food supplement exceeds the norms specified in the certificate. This may indicate that the food additive has not been stored properly for a long time, in different temperature conditions and at different humidity. Another factor of high humidity may be the tightness of the package - this product was purchased without a protective aluminum film.

References

1. Moisture Balance MOC-120H [Electronic resource] – <https://www.ssi.shimadzu.com/products/balances/moc-120h-moisture-balance.html>.

5. Determination of the microelement composition of carnauba wax E903 using the ICPMS method

Polina Horkunenko, Igor Fesych

National university of food technology, Kyiv, Ukraine

Introduction. Carnauba wax is often used in the pharmaceutical and food industries as a glazing agent, as well as in the cosmetics industry mostly in creams, lipsticks, hard perfumes and mascaras.

Materials and methods. An analytical review of the literature was conducted. Carnauba wax type 1 was chosen as the investigated material. The method used to study the microelement composition of carnauba wax was ICPMS.

Results. Preparation of the sample for the experiment was performed as follows: about 10 g of carnauba wax was treated with 15 ml of nitric acid (9.67 M) overnight. The wet ash procedure was continued by heating in a water bath with the addition of 2 ml of hydrogen peroxide. This treatment was repeated until complete digestion. The filtrate was diluted with double distilled water to 25 ml.

The experiment revealed the average content of Al, Ca, Fe and K. Carnauba wax type 1 was selected as a sample. Depending on the type of purification, there are 3 types of carnauba wax: Carnauba wax type 1, carnauba wax type 2 and carnauba wax type 3. It was determined that the average content of Al is 28.6 ± 1.5 mg kg⁻¹, the average content of Ca is 33.8 ± 2.8 mg kg⁻¹, the average content of Fe is 18.5 ± 1.1 mg kg⁻¹ and the average content of K is 37.2 ± 2.5 mg kg⁻¹ [1].

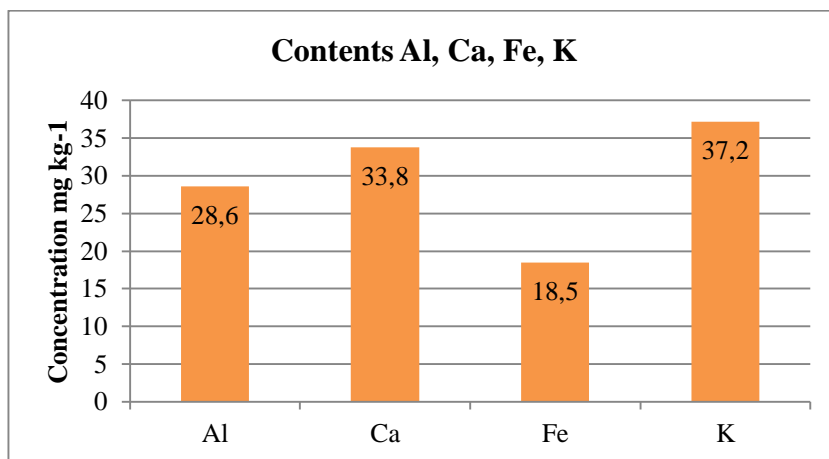


Diagram The content of trace elements in carnauba wax type 1

Conclusion. Since carnauba wax E903 is a food additive and is widely used in cosmetics and pharmaceutical industry, based on the results of research we can conclude that this food additive is safe, and carnauba wax contains trace elements, ie can saturate food useful for the body human trace elements.

References

1. Characterization of Carnauba Wax Inorganic Content / Allan N. de S. Dantas, Ticiane A. Magalhães, Wladiana O. Matos, Sandro T. Gouveia, Gisele S. Lopes., 2013.

6. Calcium gluconate as a food additive E578

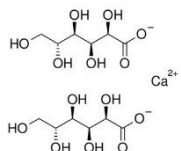
Panchenko Anna, Yana Okopna

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Calcium gluconate is the calcium salt of gluconic acid. Refers to salts of carboxylic acids. Technological functions Calcium gluconate E578 - acidity regulator, food sealant, complexing agent. Synonyms - Calcium salt of D - gluconic acid dipentaoxyhexanoate calcium [1].

Methods. The approach consisted of searching several resources, including, technical reports, web-based scientific databases. Analytical review of the literature, analysis of the scope of food additive E 578.

Objective. Calcium gluconate $C_{12}H_{22}CaO_{14}$. Chemical formula - $[CH_2(OH)[CH(OH)_4COO]_2Ca$. Food additive E578 is currently well studied and widely used in various industries. Calcium gluconate is a white crystalline or granular powder, soluble in water and poorly soluble in alcohols and ethers. Additive E 578 is obtained synthetically and contains about 9% calcium [2].



The use is allowed in all countries, but in Germany it is used only for dietary purposes. Molecular weight - 430,38. Commodity forms - Individual substance (anhydrous or monohydrate) of different particle size distribution.

The structure of Calcium gluconate

Effects on the human body: safe.

Obtaining calcium gluconate by liquid-phase oxidation of glucose to sodium gluconate as a result of successive reactions of heterogeneous and homogeneous exchange with subsequent crystallization. In the process of obtaining there are also stages of separation, water-alcohol washing of the product, crystallization and drying. Calcium gluconate obtained by the proposed method is characterized by a degree of purity of 99.5 to 100%.

Calcium gluconate E578 is used in the food industry in various types of jams, infant formulas, coffee drinks, as well as in the production of cosmetics and agriculture.

Calcium gluconate is used in cosmetics as a binder and humectant. It is also used in the process of purification of wastewater. In medicine, it is used for certain pathologies related to calcium deficiency. Under the name E578, in food, it serves as a gelling agent and acidity regulator. Calcium gluconate is also a harmless abrasive. It is still used in the manufacture of toothpastes.

Conclusion. Due to its wide range of properties, the food additive E578 is used in many industries, such as food, cosmetics and pharmaceuticals.

References

1. GOST 33334-2015 Food additives. Complexometric method for determining the mass fraction of the main substance in the food additive calcium gluconate E578
2. Sarafanova L.A. (comp.) Food additives: encyclopedia / L.A. Sarafanova (comp.). - "Profession", 2012. - 776 p.

7. Antioxidant properties and applications of fulvic acids

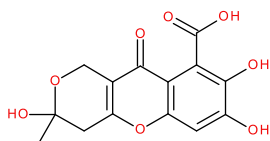
Marta Fetsych, Yana Okopna

National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

Abstract: Fulvic acids (FC) are a group of organic acids, natural compounds and components of humus. It is recognized as one of the key elements in many outstanding discoveries in science and health in the 21st century and is one of the most wonderful healing substances on Earth.

Methods: Referenceseearch was performed using various web databases, such as Google Scholar, PubMed and others.

Objective: The review describes its properties and applications in cosmetology. Fulvic acids are natural, water-soluble polymers, which are the ingredients of humic substances defined as “a series of high molecular weight substances, yellow to black in colour, formed as a result of secondary synthesis reactions”. They are complex substances without standard chemical formulae, which are present in soil and plants in trace amounts. They are formed during the decomposition of decaying plants by microorganisms and they play essential functions in plants; e.g., are responsible for the absorption of nutrients and trace substances. Naturally, fulvic acids contain minerals (more than 70), amino acids, sugars, peptides, nucleic acids, phytochemical compounds, vitamins, and fragments of plant DNA. Most of them occur in ionic form. This means that fulvic acids conduct electricity excellently and improve the absorption of other compounds interacting with them. Moreover, because of ionic minerals, fulvic acids help to increase their bioavailability in plants. Fulvic acids are also chemically reactive because of the presence of many carboxyl and hydroxyl groups. Due to their low molecular weights, they can transport minerals to plant cells in the root, stem, and leaves. They also participate in the carbon cycle, because they are constantly recycled among plants, soil, and water. The FC molecule consists of many groups, including methoxy, phenolic hydroxyl and carboxyl groups. These acid groups are the structural basis of the unique biological and chemical activity of FC. It should be noted that the molecular structure and various physicochemical parameters of FC depend on both the raw material and the degree of purification. Fulvic acid is one of the most powerful natural



Chemical structure of fulvic acid

FC contains antioxidants that counteract the effects of free radicals, as well as promote the removal of various harmful toxic substances: chemicals used in agriculture, radioactive waste and heavy metals, for example. In addition, the total amount of acid increases the stability and life of cells, creating electrolytes that are important for the heart, muscles, brain and digestive tract. FC is one of the most effective and healing ingredients available. With a gentle pH of 3.2, fulvic acid can be taken internally. It can also serve as an acid peel, while healing and energizing the skin. A FC peel can simultaneously deliver mild exfoliation and reduce redness. Various concentrations of FC can be used and liquid fulvic acid can also be applied to the skin undiluted. It helps to neutralize toxins and transport nutrients to skin cells. By improving cellular metabolism, FC can reduce inflammation and diminish wrinkles.

Conclusions. Due to the active absorption of free radicals, FC normalizes the electrolyte balance of all body tissues. FC is a powerful antioxidant, so it is also useful for sun-damaged and aging skin. Its natural electrolyte content helps to nourish and restore the skin.

8. A wide range of applications of gum arabic - food additive E414

Terebylo Olena

National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

Abstract. Among a large number of food additives of natural origin, hydrocolloids are distinguished by their structure-forming, moisture-retaining, stabilizing and emulsifying properties [1, 3].

Methods. The approach consisted of searching for several resources, including food supplement quality certificates, scientific and technical literature, as well as publications on Google Scholar and other related databases.

Objective. One of the widely used biopolymers in the food industry and medicine is the exudate of tropical acacia species - gum arabic (food additive E414. Gum arabic (Acacia Senegal Gum or Gum Arabic) - is a soluble resin, gum, drops of solid transparent solid mass of burts appear on the trunks, stems and branches of acacia trees (including *Acacia senegal* and *Acacia seyal*) when the bark is damaged. Sudan is considered the world's main country producing GA, followed by a number of other African countries [2].

Gum Arabic is widely used in pharmaceutical, food, cosmetics and textiles. Gum arabic is a food emulsifier, thickener, hydrocolloid emulsifier, texturant, film former, emulsion stabilizer and defoamer. It is molecularly elastic, effectively distributes fat particles in the product, leaves no taste, regulates the freezing point, retains moisture.

In confectionery products with a high sugar content (pastilles, candies, chewing gums) gum arabic is used in concentrations up to 45% to prevent crystallization of sugar and as a binder. It is characterized by such properties as resistance to melting, preservation of shape, mild taste and smell, low adhesion when chewed (ability to stick together) [2, 3].

In oil-in-water emulsions, gum arabic plays an important role as an emulsifier and stabilizer. As a water-soluble polysaccharide, gum arabic is not a typical emulsifier whose molecules contain lipophilic and hydrophilic parts. The protein contained in the arabinogalactanprotein complex gives the emulsion surfactant properties and promotes the formation of colloidal film around the fat globules. To ensure long-term storage of concentrated or liquid emulsion, it is necessary to avoid stratification of the emulsion, precipitation and coalescence. Stabilization of the emulsion is achieved by the characteristics of the high molecular weight fraction of the gum arabic molecule and the forces of electrical repulsion due to the presence of uronic acids on the fat globule. Acacia gum is widely used for the preparation and stabilization of essential oil emulsions (orange, lemon, lime, cherry and cola), which are supplied for the production of soft drinks [1, 4].

Dietary fiber is a group of substances that are not digested and absorbed in the small intestine. These include insoluble fibers (cellulose and hemicellulose), as well as highly viscous (guar gum, pectin). And low-viscosity (gum arabic, fructooligosaccharides). The impact of dietary fiber on human health depends on their physicochemical properties. Eating such fiber improves bowel function and reduces the risk of rectal cancer, obesity and diabetes. The advantage of gum arabic fibers in comparison with other soluble fibers is their stability in an acidic environment. Possessing such properties, gum arabic began to be used in the production of nutraceuticals (biologically active food additives used to correct the chemical composition of human food - auxiliary sources of nutrients). As one of the few dietary fibers with a complex structure, gum arabic can bind to other important components of nutraceuticals, in particular polyphenols or minerals [1, 4].

Acacia gum can provide turbidity in dry beverage mixes. The emulsion is spray-dried, with the addition of vegetable oil gives a stable, encapsulated product, which when dispersed

in water expresses the effect of turbidity, which mimics the effect of adding the pulp of citrus and other fruit juices. Acacia gum is used as a base for the preparation of oleoresins (extracts of herbs and spices that are more complex in structure than essential oils) spray-dried, such as annatto, paprika and turmeric. Edible coatings with 10% gum significantly delay changes in hardness, weight, soluble solids, ascorbic acid, titratable acidity, percentage decline and color development of fruits and vegetables during 20 days of storage [3].

In cosmetics, acacia gum plays an important role as a safe gelling agent, emulsion stabilizer, structurant. It is most common in gel-based face masks, moisturizers, liquid hand soaps, eyeliners, mascaras, and hygienic lipsticks. There is also a tendency to add gum arabic to depilatory pastes (sugaring) [1, 3].

Acacia gum is traditionally used in watercolors as a binder because it dissolves well in water, has a low viscosity and, when dry, forms a thin layer that binds the pigments to the surface of the paper. Acacia gum increases the brightness of the water, shine, transparency and gives the colors more depth. Gum arabic in the production of ceramics serves as a plasticizer for molding delicate forms, provides strength to the roasting in the oven, and as glue for putting pen cups and bowls before firing [4].

Summary. A wide range of applications of this food additive was analyzed and it was concluded that due to the physiological effects characteristic of the main fraction of gum arabic - arabinogalactan, it is possible to create new functional products based on this additive.

References

1. Idris, O.H.M. (2017) 'What is Gum Arabic? An Overview', *Int. J. Sudan Research*, Vol. 7, No. 1, pp.1-14.
2. Williams, P.A.; Philips, G.O. Gum arabic. In *Handbook of hydrocolloids*, G. O. Philips, P.A.W., Ed. Boca Raton: CRC Press: – 2000. – p. 155-168.
3. Dickinson E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, V. 23, – 2009.– p. 1473–1482.
4. Commodities at a glance 'Special issue on gum arabic'№8 © New York and Geneva 2018, United Nations (United Nations Conference on Trade and Development. UNCTAG). – p.83.

9. Use of lavender extract in the food industry

Riabinchuk Aliona

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Nowadays, there is a widespread using of lavender in food products. Teas, syrups, ice cream, oil and milk with lavender are an integral part of French and Italian cuisines. In Ukraine the demand for this extract is not so great. But there is a widespread use of lavender in cosmetics in Ukraine [1].

Objective. Because this plant has antibacterial properties that help moisturize the skin, prevent acne and postacne and maintain healthy skin. Extract of lavender is a translucent oily brown liquid, with a slight greenish or reddish tint. The smell is pronounced, characteristic. When diluted sufficiently, it is identical to the scent of fresh lavender flowers. Microemulsion based on lavender is a viscous, opalescent liquid of yellowish-brown color with a characteristic and very strong odor. When mixed with water or aqueous-alcoholic solutions, the microemulsion makes it possible to obtain optically transparent pseudo-solutions. The biological activity of natural lavender extracts is determined by the presence of L-linalool esters, terpene compounds, coumarin and herniarin, as well as a fairly wide spectrum of unsaturated fatty acids. Microemulsions of lavender extract are a very promising ingredient in various kinds of soft drinks, primarily lemonades. In particular, it was a drink based on lavender that some time ago became the winner of the international competition of non-alcoholic drinks in Moscow, and the recipe for this drink was developed by Galina Filonova, who is one of the creators of the legendary "Baikal". In addition to lemonades, the microemulsion of lavender extract is an excellent additive in various dairy and, in particular, fermented milk products, with which it perfectly matches the taste, and can be used in them both individually and as part of flavoring and aromatic compositions. Lavender combines perfectly in taste with sweet, and therefore is an interesting and promising ingredient for the production of confectionery and ice cream - at the same time, not jaded. For these purposes, both CO₂-extracts in native form and microemulsions can be used. Fillings, glazes, fillings, as well as all sorts of muffins and cookies, both based on and with the participation of lavender in the composition, will sound very fresh and unusual. 23 more elements were found in the chemical composition of the plant. Flowers contain: coumarin, caproic acid, Herniarin, Tannins, Borneol, Caryophyllene, bitterness and resin. They contain compounds such as cineole (eucalyptol), geraniol, linalool, alpha- and beta-pinene, and other components. Lavender extract is extracted through hydrodistillation. To obtain 1 kg of the product, 100 kg of flowers must be processed. Lavender ester contains L-linalool alcohol, acids (acetic and valeric), lavender diol and many other useful elements. Lavender extract is rich in vitamins, esters, tannins, coumarins and triterpene compounds. The following equipment is required: distillers for the extraction of oils, heat exchangers - for the treatment of substances containing oils, receiving tanks - necessary for separating oils from hydrolat and cohobation column - required to obtain the final product from the combined hydrolate.

Conclusion. Using these extracts shows that these specific components in food industry is healthy for human life.

References

1. Sarafanova L.A. (comp.) Food additives: encyclopedia / L.A. Sarafanova (comp.). - "Profession", 2012. - 776 p.

10. Determination of allantoin in comfrey root extract

Ivanets Yuliia, Fesych Igor

National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

Introduction. *Symphytum officinale* (comfrey) is a medicinal plant, the most important pharmacologically active substance of which is allantoin (0.6-0.8%). Cosmetic properties of allantoin and its determination by LC / MS are considered in this paper.

Materials and methods. A sample of a cosmetic additive - allantoin powder of plant origin and comfrey root extract were used for the experiment. Identification of cosmetic additive was performed by FTIR spectroscopy and by liquid chromatography - mass spectrometry.

Results. Comfrey extract is often found in the formulation of cosmetic products. It is the high percentage of allantoin in its composition that provides pronounced regenerative properties of comfrey extract. The pharmacological action of allantoin is based on the stimulation of proliferation and regeneration of connective tissue, antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant properties. Cosmetics containing allantoin have moisturizing properties, show keratolytic and anti-irritant effects, enhance the desquamation of the upper layers of dead skin cells and increase skin smoothness. Also, this compound protects the skin from the negative effects caused by external environment [1].

Identification of cosmetic additive was performed by FTIR spectroscopy. The obtained results of IR spectroscopic analysis indicate: 1) valence oscillations (ν , cm^{-1}): 3438 (NH₂ asymmetric), 3343 (NH ring), 3191 (NH), 3068 (NH₂ symmetric), 2948 (CH), 1780 and 1719 (C = O ring), 1667 (C = O amide); 2) deformation oscillations (δ , cm^{-1}): 1603 (NH₂), 1532 (NH imide), 1432 (NH ring). Experimental data coincides with the literature, which confirms that the purchased cosmetic supplement is allantoin.

In this work, a sample of cosmetic allantoin powder was firstly dissolved in dimethyl sulfoxide and then transferred to the chromatographic column. Allantoin was detected in the positive ion mode as $[\text{M} + \text{H}]^+$, $m/z = 159$. The obtained results show that the purchased cosmetic additive has a high level of purity and does not contain impurities. Furthermore, an extract of comfrey roots (in 55% ethanol) was analyzed by LC/MS. Allantoin under the experimental conditions was detected predominantly as a parent ion $[\text{M} + \text{H}]^+$ at m/z 159 with a positive mode of electrospray ionization.

Conclusion. Due to its beneficial properties, allantoin is widely used in cosmetics for various purposes, so it is extremely important to control its quality in products. The LC / MS method allows to identify impurities in allantoin or its improper quality and receive accurate results.

References

1. Final Report of the Safety Assessment of Allantoin and Its Related Complexes / [L. C. Becker, W. F. Bergfeld, D. V. Belsito та ін.]. // International Journal of Toxicology. – 2010. – №29. – P. 84–97

11. Immunocosmetics is a new trend in the cosmetics industry

Anna Bilan, Tetiana Boichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Immunocosmetics is a new trend that promises to erase the effects of chronic stress from the pandemic and restore the skin's immune defenses! But can such claims apply to cosmetics?

Materials and methods. An analytical review of the literature, analysis of areas of application, the impact on the skin of human immunocosmetics.

Results. Chronic stress, fatigue, exposure to blue light from long hours at the computer are all consequences of the COVID-19 pandemic, which have a direct impact on our skin. As the largest organ of the body, the skin performs important barrier and immune functions, maintaining a balance between the external environment and our internal organs. However, the skin is constantly exposed to external aggressors, which can cause inflammation.

Research shows a direct link between chronic stress and immune system disorders, which in turn make the skin more prone to inflammation and exacerbations of skin diseases. Chronic inflammation causes excessive immune protection of the skin, which over time leads to a weakening of the immune system. The barrier functions of the skin and microbiome are disturbed, leading to itching, irritation, dryness, redness and sensitivity.

Scientific data show that trace elements such as vitamins A, D, C, E, B6 and B3, probiotics and prebiotics, adaptogens, ceramides and fatty acids from nutritious oils are essential components for a healthy functional immune system. Although some of these components have previously been used in cosmetics, the use of these trace elements in combination with each other to provide immune protection is a new direction in the production of cosmetics that requires a careful scientific approach. A promising area is immunocosmetics, the effectiveness of which is based on the use of biologically active compounds obtained as a result of joint efforts in the fields of skin and hair biology, immunology and pharmacology.

Cosmetic products, in accordance with the Technical Regulations, may not be used for disease prevention and medical purposes! Therefore, the claims about immune protection or prevention of the organism and the name "immunocosmetics" in general have nothing to do with cosmetics. The use of such statements for the product requires a scientific evidence base and the assignment of the tool to the appropriate product category (pharmaceutical products, medical devices, etc.).

Conclusions. The purpose of immunocosmetics is to ensure the prevention of the whole organism as a single system (skin-body-mind) through skin care, by restoring its basic functions - barrier and immune. However, immunocosmetics have no preventive effect on the body and even more so has nothing to do with cosmetics. At the moment, the field of this "cosmetics" has not been sufficiently studied and needs more detailed consideration, especially from the point of view of legislation.

References

1. Trend Alert: beauty consumers are ready for immunity-boosting skin care
URL: <https://www.cosmeticsdesign.com/Article/2021/02/24/>

12. Розробка рецептури бальзаму для фарбованого волосся

Ельвіра Дудник, Марина Манзюк, Тетяна Авдієнко

Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна

Вступ. В реаліях сьогодення багато людей часто фарбують волосся з різних міркувань. Щоб мінімізувати шкідливий вплив фарб та покращити стан волосся використовуються бальзами для волосся.

Матеріали і методи. Для дослідження розроблених рецептур бальзаму для волосся використовували потенціометричний, гравіметричний методи аналізу, а споживчих властивостей – профільний метод аналізу. Випробування групою волонтерів.

Результати. Щоб замаскувати посивіле волосся, або змінити свій імідж та додати яскравих кольорів особистості, використовують різні фарби для волосся. В результаті фарбування, волосся стає ламким і ослабленим, оскільки лусочки волосини починають підійматися, а колір, з плином часу, тьмяніє і вигорає під дією променів сонця. Бальзам для волосся – це косметичний засіб інтенсивного догляду за шкірою та волоссям, який забезпечує підвищення функціональних властивостей шкіри, виявляє тонізуючу, відновлюючу та регенеруючу дії, живить та захищає волосся.

Основним компонентом даного засобу є катіонний ПАР, а в якості біологічно активної речовини у рецептурі бальзаму, що пропонується у роботі, використали гідролізований кератин. Кератин являє собою природний білок, який є основною складовою нігтів та волоссяного покриву людини. Гідролізований кератин отримується в результаті гідролізу овечої вовни або лялечок дубового шовкопряду. Молекули кератину, під час гідролізу, розщеплюються на дрібніші водорозчинні складові, які здатні проникати під підняті лусочки волосини та заповнювати порожнини. Також вони створюють легку плівку на поверхні кожної волосинки і відновлюють здорову структуру. В результаті такої дії кератину, волосся стає міцнішим, має більший об'єм та набуває гарного блиску.

Бальзам для фарбованого волосся повинен добре жити волосся, тому в рецептурі використали універсальний комплекс вітамінів А, Е та С, який також виконує захисну функцію, виявляє антиоксидантну активність, а для зволоження волосся додали гліцерин, який утримує вологу у волоссі не допускаючи його пересушування. В якості допоміжних речовин запропоновано екстракт ромашки, що насичує і укріплює волосся; рицинову олію, що при регулярному застосуванні надає волосся шовковистості; олію жожоба, що має протизапальну та регенеруючу дії, живить корені волосся, покращує структуру клітинних мембран та зміцнює волосся, підвищує його стійкість до механічного впливу; олію макадамії, яка надає волосся пружності та еластичності. Використані компоненти живлять пошкоджене волосся, відновлюють механічні властивості та надають об'єму волосся, захищаючи від дії навколишнього середовища.

Висновки. Розроблена рецептура бальзаму для фарбованого волосся виявляє лікувальні властивості і покращує загальний вигляд волосся. Проведено контроль якості рецептури відповідно існуючим нормативним вимогам.

13. Встановлення ІЧ-спектроскопічних характеристик фульвових кислот Марта Фецич¹, Едуард Яковенко², Сергій Бричка¹⁻³

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²ТОВ "ДВІНТ" ³Інститут газу НАН України

Вступ. Фульвові кислоти (ФК) – це група природних органічних кислот та компонентів гумусу. Вони визнані одним з ключових елементів у багатьох видатних відкриттях в сфері науки і здоров'я 21 століття і є одним з найбільш чудових цілющих засобів на Землі.

Матеріали та методи. Зразком для дослідження було взято ФК виробництва Україна у вигляді порошку. Дослідження проводили спектрометром «IRAffinity-1».

Результати та обговорення. ФК зустрічаються в природі як продукт процесів розкладання органічного рослинної речовини, що робить кислоти популярним вибором як сировини для харчових продуктів, ліків та косметичних продуктів. Зразок для дослідження являв собою порошок коричневого забарвлення. Фракція фульвових кислот мають жовте, золотисте-коричнєве забарвлення. Це свідчить про присутність в зразку складових та домішок, які характерні для високо очищених ФК.

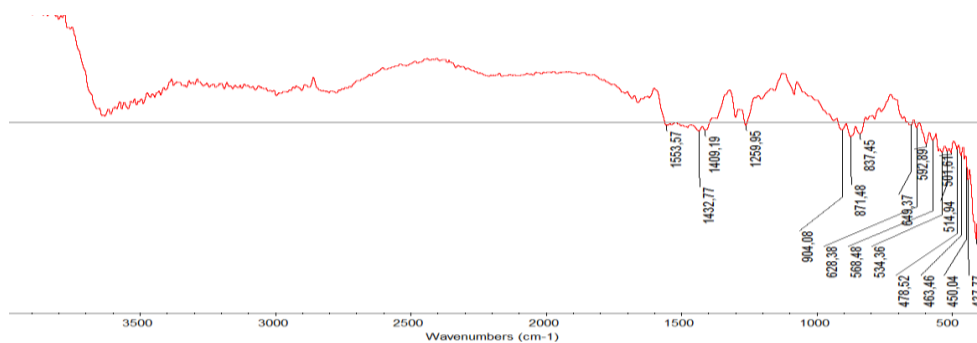


Рис. 1. ІЧ спектр зразка

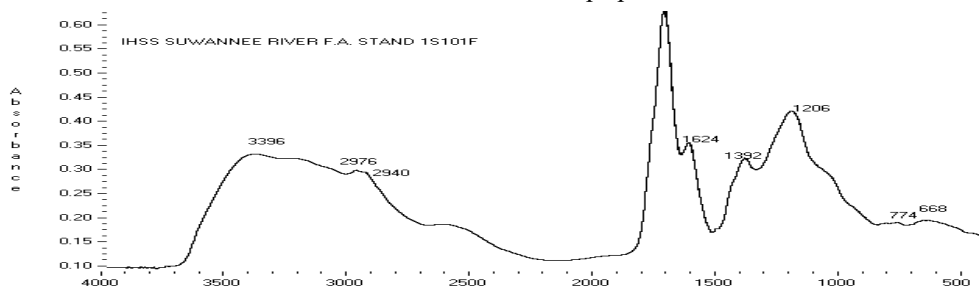


Рис. 2. ІЧ спектр стандартизованого продукту фульвових кислот

Порівняння спектрів з літературними джерелами свідчить, що спектр нашого зразку має менш виражену структуру та ширші смуги. Інтенсивності максимумів поглинання в області 1700-1550 cm^{-1} та 1550-1350 cm^{-1} істотно відрізняються. Це свідчить про додаткові молекулярні компоненти, які є в зразку. ІЧ спектри можуть служити методом підтвердження відтворення технології виробництва та ідентифікації фульвових кислот різних виробників.

Висновки. Було отримано ІЧ-спектри фульвових кислот та запропоновано використання спектроскопії для підтвердження відтворення технології їх виробництва.

14. Отримання та сфери застосування харчової добавки E160c

Наталія Шморкун, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Високоякісні харчові продукти гармонійно поєднують форму, смак, аромат і забарвлення. Саме колірна гамма значною мірою зумовлює привабливість і різноманітність асортименту продуктів харчування.

Матеріали і методи. Здійснено аналіз літературних джерел інформації та проаналізовано дані щодо методів отримання харчової добавки E160c та сфери її застосування у харчовій та парфумерно-косметичній промисловості.

Результати. Харчова добавка E160c (маслосмоли паприки) являє собою натуральний барвник в формі порошку коричнево-оранжевого кольору. Добавка містить пігменти каротин (провітамін А, жовтий пігмент), капсангін і капсорубін, і може бути або жиророзчинною, або вододисперсною. Також до складу барвника E160c входять деякі жирні кислоти - олеїнова, ліноленова, стеаринова, пальмітинова і мірістинова. Маслосмоли паприки відносяться до категорії безпечних для здоров'я людини добавок.

Харчову добавку E160c (екстракт паприки) отримують шляхом екстрагування молодих стручків паприки (з насінням або без них) виду *Capsium Annuum* певними розчинниками, які в кінцевому підсумку видаляються. До таких розчинників відносяться: ацетон, етилацетат, етанол, метанол, дихлорметан, гексан, діоксид вуглецю [1, 2]. Після видалення розчинника до екстракту паприки часто додають рослинну олію для забезпечення рівномірної насиченості кольору.

У харчовій промисловості добавка E160c переважно застосовується для забарвлення харчових продуктів або відновлення кольору, втраченого під час термічної обробки. У більш високих концентраціях добавка E 160c надає продуктам більш гострий смак. Барвник відмінно протистоїть впливу світла і температури, а також здатний зберігати колір продукту практично в будь-яких умовах. Застосування екстракту паприки дозволяє отримувати продукти з різними відтінками - від перикового до червоно-оранжевого. Харчова добавка E 160c використовується у виробництві майонезів, маргаринів, чіпсів, спредів та соусів на жировій основі, молочних десертів, морозива, соусів на водній основі і сирів. Також входить до складу апельсинових соків, цукерок, сумішей спецій і емульгованих м'ясопродуктів. Одним з напрямків є виготовлення кормів для домашньої та фермерської птиці для посилення кольору жовтка їх яєць. Новою сферою застосування барвника E160c є косметична та парфумерна промисловість. У парфумерній промисловості його додають для надання парфумам більш насиченого кольору, а в косметичній - у блиск для губ.

Висновки. Використання в харчовій та косметичній промисловості барвнику E160c природного походження, що не містить канцерогенів та токсичних речовин є особливо актуальним в даний час.

Література

1. Kim Ji Sang, Lee Hye Jin, Ok Seong Hyun, Choi Hyun Ju, Kim Gyo Nam, Kim Ryeong Hyeon. Method for producing hot pepper extract. Pat. 20170096837 Korea, IPC A23L19/00. Publ. 25.08.2017.
2. EFSA Journal 2015;13(12):4320/Watters G, 2014. Paprika oleoresin, DN- 933: induction of micronuclei in cultured human peripheral blood lymphocytes. Submitted by NATCOL, September 2014.

15. Оптимізація умов синтезу ортофосфатів та пірофосфатів амонію, натрію та калію на основі екстракційної ортофосфорної кислоти

Гросу О.К., Кінаш М.С., Василенко К.В., Ніколенко М.В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Вступ. В наш час солі ортофосфорної кислоти широко використовуються в сільському господарстві як джерело фосфору, а також в багатьох галузях промисловості: хімічній, фармацевтичній, харчовій, електронній, текстильній тощо. Для застосування в харчовій та фармацевтичній промисловості до фосфатів пред'являють особливі вимоги не містити токсичні домішки арсену, свинцю та d-металів. Потреба в таких фосфатах безперервно зростає і тому становить інтерес розробити в Україні власні технології харчових фосфатів. Класичні технології одержання хімічно чистих фосфатів амонію, лужних і лужноземельних металів базуються на способі нейтралізації розчинів харчової ортофосфорної кислоти або її реактивних марок «чиста» (ч.), «чиста для аналізів» (ч.д.а.) та «хімічно чиста» (х.ч.) відповідними хімічно чистими карбонатами або гідрооксидами лужних або лужноземельних металів з подальшим упарюванням розчинів солей і їх кристалізацією. Враховуючи відносно високу вартість хімічно чистих карбонатів та гідроксидів натрію і калію, нами поставлено завдання використати для перетворення амонійної солі в натрієві та калієві солі конверсійний метод, в якому перетворення проводиться за участю солей натрію та калію. Для забезпечення високих ступенів перетворення вихідних реагентів в цільові продукти процеси синтезу необхідно проводити за циркуляційним схемою з поверненням в цикл маткових розчинів.

Мета роботи: дослідити та оптимізувати процеси синтезу хімічно чистих ортофосфатів амонію, натрію та калію для використання їх в якості харчових добавок. Представляє інтерес визначити можливість використання конверсійного методу для отримання натрієвих та калієвих солей фосфорної кислоти, маючи за базовий прекурсор синтезу гідрофосфат амонію. Останній реактив є продуктом очистки екстракційної фосфорної кислоти від токсичних домішок способом співосадження з гідрофосфатом кальцію і тому в його розчинах присутні домішки солі NH_4Cl , що ускладнює процеси кристалізації хімічно чистих солей.

Результати. Експерименти з одержання хімічно чистих солей проводили в два етапи: 1) очистки розчинів екстракційної ортофосфорної кислоти від токсичних домішок d-металів, свинцю та арсену способом співосадження з гідрофосфатом кальцію; 2) процесу вибіркової кристалізації та/або конверсії прекурсору в цільовий продукт. В результаті проведених досліджень встановлено, що при об'єднанні способів ізотермічної та ізогідричної кристалізації з методом конверсії можливо одержати наступні хімічно чисті продукти:

- з суміші $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ і NH_4Cl можливо селективно кристалізувати чистий $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ з виходом 82,5%;
- з підкисленого соляною кислотою розчину суміші солей $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ і NH_4Cl можливо виділити в осад чистий $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ з виходом 68,5%;
- з суміші $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ і NH_4Cl реакцією конверсії з NaCl можливо кристалізувати чистий $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ з виходом 96%;
- підкисленням фосфорною кислотою розчину Na_2HPO_4 можливо одержати Na_2HPO_4 , який можна кристалізувати у вигляді $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ з виходом до 100%;
- з розчину NaH_2PO_4 реакцією конверсії з KCl можливо осадити чистий KH_2PO_4 з виходом 66%.
- реакцією KH_2PO_4 з гідроксидом або карбонатом калію можливо одержати K_2HPO_4 з виходом до 100%.

16. Спектральне дослідження стану кристалізаційної води в мангану(II)-магнію гідрогенфосфатах

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ

Вступ. Відповідно до сучасних уявлень, молекули води, що входять в кристалічну решітку кристалогідратів, приймають участь у взаємодіях з катіонною і аніонною підрешітками солі, значною мірою визначаючи хімізм їх зневоднення.

Об'єкти та методи дослідження. З метою дослідження стану молекул води та протонвмісних груп в кристалічній решітці $Mn_{1-x}Mg_xHPO_4 \cdot 3H_2O$ були проаналізовані їх коливальні спектри (ІЧ, КР) та спектри їх дейтероаналогів, одержані при кімнатній температурі та $-190^\circ C$. ІЧ спектри записували при $20^\circ C$ і $-190^\circ C$ в діапазоні $400-4000\text{ см}^{-1}$ на спектрометрі Nexus – 470 із Фур'є перетворенням і програмним забезпеченням Omnic. Зразки готували пресуванням фіксованої наважки (0,05 мас. %) в матрицю КВг.

Результати та їх обговорення. В ІЧ спектрах $Mn_{1-x}Mg_xHPO_4 \cdot 3H_2O \cdot 3H_2O$ ($0 < x \leq 1.00$) при $20^\circ C$ в області валентних коливань ОН-груп молекул води ($3200-3600\text{ см}^{-1}$) реєструється широка смуга поглинання з трьома чіткими максимумами і два плеча. При $-190^\circ C$ мультиплетність спектру збільшується; в цьому діапазоні частот реєструється п'ять максимумів і плече. В інтервалі частот деформаційних коливань молекул води $\delta(H_2O) - 1630-1700\text{ см}^{-1}$ – при $20^\circ C$ фіксується смуга поглинання з двома максимумами $1640, 1690\text{ см}^{-1}$ і три чітких максимуми при низькотемпературній зйомці. Набір смуг в області $2320-2960\text{ см}^{-1}$ характерний для спектрів солей, що містять протоновані аніони. Конфігурація спектральної кривої при $20^\circ C$ є огинаючою сумарної смуги поглинання, яка відповідає частково накладеним одне на одного коливанням ν_s і ν_{as} трьох енергетичних нерівнозначних молекул води в кристалічній решітці гідрогенфосфатів.

В спектрах КР $Mn_{1-x}Mg_xHPO_4 \cdot 3H_2O$ ($0 < x \leq 1.00$) в області коливань кристалізаційної води наявна широка смуга $\nu(OH) - 2890-3500\text{ см}^{-1}$ – з деякими під максимумами і широкий пік слабкої інтенсивності з максимумом $1640-1642\text{ см}^{-1}$ в діапазоні деформаційних коливань молекул води.

В ІЧ спектрах дейтеропохідних смуги коливань $\nu(D_2O)$ фіксуються в області $2340-2630\text{ см}^{-1}$ у відповідності із значенням коефіцієнту ізотопозаміщення ($k = 1,33-1,35$), деформаційні коливання реєструються смугами з максимумами $1450, 1460$ і 1480 см^{-1} . В низькочастотній області спектру при D-заміщенні спостерігаються смуги, що співвідносяться з позаплощинними деформаційними коливаннями $\gamma(POH, POD)$ і лібраційними коливаннями кристалізаційної води $\rho_x(H_2O, D_2O)$.

Висновки. Характер конфігурації смуг поглинання $\nu(OH)$, їх форма (розширення і низькі частоти в порівнянні з коливаннями вільної молекули води – 3700 см^{-1}) свідчать про В структурі $Mn_{1-x}Mg_xHPO_4 \cdot 3H_2O \cdot 3H_2O$ існує доволі жорстка система Н-зв'язків. Оцінка їх енергії показала, що значення змінюються в межах $13,7-34,8$ кДж/моль, що кількісно характеризує енергетичну нерівноцінність не лише молекул води як цілого, а й кожної ОН-групи. Різниця в значеннях максимумів смуг $\nu(OH) - \nu_s$ і ν_{as} – для молекул води досягає $200-230\text{ см}^{-1}$, що дає підставу вважати молекули координаційно зв'язаної води асиметричними, а коливання обох ОН-груп кожної з трьох молекул кристалізаційної води розглядати як незалежні.

17. Дослідження мікроелементного складу цукрогліцеридів методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Юлія Коробка, Михайло Мілюкін, Олена Подобій
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Цукрогліцериди володіють комплексною дією та однаково гарно проявляють себе у прямих та зворотніх емульсіях. Даний емульгатор гарантує успіх при використанні у більшості харчових продуктів та косметичних засобів, завдяки широкому діапазону використання та хімічній структурі, що надає йому такі властивості. Тому надзвичайно важливим є дослідження мікроелементного складу даної добавки.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обрано цукрогліцериди. Маса сухого залишку насиченого водного розчину цукрогліцеридів – 150 мг, об'єм розчину 200 мл, метод визначення мікроелементного складу ІЗП/МС (ICP/MS).

Результати. Мікроелементний склад цукрогліцеридів наведено в таблиці, розраховано середнє арифметичне значення експериментальних даних ($X_{\text{сер}}$), стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу, яким були одержані результати (S), тобто ($X_{\text{сер}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення S_n , %.

Таблиця

Визначення складу цукрогліцеридів (мкг/л) методом ІЗП/МС (ICP/MS)

Елемент	Три послідовних досліді			$X_{\text{сер}}$	S	$X_{\text{сер}} \pm S$	S, %
	№ 1	№ 2	№ 3				
Li	0,153	0,150	0,127	0,144	0,014	0,144±0,014	10,0
Be	0,004	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003±0,001	41,7
Al	3,203	3,047	1,529	2,593	0,925	2,593±0,925	35,7
V	0,006	0,006	0,006	0,006	0,001	0,006±0,001	2,0
Cr	1,244	1,087	0,754	1,028	0,250	1,028±0,250	24,3
Mn	0,655	0,624	0,328	0,536	0,181	0,536±0,181	33,7
Co	0,013	0,016	0,008	0,012	0,004	0,012±0,004	34,3
Ni	0,384	0,393	0,168	0,315	0,128	0,315±0,128	40,5
Cu	10,320	8,121	7,026	8,489	1,677	8,489±1,677	19,8
Zn	6,840	6,029	3,180	5,350	1,922	5,350±1,922	35,9
Ga	0,025	0,025	0,011	0,020	0,008	0,020±0,008	39,2
As	0,507	0,501	0,286	0,431	0,126	0,431±0,126	29,1
Se	1,069	0,534	1,170	0,924	0,341	0,924±0,341	36,9
Rb	0,138	0,129	0,070	0,112	0,037	0,112±0,037	32,8
Sr	1,844	2,317	1,238	1,800	0,541	1,800±0,541	30,1
Ag	0,012	0,009	0,009	0,010	0,001	0,010±0,001	14,1
Cd	0,006	0,004	0,005	0,005	0,001	0,005±0,001	20,2
In	0,004	0,004	0,005	0,004	0,001	0,004±0,001	6,1

Висновки. В цукрогліцериди визначено мікроелементний склад для 24 елементів. Встановлено, що найбільше всього в емульгаторі таких елементів як: Zn, Cu, Al. Рівні вмісту токсичних елементів не становлять загрози для цільового продукту.

18. Склокристалічна полива для керамічного посуду

Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальність теми якісного керамічного посуду досить висока, тому що в такому посуді поєднується екологічність, довговічність з практичністю. В наш час дуже важливо мати під рукою не лише стильні та красиві речі, але і, обов'язково, якісні та практичні, щоб вони максимально зберегли ваш час і приносили користь.

Матеріали і методи. Фізико-механічні та експлуатаційні властивості керамічних матеріалів визначали згідно з діючими нормативними документами. Для вивчення властивостей і структури матеріалів застосовували комплекс сучасних фізико-хімічних методів аналізу (рентгенофазовий, ділатометричний, петрографічний аналізи).

Результати. Метою даного дослідження є розробка складу на технологічних параметрів отримання склокристалічної поливи по кераміці господарчого призначення з низькими показниками ТКЛР. Технічний результат забезпечується внесенням до хімічного складу полив оксидів титану (TiO_2 16,0 - 18,5 мас. %) та барію (BaO 11,8 - 12,5 мас. %). Оксид титану сприяє зниженню прозорості поливи за рахунок кристалізації, підвищенню її хімічної стійкості. А оксид барію посилює блиск, підвищує хімічну стійкість, особливо до органічних кислот, знижує температуру плавлення фрити.

Поливу готували мокрим помелом фрити до залишку на ситі 0056 0,1-0,5%. Вологість шлікеру складає 30-34%, щільність 1,68-1,70 г/см³. Керамічна основа була покрита поливою методом наливання або розпилювання. Випал здійснювався на потоково-конвеєрній лінії впродовж 30 хвилин при температурі 1000°C. В результаті були отримані зразки кераміки з рівною поверхнею, гарним блиском і розливом, без дефектів; колір – кремово-жовтий.

Основні фізико-механічні та експлуатаційні властивості отриманих зразків склокристалічної поливи по кераміці наведені в табл. 1.

Таблиця

Властивості та параметри термообробки покриттів по кераміці

Властивості та параметри термообробки покриттів	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Температура варки фрити, °C	1350		
Інтервал випалу, °C	950-1050		
Температура початку розм'якшення, °C	667	653	657
Тривалість випалу, хв.	30-45		
ТКЛР·10 ⁶ , К ⁻¹	4,25	4,24	4,27
Термостійкість, °C	200	250	250
Мікротвердість за Віккерсом, МПа	5350	5400	5400
Кислотостійкість, (20% HCl) %	99,92	99,93	99,90
Лугостійкість, (2N NaOH) %	99,53	99,61	99,56

За допомогою рентгенофазового аналізу встановлено фазовий склад отриманих зразків поливи. Якість покриття та зчеплення з керамічною основою оцінено петрографічним методом.

Висновки. Отримані результати свідчать про можливість використання розроблених складів склокристалічної поливи для кераміки господарчого призначення та також в якості лицевальних матеріалів для харчоблоків та хімічних лабораторій.

19. Використання цукрогліцеридів у виробництві соусів

Юлія Коробка, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Цукрогліцериди складаються із звичайних харчових продуктів: цукру і жиру або жирних кислот і були б ідеальними харчовими емульгаторами з величинами ГЛБ від 3 до 16, попри двох недоліків:

- дуже складне отримання, потребують дорогого очищення від побічних продуктів, каталізаторів і розчинників, що значно підвищує вартість продукту;

- ефіри сахарози важко розчиняються, їх переробка вимагає використання розчинників.

Моноєфіри сильно знижують поверхневий натяг на межі поділу фаз масло-вода, вони є гарними емульгаторами емульсії типу «маслоу воді». Ді- і три ефіри менш гідрофільні і не розчиняються ні у воді, ні в жирі.

Цукрогліцериди зареєстровані як харчова добавка E474, дозволена у Європейському союзі для використання в якості емульгатора і стабілізатора олійно-водних емульсій у ряді харчових продуктів відповідно до Директиви 95/2/ЄС. Добавка E474 зберігає в'язкість і поліпшує консистенцію харчових продуктів.

Матеріали та методи. Згідно розробленої рецептури було приготовано 2 зразки соусів – зі вмістом цукрогліцеридів відповідно 1 % (зразок № 1) та 5 % (зразок № 2). Обидва зразки було проаналізовано на вміст вологи, показник рН та стабільність.

Результати. *Визначення вмісту вологи* проводили прискореним методом. Було проведено 2 паралельних дослідів у двох зразках соусів. Дані, необхідні для розрахунку вологовмісту наведено в таблиці.

Таблиця

Визначення вмісту вологи

Гравіметричні дані	Зразок № 1		Зразок № 2	
Маса пустої бюкси, г	15,1	13,1	14,8	12,8
Маса бюкси до висушування, г	20,1	18,1	19,8	17,8
Маса бюкси після висушування, г	19,0	17,0	18,8	16,8

Вміст вологи обчислюють за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m}$$

За результатами дослідів можна зробити висновок, що вміст вологи в зразку № 1 22 %, а в зразку № 2 – 20%. Згідно джерела [1] вміст вологи для соусів та майонезів не більше 25%.

Визначення рН проводили згідно відомій методики. Був приготований 5 % розчин кожного соусу, який аналізували на рН-метрі. За результатами досліджень рН зразків складає: перший зразок – 6,2, другий зразок – 6,1.

Визначено стійкість емульсії, відсоток незруйнованої емульсії, який для обох зразків склав не менше 98%, що відповідає [1].

Висновки. Згідно отриманих результатів можна зробити висновки, що за основними фізико-хімічними показниками отримані зразки відповідають стандартам якості.

20. Дослідження мікроелементного складу E160D лікопіну методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Анастасія Дзюбенко, Михайло Мілюкін, Наталія Сабадаш
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метод індуктивно-зв'язаної плазми/мас-спектрометрії, ІЗП/МС (Inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP/MS) – це різновид мас-спектрометрії, яка відрізняється високою чутливістю і здатністю визначати низку металів і декількох неметалів у концентраціях до 10^{-10} %, тобто одну частинку з 10^{12} . Метод ґрунтується на використанні плазмової іонізації в якості джерела іонів, їх розподілу і детектування [1].

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано харчову добавку E160D – лікопін, яку отримують методом екстракції з червоних помідорів. Використовують у харчовій та косметичній промисловостях, вона є потужним антиоксидантом для профілактики та лікування онкозахворювань та відновлення шкіри [2, 3]. Лікопін (суміш), маса сухого залишку водної емульсії лікопіну (суміші) 732 мг, обсяг емульсії лікопіну (суміші) 200 мл. Для визначення мікроелементного складу харчової добавки E160d використовували метод ІЗП/МС (ICP/MS).

Результати. Виявлені мікроелементи можна розділити за життєвою необхідністю (сучасна класифікація):

- есенціальні – Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Se;
- умовно-есенціальні – Li, V, Ni, As;
- токсичні – Be, Al, Cd, Ba, Tl, Pb;
- потенційно токсичні – Rb, Ag, In, U.

На рисунку 1 наочно наведено рівні вмісту мікроелементного складу харчової добавки E160d лікопіну та більш детально – у таблиці.

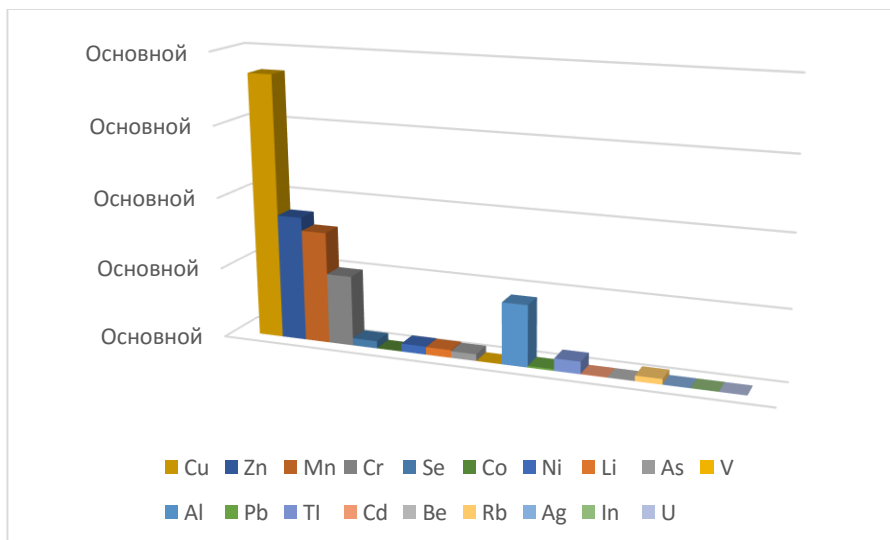


Рис. Мікроелементний склад (мкг/л) лікопіну – харчової добавки E160d

Таблиця

Мікроелементний склад (мкг/л) харчової добавки E160D лікопіну

Елемент	Три послідовних дослідів			Хсер	S	Хсер ± S	S, %
	№ 1	№ 2	№ 3				
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8
Cu	3,98	3,47	3,64	3,70	0,258	3,70±0,26	7,0
Zn	2,01	1,72	1,53	1,75	0,241	1,75±0,24	13,7
Mn	1,33	1,76	1,63	1,57	0,219	1,57±0,22	13,9
Cr	1,24	0,975	0,760	0,993	0,242	0,993±0,242	24,4
Se	0,094	0,097	0,122	0,104	0,015	0,104±0,015	14,4
Co	0,004	0,003	0,005	0,004	0,001	0,004±0,001	25,5
Ni	0,130	0,122	0,093	0,115	0,019	0,115±0,019	16,6
Li	0,101	0,109	0,116	0,109	0,008	0,109±0,008	7,0
As	0,100	0,085	0,100	0,095	0,009	0,095±0,009	9,5
V	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001±0,0003	28,0
Al	1,228	0,755	0,638	0,874	0,312	0,874±0,312	35,8
Pb	0,030	0,023	0,023	0,025	0,004	0,025±0,004	14,7
Tl	0,018	0,015	0,019	0,018	0,002	0,018±0,002	12,0
Cd	0,004	0,006	0,006	0,005	0,001	0,005±0,001	19,9
Be	0,005	0,005	0,004	0,004	0,001	0,004±0,001	16,6
Rb	0,085	0,079	0,070	0,078	0,008	0,078±0,008	10,2
Ag	0,003	0,005	0,003	0,004	0,001	0,004±0,001	19,9
In	0,003	0,003	0,004	0,003	0,0001	0,003±0,0001	2,5
U	0,002	0,002	0,003	0,002	0,0006	0,002±0,0006	31,7

Висновки. За допомогою даного дослідження встановлено, що найбільше міститься у харчовій добавці E160d есенціальних мікроелементів – від 0,004 до 3,7 мкг/л, токсичних – від 0,004 до 0,87 мкг/л, умовно-есенціальних – від 0,001 до 0,115 мкг/л і найменше потенційно токсичних – від 0,0018 до 0,078 мкг/л.

Отже, можна зробити висновок, що добавка містить велику кількість корисних мікроелементів і мінімально забруднена токсичними, що підтверджує її позитивний вплив на організм. Дане дослідження підтверджує гранично допустимий рівень харчової добавки E160d, який становить 100мг/кг [4].

Література

1. Ковров О. С., Зворигін К.О. Визначення вмісту важких металів у сольових батарейках та акумуляторах. Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». Дніпро. С. 165–172.
2. Природные антиоксиданты пищевых продуктов: монография / М.О. Полумбрик, З.В. Ловкис, И.М. Почичкая [и др.]. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. 158 с.
3. Отгавей П. Б. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база. 2010. 312с.
4. Про затвердження Санітарних правил і норм по застосуванню харчових добавок: закон за станом на 23.07.1998. Міністерство охорони здоров'я України, 16.12.1996, № 222.

21. Розроблення рецептури бальзаму для губ з карнаубським воском E903

Поліна Горкуненко, Наталія Сабадаш

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Карнаубський віск E903 – найтвердіший із відомих природних восків із температурою плавлення 80-86 °С, що робить його унікальним порівняно з іншими природними восками. Він містить більше ефірів (близько 85%), але менше воскових кислот (2...3%) порівняно з бджолиним воском. Карнаубський віск добре поєднується з оліями, жирами та іншими восками, що обумовлює його широке використання в рецептурах туші для вій, рум'яни, рідкої пудри, кулькових дезодорантів тощо. Висока температура плавлення та твердість роблять його важливим структуроутворюючим інгредієнтом для губних помад, щоб запобігти їх таненню при більш високих температурах (наприклад, при перебуванні на сонці). Крім цього він надає гарного блиску губній помаді [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури, здійснено аналіз властивостей карнаубського воску та розроблено рецептуру бальзаму для губ з карнаубським воском E903.

Результати. Для розроблення рецептури губної помади використовували наступні інгредієнти: Ricinus Communis Seed Oil, Theobroma Cacao Seed Butter, Persea Gratissima (Avocado) Oil, Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil, Cocos Nucifera (Coconut) Oil, Copernicia Cerifera (Carnauba) Wax, Tocopherol, Vitamin F, Benzyl Alcohol, Ethylhexylglycerin, Aroma.

В ході досліджень було розроблено рецептуру бальзаму для губ з карнаубським воском. Було отримано чотири зразки бальзаму для губ, кількість карнаубського воску в яких становила 3, 4, 5, 6 %, відповідно. В контрольний зразок карнаубський віск не додавали. При вивченні органолептичних властивостей було відібрано групу експертів, яка складалась з 15 чоловік. Аналіз проводили в однакових умовах для всіх членів експертної комісії у приміщенні з температурою повітря (20±2)°С. Оцінювали зразки за 10 бальною шкалою, де 10...9 балів – дуже приємно, 8...7 балів – приємно, 6...5 балів – посередньо, 4...3 бали – неприємно, 2...1 бали – погано (табл.).

Органолептичні показники зразків бальзаму для губ з карнаубським воском

Критерій	Контроль	Масова частка карнаубського воску, %			
		3%	4%	5%	6%
Зовнішній вигляд	4,0	8,0	9,0	10,0	10,0
Колір	6,0	7,0	8,0	9,0	8,0
Запах	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Легкість нанесення	4,5	8,0	9,0	9,5	7,5
Липкість	10,0	9,5	7,5	5,0	2,0
Відчуття після нанесення	1,0	5,5	7,5	9,0	4,0

Було проведено визначення органолептичних показників, а саме: зовнішній вигляд, колір, запах, легкість нанесення, липкість та відчуття після нанесення, також було проведено визначення фізико-хімічних показників. Всі зразки відповідають вимогам ДСТУ 4774:2007 «Вироби косметичні для макіяжу на жировосковій основі»

Висновки. Результати проведеного аналізу показали, що найдоцільніше карнаубський віск вводити в бальзам для губ в кількості 5% (зразок 3). Даний зразок має найкращий зовнішній вигляд, колір, легкість нанесення і відчуття після нанесення.

Література

1. Williams D.F. Waxes Used in Cosmetics / D.F. Williams. // Making Cosmetics Inc. – 2010. – С. 2.

22. Визначення поверхнево-активних речовин у дитячій косметиці

Юлія Коробка¹, Галина Біла¹, Надія Антрапцева²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

Вступ. Одним з найбільш популярних продуктів дитячої косметичної промисловості є шампуні, ринок яких стає дедалі різноманітнішим. Шампунь – це засіб для догляду за волоссям голови і шкіри. Його основна функція – видалення жиру, забруднень, відмерлих клітин з волосся і шкіри голови.

Сьогодення диктує жорсткі вимоги щодо косметичних технологій, особливо це стосується шампунів для дітей.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктами дослідження обрано два зразки дитячих шампунів: №1 – «Fa Kids: шампунь-гель для душу для хлопчиків» та №2 – «Ясне сонечко: дитяча пінка-шампунь без сліз». Визначення числа омилення та кислотного числа виконували із застосуванням стандартизованих методик для визначення кількості і типу ПАР за ДСТУ 4315:2004 «Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся».

Результати. Згідно даних про склад досліджуваних шампунів, зазначених на упаковці, вони містять декілька видів ПАР, а саме: аніонні, амфотерні та неіоногенні.

Наявність ПАР визначали за допомогою числа омилення (ЧО) та кислотного числа (КЧ). Результати наведено в табл.1. і 2.

Таблиця 1

Кількість 0.5 н розчину НСІ витраченого для знебарвлення індикатора

Зразок	Об'єм 0.5 н розчину НСІ, мл			Δ
Шампунь №1	20,9	20,9	20,8	20,866
Шампунь №2	20,9	20,8	20,9	20,866
Контроль	21,7	21,7	21,7	21,7

Для шампуню №1: ЧО₁ = 26,698, ЧО₂ = 26,698, ЧО₃ = 30,035

Для шампуню №2: ЧО₁ = 26,802, ЧО₂ = 30,152, ЧО₃ = 26,802

Таблиця 2

Кількість витраченого 0.1 н спиртового розчину КОН для зміни забарвлення індикатора

Зразок	Об'єм 0.1 н розчину КОН, мл			Δ
Шампунь №1	0,4	0,4	0,3	0,366
Шампунь №2	0,1	0,05	0,1	0,083
Контроль	0,6	0,6	0,6	0,6

Для шампуню №1: КЧ₁ = 7,75, КЧ₂ = 7,75, КЧ₃ = 5,813

Для шампуню №2: КЧ₁ = 2,007, КЧ₂ = 1,003, КЧ₃ = 2,007

Висновки. Проведено визначення ПАР за значеннями кислотного числа і числа омилення дитячих шампунів «Fa Kids: шампунь-гель для душу для хлопчиків» і «Ясне сонечко: дитяча пінка-шампунь без сліз».

Встановлено, що ЧО у зразку 1 становить 27,81, у зразку 2 – 27,92, відповідно. КЧ у зразку 1 становить 7,1, у зразку 2 – 1,67, відповідно. Одержані значення ЧО і КЧ свідчать про допустимі норми ПАР у дитячих шампунях.

23. Вибір умов термографічних досліджень гідратованих фосфатів

Володимир Кравець, Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Термообробка кристалогідратів є одним з найбільш технологічних способів одержання безводних солей та матеріалів на їх основі. Для вибору оптимальних умов одержання продуктів зневоднення використовують термоаналітичні методи дослідження.

Мета даної роботи – встановити вплив швидкості нагрівання зразку $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$ на взаємозв'язок процесів дегідратації і кристалізації.

Об'єкти та методи дослідження. Манган(II) дифосфат пентагідрат одержували взаємодією водних розчинів манган(II) сульфату і калію дифосфату. Основним експериментальним методом дослідження обраний диференціально-термічний аналіз (ДТА), якій виконували за допомогою дериватографа Q-1500 D в умовах динамічного (швидкість нагрівання 10.0; 5.0 і 2.5 град./хв.) і квазіізотермічного режимів нагрівання, аналогічно описаному в [1].

Результати та їх обговорення. Відповідно до результатів ДТА, нагрівання $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$ із швидкістю 2.5 град./хв. супроводжується глибоким ендотермічним ефектом в інтервалі 623 – 668 К. Втрати маси зразка при цьому складають 0.5 моль H_2O . Ці дані повністю відповідають традиційним уявленням про те, що видалення з гідрату води супроводжується ендотермічним ефектом.

За збільшення швидкості нагрівання з 2.5 до 10 град./хв. практично в тому ж інтервалі температур (623 – 683 К) видалення тих же 0.5 моль H_2O супроводжувалось появою на кривій ДТА чіткого екзотермічного ефекту.

Рентгенофазовим аналізом встановлено, що продукти часткового зневоднення $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$, одержані при температурі початку ендотермічного ефекту (623 К, швидкість нагрівання 2.5 град./хв.), мають кристалічну структуру, яка після нього (668 К) не змінюється. Той же продукт зневоднення, одержаний нагріванням із швидкістю 10.0 град./хв., є рентгеноаморфною фазою, яка кристалізується після екзотермічного ефекту в області 623 – 683 К. Тобто хід кривої ДТА, яка описує дегідратацію за швидкості нагрівання 10 град./хв., обумовлений настанням екзотермічного процесу кристалізації. Оскільки тепловий ефект кристалізації рентгеноаморфної фази перебільшує за величиною ендотермічний ефект видалення води, то крива ДТА відображує підсумок накладання одне на одного цих протилежних за знаком теплових процесів.

Висновки. Враховуючи результати ДТА, оптимальними для одержання безводного β - $Mn_2P_2O_7$ термообробкою $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$ обрані такі умови: динамічний режим нагрівання зі швидкістю 10.0 град./хв., квазіізотермічний зі швидкістю нагрівання 3.0 град./хв.

Отже, зміна режимів нагрівання кристалогідратів під час їх зневоднення значно впливає на теплові ефекти, що реєструють послідовність термічних перетворень, які відбуваються у твердій фазі.

Література

1. Антрапцева Н.М. Термические превращения дифосфатов твердого аствора $Co_{2-x}Mn_xP_2O_7 \cdot 6H_2O$ / Н.М. Антрапцева, Н.В. Ткачева // Укр. хим. журн. – 2017. – Т.77, №9-10. – С. 15-20.

24. Розроблення рецептури емульсійного крему з аскорбіновою кислотою

Тетяна Туровська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Парфумерія і косметика складають особливу групу непродовольчих товарів, без яких важко уявити повноцінне життя сучасної людини. На споживчому ринку України за обсягами продажу парфумерія і косметика на сьогодні посідають четверте місце. Вони є предметами повсякденного користування і мають стійкий попит.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження було обрано емульсійний крем. Відповідно до мети і завдання досліджень робота проводилась за наступними напрямками: дослідження ринку інноваційної продукції, вивчення властивостей об'єктів дослідження, засвоєння принципів вибору інгредієнтів, розробка і складання рецептури емульсійного крему з аскорбіновою кислотою, контролювання якості під час і після виробництва емульсійних косметичних засобів.

Результати. В даний час саме емульсійні косметичні креми є найбільш розповсюдженими на косметичному ринку, що обумовлено високою косметичною ефективністю і рентабельністю даної групи косметичних виробів. Емульсійні косметичні засоби, будучи багатоскладовими системами активної дії на шкіру, мають достатньо широкий і різноманітний склад. Крім води і жирних компонентів, обов'язкова наявність стабілізуючих добавок – ПАР, загусників, консервантів, антиоксидантів і т.д., покликані забезпечити існування стабільної системи із заданими фізико-хімічними властивостями. Вітамін С (аскорбінова кислота) – водорозчинний вітамін, який використовують як добавку у біокремах, кремах для догляду за шкірою навколо очей, кремах для проблемної шкіри та з віковими змінами. Посиліє антиоксидантні властивості вітаміну Е: покращує синтез колагену в тканинах. Має здатність легко проникати в глибокі шари шкіри, порушувати утворення ДОФА-хінону ДОФА-хрому. У зв'язку з цим вітамін С добре справляється з вибілюванням веснянок та пігментними плямами, активізує синтез колагену в шкірі. Найбільшу ефективність має стійка форма вітаміну С.

Метою роботи було розробити рецептуру емульсійного крему з аскорбіновою кислотою та запропонувати технологію його отримання. Як складові рецептур ми розглядали такі компоненти як: кислота стеаринова, віск бджолиний, олія кукурудзяна, гліцерин, натрію тетраборат, калію карбонат, вітаміни С і Е, какао-олія, ароматизатор, вода. Відповідно до [1] водневий показник хімічного крему косметичного має бути в межах 5,0 – 9,0. Проведено контроль якості розроблених зразків косметичного засобу відповідно до ДСТУ [1]. Запропоновано наступну рецептуру косметичного засобу, що містить (мас. частка, %): кислота стеаринова - 20, віск бджолиний – 3, олія кукурудзяна- 15, гліцерин – 5, натрію тетраборат – 0,8, калію карбонат – 0,8, вітамін С -2,0, вітамін Е – 2,0, какао-олія – 5,0, вода – до 46,6, ароматизатор.

Даний крем відповідає вимогам згідно з ДСТУ 4765:2007 і може бути рекомендований як косметичний засіб для догляду за шкірою.

25. Застосування природного гідроколоїду - гуміарабіку для стабілізації косметичних емульсій

Олена Тербило, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Емульсіями називають вільнодисперсні системи, які складаються з двох взаємно незмішуваних рідин. На сьогодні, косметичні емульсії поширені у засобах особистої гігієни та догляду за шкірою тіла і обличчя. Деякі переваги емульсій включають ефективну очищувальну дію, простоту нанесення та можливість одночасного застосування як водорозчинних, так і олієрозчинних інгредієнтів. Одним із основних завдань при виготовленні емульсій є розробка рецептури косметичного засобу з використанням інноваційної технології введення натуральних компонентів, відзначених сертифікатами якості COSMOS/ECOCERT та забезпечення стійкості і стабілізації готового продукту [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури та розглянуто природній гідроколоїд гуміарабік – як перспективну харчову добавку для стабілізації косметичних емульсій.

Результати. Косметичні емульсії, як правило, містять багато інгредієнтів, таких як пігменти, зволожувачі, загусники, консерванти та регулятори рН, окрім звичайних масел, восків, емульгаторів та води. Контроль органолептичних та реологічних характеристик емульсій є критичним аспектом розробки рецептури. Для досягнення стійкості емульсії необхідне застосування стабілізаторів, регуляторів консистенції, структуроутворювачів. Для того, щоб емульсія була стабільною, краплі повинні існувати як дискретні об'єкти, рівномірно розподілені у безперервній фазі. Якщо краплі недостатньо стабілізовані, вони будуть згортатися при зіткненні під час змішування або внаслідок броунівського руху. Цей процес називається коалесценцією, і він призводить до грубого поділу двох рідких фаз або "розриву" емульсії (рис.1) [1].

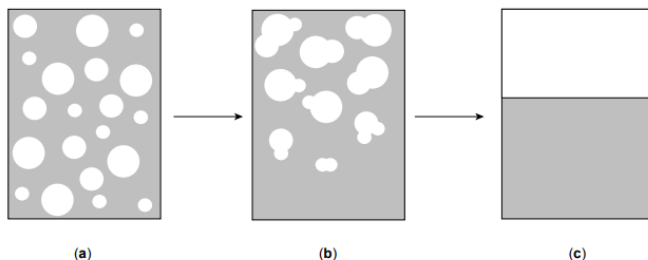


Рис. 1 Розширення емульсії

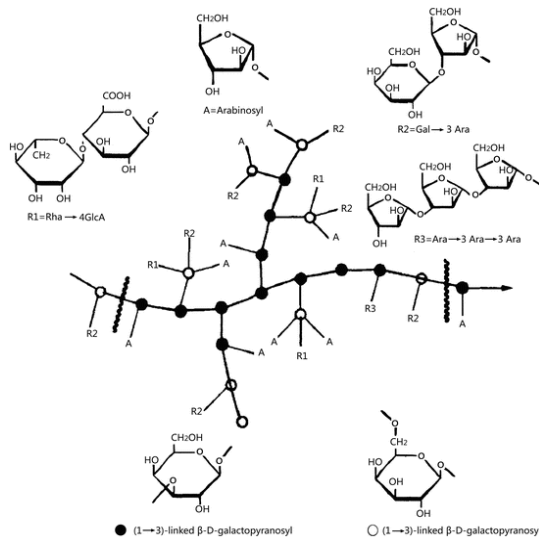
Стабільність емульсії – складне явище, в якому взаємодія між частинками, їх розміром і формою відіграють важливу роль. Теоретично швидкість падіння частки визначається класичною формулою Стокса: швидкість осідання прямо пропорційно залежить від радіуса частинок дисперсної фази, різниці щільності дисперсної фази і дисперсійного середовища і обернено пропорційна в'язкості дисперсійного середовища:

$$V = \frac{2r^2(d_1 - d_2)g}{9\eta}$$

Якщо емульсія електростатично стабілізована іонними поверхнево-активними речовинами, тоді криву потенціальної енергії можна розрахувати, використовуючи виміряні величини краплі та дзета-потенціал. Дзета-потенціал є мірою

електростатичної взаємодії (відштовхування або притягання) між частинками, а також одним з основних параметрів, що впливають на стабільність дисперсних систем [1].

Гуміарабік проявляє себе як гарний емульгатор, плівкоутворювальний засіб,



поверхнево-захисний колоїд, стабілізатор емульсій, загусник, структуроутворювач, текстуризатор, пластифікатор завдяки своїй будові та фізико-хімічним властивостям.

Він складається з галактанового кору: β-(1→3) - зв'язаних 116 залишків D-галактопіранози, який, у свою чергу, розгалужується β-(1→6) - зв'язками іншими моносахаридними ланками (L-арабіноза, L-рамноза, D-глюкуронова кислота, 4-O-метилглюкуронова кислота). Залишки рамнози, уронових кислот та арабінози у фуранозній формі розташовані на периферії молекули (Рис.2). Уронові кислоти в

природному полімері зустрічаються у вигляді солей магнію, калію та кальцію [2].

Найчастіше гуміарабік зустрічається в масках для обличчя на гелевій основі, зволожуючих кремах для обличчя, рідких милах для рук, підводках для очей, тушах для вій, а також в гігієнічних помадах. Зазвичай його комбінують з іншими природними гідроколоїдами такими як ксантанова камедь, камедь рожкового дерева та інші. Важливим є їх співвідношення, у правильно підбраному співвідношенні вони забезпечують більш стійку кремову структуру та стабільність емульсії [1, 2].

Висновки. Використання натурального природного гідроколоїду гуміарабіку може забезпечити стабільність косметичної емульсії, а також у поєднанні з іншими гідроколоїдами надати більш високих показників якості цих продуктів. Розрахувати теоретично стабільність емульсії можна використовуючи закон Стокса та практично вимірюючи дзета-потенціал або використовуючи інші відомі методики.

Література

1. Kirk-Othmer 'Chemical Technology of Cosmetics' by Wiley, 2013. 835 p.
2. Kennedy J. F., Phillips G. O., Williams P. A. Gum Arabic. Royal Society of Chemistry. Hardback, 2011. 372 p.

26. Перспективи використання керамогранітних плит з антибактеріальним ефектом для облаштування робочих приміщень підприємств громадського харчування

Олеся Романова

Національний університет харчових технологій

Володимир Іголкін, Олена Федоренко

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Вступ. В доповіді обговорюються питання, що стосуються теоретичних і технологічних принципів одержання керамічних облицювальних матеріалів з антибактеріальним ефектом, призначених для облаштування приміщень та робочих поверхонь харчоблоків закладів громадського користування та виробничих приміщень підприємств ресторанного господарства.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єкти дослідження – керамогранітні плитки для облицювання стін та підлоги, а також великоформатні плити для облаштування робочих поверхонь, що володіють бактерицидними властивостями. Характеристики бактерицидності і фунгіцидності матеріалів визначали методами бактеріологічного дослідження умовно-патогенних мікроорганізмів з використанням дифузійного методу.

Результати та їх обговорення. Однією з важливих соціальних завдань є захист населення від шкідливого впливу патогенних мікроорганізмів. Перш за все, антибактеріального захисту потребують місця громадського користування, зокрема харчоблоки лікарень, дошкільних, навчальних і оздоровчих закладів, військових частин, промислових підприємств, а також виробничих приміщень різних закладів ресторанного господарства.

Створенню і використанню матеріалів з антибактеріальними властивостями приділяється багато уваги. Сьогодні вже відомі метали, пластмаси, стекла, а також керамічні та композиційні матеріали, здатні зменшувати шкідливу дію бактерій, грибів і продуктів їх метаболізму. Ефективність і перспективність застосування саме керамогранітних плит, що містять бактерицидні компоненти, обумовлена їх істотними перевагами в порівнянні з іншими матеріалами: вони забезпечують постійний антибактеріальний захист проти широкого спектру бактерій за будь-яких умов освітлення, мають довгий термін служби поверхні, а також тривалий час зберігають чудові естетичні і технічні характеристики. Активні поверхні таких матеріалів запобігають поселенню та розмноженню бактерій, плісняви та патогенних грибків, усувають неприємні запахи та забезпечують легке видалення забруднень. Крім того, плитка товщиною до 6 мм є легкою, довговічною, екологічно чистою.

Антибактеріальні властивості переважної більшості облицювальних матеріалів пов'язують з процесом окиснення і руйнування структурних складових бактерій, викликаним фотокаталізом, що активується ультрафіолетовим випромінюванням. Антибактеріальний ефект, який не потребує активації зовнішніми агентами (УФ-випромінювання), демонструють матеріали, що містять наночастки срібла [1], які характеризуються високою спорідненістю до сірки і блокують активні каталітичні центри ферментів. Однак антимікробна активність таких матеріалів у великій мірі залежить від форми та розмірів наночасток Ag [2]. Крім того, срібло як бактерицидний агент, не тільки істотно підвищує собівартість виробів, але й здатне накопичуватись в організмі людини, спричиняючи аргірію, яка проявляється у незворотній пігментації кожних покривів та очей.

Метою досліджень є створення керамогранітних плит з пролонгованим

антибактеріальним ефектом стосовно широкого спектру бактерій при використанні доступних і екологічно безпечних компонентів. Для реалізації задачі досліджували ефективність оксидів олова та цинку як бактерицидних наповнювачів керамічних мас. Такий вибір обумовлений тим, що згідно гігієнічних діючих нормативів (ГН 2.3.3.972-00) катіони Sn^{4+} , Zn^{2+} є токсичними для патогенних мікроорганізмів в концентраціях, що не перевищують допустимих кількостей міграції (ДМК) для людського організму.

Біоцидні компоненти вводили на етапі приготування керамічної маси у вигляді нанопорошків в кількості 4 мас. % (понад 100% на суху речовину). Як базову використовували масу ПрАТ «ХПЗ» для виготовлення керамограніту. Зразки виготовляли за наближеною до заводської технологією. З використанням дифузійного методу (шляхом вимірювання діаметру зони інгібування навколо диску і за показником ефективності антибактеріальних властивостей) встановлено, що зразки мають значну бактерицидну дію (діаметр зони затримки росту кишкової палички *Escherichia coli* після 24 годинної експозиції при сталій концентрації колоніє утворюючих одиниць ($\text{KYO} = 10^7$ клітин/мл) складав ~18-20 мм).

Висновки. Встановлено, що керамогранітні плити, які містять оксиди SnO і ZnO в кількості 4 мас. % (понад 100 % на суху речовину), володіють антибактеріальними властивостями відносно патогенних бактерій *Escherichia coli*. Показано перспективність використання екологічно безпечних облицювальних матеріалів, які пригнічують токсичну дію патогенних мікроорганізмів, для облаштування стін, підлог та робочих поверхонь хар-чоблоків громадських закладів та виробничих приміщень підприємств ресторанного господарства.

Література

1. Seabra M. P., Grave L., Oliveira C., Alves A., Correia A., Labrincha J. A. (2014) Porcelain stoneware tiles with antimicrobial action. *Ceramics International*. Vol. 40, Iss. 4. P. 6063-6070.
2. Ja Young Cheon, Su Jun Kim, Young Ha Rhee, Oh Hyeong Kwon, Won Ho Park (2019) Shape-dependent antimicrobial activities of silver nanoparticles. *Int. J. Nanomedicine*. Vol. 14. P. 2773–2780.

27. Дослідження екстракту момордики харантія методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Богдана Ніколасенко, Тетяна Бойчук, Михайло Мілюкін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наразі набуло популярності використання екстрактів рослин у косметичній та фармацевтичній промисловості, які володіють антимікробними, протизапальними та вітамінними властивостями.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано екстракт листків момордики харантія – лікарської рослини, яка має багато корисних властивостей для організму людини; листя момордики харантія доведено до повітряно-сухого стану, маса листя 0,7288 г, об'єм етилового спирту (96 %) в кінцевому екстракті 136 мл, сухий залишок екстракту становить 168,64 мг.

Результати. Для визначення мікроелементного складу екстракту момордики харантія було обрано метод мас-спектрометрії з індуктивною зв'язаною плазмою (МС/ІЗП). Результати дослідження представлені у вигляді таблиці, де розраховано середнє арифметичне значень експериментальних даних ($X_{\text{сер}}$) \pm стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу, яким були одержані результати (S), тобто ($X_{\text{сер}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення S_n , %.

Таблиця Мікроелементний склад спиртового екстракту момордики харантія

Елемент	Кількість спроб			$X_{\text{сер}} \pm S$, мкг/л	S_n , %
	I	II	III		
Li	2,00	2,23	2,03	$2,09 \pm 0,13$	6,01
Al	8,89	7,17	7,71	$7,93 \pm 0,88$	11,13
V	0,08	0,09	0,08	$0,08 \pm 0,01$	8,58
Cr	35,58	76,21	53,66	$55,20 \pm 20,40$	36,91
Mn	7,19	8,56	7,56	$7,77 \pm 0,71$	9,14
Co	0,08	0,05	0,07	$0,07 \pm 0,01$	20,08
Ni	4,04	3,82	3,77	$3,88 \pm 0,14$	3,72
Cu	20,76	21,76	20,40	$20,98 \pm 0,70$	3,34
Zn	117,7	137,9	122,7	$126,1 \pm 10,5$	8,34
Ga	0,30	0,44	0,36	$0,37 \pm 0,07$	18,53
As	1,95	3,02	2,39	$2,45 \pm 0,54$	21,95
Se	4,13	3,11	2,37	$3,20 \pm 0,88$	27,59
Rb	9,27	10,2	9,34	$9,60 \pm 0,52$	5,4
Sr	19,30	25,47	21,49	$22,09 \pm 3,13$	14,16
Ag	0,091	0,093	0,090	$0,091 \pm 0,002$	2,34
Cd	0,08	0,20	0,14	$0,14 \pm 0,06$	43,51
In	0,017	0,023	0,019	$0,019 \pm 0,003$	16,19
Ba	9,02	11,44	9,82	$10,09 \pm 1,23$	12,22
Tl	0,014	0,015	0,015	$0,015 \pm 0,0004$	2,7
Pb	0,60	0,49	0,52	$0,54 \pm 0,06$	10,55
Bi	0,018	0,02	0,018	$0,019 \pm 0,002$	8,16
U	0,015	0,016	0,015	$0,015 \pm 0,0004$	2,3

Висновки. У ході дослідження було визначено мікроелементний склад екстракту листків момордики харантія, який виявився безпечним, для подальшого використання його у косметичній та фармацевтичній сферах.

28. Дослідження мікроелементного складу винної кислоти методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Максим Пашкевич, Ігор Фесич, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Винна кислота необхідна у харчовій та косметичній промисловості в ролі підкислювача, регулятора кислотності, синергіста антиоксидантів і каталізатора гідролізу та інверсії отриманого природним шляхом. Дана добавка гарантує успіх при використанні у більшості харчових продуктів та косметичних засобів, завдяки широкому діапазону використання та своїм властивостям. Тому надзвичайно важливим є дослідження мікроелементного складу даної добавки.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обрано винну кислоту 99,5 %. Маса винної кислоти 19,4333 г, об'єм розчину 200 мл, метод визначення мікроелементного складу ІЗП/МС (ICP/MS). Перед дослідженням розчин профільтрували через мембранний фільтр 0,45 мкм фірми «Durgore».

Результати. Мікроелементний склад винної кислоти наведено в таблиці, розраховано середнє арифметичне значення експериментальних даних ($X_{\text{сер}}$), стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу, яким були одержані результати (S), тобто ($X_{\text{сер}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення S_n , %.

Таблиця. **Визначення складу винної кислоти методом ICP/MS**

Елемент	Три послідовних досліди			$X_{\text{сер}}$	S	$X_{\text{сер}} \pm S$	S, %
	№ 1	№ 2	№ 3				
1	2	3	4	5	6	7	8
Li	0,008	0,024	0,021	0,018	0,008	0,018±0,008	46,24
Be	0,011	0,014	0,012	0,012	0,002	0,012±0,002	13,46
Al	49,55	50,10	50,08	49,91	0,312	49,91±0,312	0,63
V	0,060	0,066	0,063	0,063	0,003	0,063±0,003	4,43
Cr	118,6	120,0	120,8	119,8	1,113	119,8±1,113	0,93
Mn	3,811	3,869	3,836	3,839	0,030	3,839±0,030	0,76
Co	0,106	0,097	0,088	0,097	0,009	0,097±0,009	9,28
Ni	1,879	2,026	1,936	1,947	0,074	1,947±0,074	3,81
Cu	7,820	7,958	7,982	7,920	0,087	7,920±0,087	1,11
Zn	58,76	60,74	60,34	59,95	1,047	59,95±1,047	1,75
Ga	6,031	6,176	6,278	6,162	0,124	6,162±0,124	2,01
As	4,672	4,737	4,747	4,719	0,041	4,719±0,041	0,86
Se	0,324	0,487	0,838	0,550	0,263	0,550±0,263	47,77
Rb	0,771	0,760	0,753	0,761	0,009	0,761±0,009	1,18
Sr	5,869	5,892	5,844	5,868	0,024	5,868±0,024	0,41
Ag	0,042	0,038	0,041	0,040	0,002	0,040±0,002	4,59
Cd	0,066	0,050	0,048	0,054	0,010	0,054±0,010	18,05
In	0,0006	0,0009	0,0017	0,001	0,001	0,001±0,001	51,65

Висновки. В винній кислоті визначено мікроелементний склад для 24 елементів. Встановлено, що найбільше всього в добавці таких елементів як: Cr, Zn, Al. Рівні вмісту токсичних елементів не становлять загрози для цільового продукту.

29. Дослідження мікроелементного складу спиртового екстракту лаванди методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Альона Рябінчук, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день в харчових технологіях широко застосовують спиртові витяжки глухокропивних та розових рослин: екстракт троянди, шишини, спіреї, чебрецю, меліси та інші. Серед різноманіття рослин, одним з перспективних екстрактів для харчової і косметичних галузі є спиртовий лавандовий екстракт.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обрано спиртовий екстракт лаванди. Маса сухого залишку екстракту – 778 мг, об'єм спирту в кінцевому екстракті – 200 мл, метод визначення мікроелементного складу – ІЗП/МС (ICP/MS).

Результати. Мікроелементний склад екстракту лаванди наведено в таблиці, розраховано середнє арифметичне значення експериментальних даних ($X_{\text{сер}}$), стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу, яким були одержані результати (S), тобто ($X_{\text{сер}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення Sn, %.

Таблиця

Визначення складу екстракту лаванди (мкг/л) методом ІЗП/МС (ICP/MS)

Елемент	Три послідовних досліді			Xсер	S	Xсер ± S	S, %
	№ 1	№ 2	№ 3				
Li	0,199	2,230	2,030	2,086	0,125	2,086±0,125	6,0
Al	8,89	7,17	7,71	7,93	0,882	7,93±0,88	11,1
V	0,076	0,089	0,079	0,082	0,007	0,082±0,007	8,6
Cr	35,58	76,21	56,62	55,15	20,35	55,15±20,35	36,9
Mn	7,19	8,563	7,561	7,77	0,710	7,77±0,71	9,1
Co	0,081	0,054	0,065	0,067	0,013	0,067±0,013	20,1
Ni	4,04	3,82	3,77	3,88	0,144	3,88±0,14	3,7
Cu	20,76	21,76	20,41	20,98	0,701	20,98±0,70	3,3
Zn	117,7	137,9	122,6	126,1	10,52	126,1±10,5	8,3
Ga	0,307	0,443	0,360	0,370	0,068	0,370±0,068	18,5
As	1,95	3,02	2,385	2,451	0,538	2,45±0,54	21,9
Se	4,13	3,11	2,37	3,203	0,883	3,20±0,88	27,6
Rb	9,27	10,20	9,34	9,603	0,518	9,60±0,52	5,4
Sr	19,30	25,47	21,48	22,08	3,128	22,08±3,13	14,2
Ag	0,092	0,092	0,088	0,091	0,002	0,091±0,002	2,4
Cd	0,082	0,207	0,139	0,143	0,006	0,143±0,006	43,5
In	0,016	0,022	0,018	0,018	0,003	0,018±0,003	16,2
Ba	9,02	11,44	9,82	10,09	1,233	10,09±1,23	12,2
Tl	0,014	0,014	0,014	0,014	0,0003	0,014±0,0003	2,7
Pb	0,598	0,487	0,521	0,535	0,056	0,535±0,056	10,5
Bi	0,017	0,021	0,018	0,018	0,001	0,018±0,001	8,2
U	0,014	0,015	0,015	0,015	0,0003	0,015±0,0003	2,3

Висновки. Визначено мікроелементний склад екстракту для 24 елементів. Встановлено, що в найбільшій кількості містяться Cu, Zn, Al, Cr. Рівні вмісту токсичних елементів не становлять загрози для подальшого використання екстракту.

30. Фумарова кислота E 297: застосування в харчовій технології, особливості виробництва

Анастасія Білим, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фумарова кислота у харчовій промисловості більш відома під кодом E297. З 1946 року використовується в якості харчової добавки – підкислювача та регулятора кислотності.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування та ринку виробництва харчової добавки E297.

Результати. Фумарова кислота (харчова добавка E297) являє собою безбарвні або білі кристали, що не володіють запахом, що характеризуються гострим кислим фруктовим смаком. Добавка E297, як хімічний елемент присутній в будь-яких живих клітинах, будучи учасником циклу лимонної кислоти. У природі фумарова кислота у великих кількостях міститься в лишайниках, ірландському моху і аптечної Рутка. Клітини шкіри людини природним чином виробляють фумарову кислоту під дією сонячного світла. Найчастіше регулятор кислотності E297 додають при виготовленні напоїв, льодяників і випічки. У деяких випадках, добавка E297 використовується як замітник лимонної або винної кислоти. Фумарову кислоту додають у фруктові консерви, мармелад з цитрусовим смаком, кондитерські вироби. Також добавка E297 використовується в виготовленні порошкоподібних основ для напоїв з фруктовим смаком, розчинного чаю, жувальної гумки, різних порошоків для приготування фруктових десертів (желе). Інші застосування фумарової кислоти: використовується для отримання янтарної і яблучної кислот; застосовується при виробництві засобів гігієни; розчин фумарової кислоти використовують при лікуванні псоріазу. Вперше фумарова кислота була отримана з бурштинової кислоти. В даний час промисловий синтез добавки E297 відбувається за участю малеїнової кислоти і каталізаторів у водних розчинах при низьких рН. Малеїнова кислота доступна в великих обсягах, як продукт гідролізу малеїнового ангідриду, який в свою чергу є продуктом каталітичного окислення бензолу і бутану.

Висновки. Було проведено пошук та аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел стосовно фізико-хімічних властивостей фумарової кислоти, спектру її застосування у харчовій промисловості та інших галузях.

Література

1. UK Food Standards Agency: "Current EU approved additives and their E Numbers". Retrieved 2011-10-27.
2. Fumaric Acid - The Chemical Company". The Chemical Company. Retrieved 2018-04-22.

31. Лактат магнію E329: аналіз ринку, особливості виробництва

Мирослава Скобленко, Олена Подобій

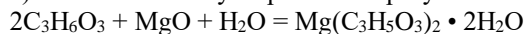
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зростаючий попит на дієтичні та харчові добавки для забезпечення збалансованого харчування зумовлює попит на лактат магнію. Це підтверджується зростаючим впровадженням здорового способу життя та підвищенням обізнаності щодо важливості макро- та мікроелементів у людському організмі. Крім того, ці добавки можна придбати без рецепта, що суттєво збільшило їх продаж. Сприятливі урядові ініціативи щодо сприяння збагаченню харчових продуктів та боротьбі з нестачею мінералів сприятимуть подальшому зростанню ринку. З цієї причини продукт часто вважають важливою добавкою до їжі, напоїв.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування та ринку виробництва харчової добавки E 329.

Результати. Лактат магнію (L, DL) - це магнієва сіль молочної кислоти, відома як харчова добавка E329 [2]. Харчова добавка, може існувати в двох формах: L, DL. Вивчення розчинності лактату магнію при різних температурах показало, що DL-лактат магнію більш ніж в 2 рази поступається L-лактату магнію по розчинності у воді, показником вкрай важливого в харчових технологіях, тому в подальшій роботі розглядається технологія тільки L-формі. Розчинність L-лактату магнію при збільшенні температури змінюється незначно, тому для виділення готового продукту слід використовувати ізотермічну кристалізацію (створення пересичення за рахунок видалення частини розчинника шляхом випаровування).

В якості сировини обрані оксид магнію і L-молочна кислота (масова частка основної речовини 80%). Лактат магнію утворюється в результаті наступної реакції:



Встановлено, що на швидкість реакції впливають:

- співвідношення реагентів (чим більше масова частка води, тим швидше йде реакція, але потрібно більше часу і енергії на впарювання розчину; надлишок молочної кислоти прискорює реакцію, але не прореагували з оксидом магнію молочна кислота буде губитися при промиванні кристалів лактату магнію);
- послідовність і швидкість введення компонентів;
- температура і рН (збільшення температури з 40 °С до 90 °С і зниження рН з 9 до 5 прискорюють реакцію, але збільшують витрату енергії і молочної кислоти).

Для готового продукту (L-лактату магнію) при температурі 20 °С приймаємо значення рН розчинах масовою часткою 5% в діапазоні від 7,2 до 7,5. В інтервалі температур від 60 °С до 90 °С оптимальним співвідношенням між L-молочною кислотою, оксидом магнію і водою є 1,0: 0,18: 1,5.

У харчовій промисловості E329 виконує роль антиоксиданту, регулятора кислотності, покращувача хліба і борошна та замітника кухонної солі. В Україні ця харчова добавка заборонена. Крім того, можна використовувати в деяких продуктах (наприклад, в заморожених виробках) відповідно до технології їх виготовлення.

Допустиме добове вживання лактат магнію не визначене. Однак лактати не рекомендують використовувати в дитячому харчуванні. Можливі небезпеки по гігієнічним нормам відсутні. Також не рекомендується вживати лактати людям, які страждають поганий непереносимістю лактози. Але для дітей добавка E329 не підходить, тому що вони ще не володіють необхідними для її переробки ферментами - тому у них можливі алергічні реакції.

32. Вміст неіоногенних ПАР в дитячих шампунях

Юлія Коробка¹, Галина Біла¹, Надія Антрапцева²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

Вступ. Дитячі шампуні – це зазвичай м'які миючі засоби, що не подразнюють очі. У них використовують найм'якші миючі компоненти, а також кондиціонуючі добавки. Так як у дітей виробляється менше шкірного сала, ніж у дорослих, то їх не рекомендують використовувати дорослим. Єдиний виняток складають шампуні для щоденного застосування. Неіоногенні ПАР мають ряд переваг перед іоногенними: нейтральність, стійкість до жорсткої води, ефективність в кислих, лужних і нейтральних середовищах, стійкість до речовин, що викликають гідроліз.

Найбільш поширені ПАР цієї групи отримують взаємодією гідрофобних оксосполук, наприклад, спиртів або алкіл фенолів з окисом етилену.

Матеріали та методи. Для дослідження неіоногенних ПАР обрано два зразки дитячих шампунів: шампунь №1 – «Fa Kids: шампунь-гель для душу для хлопчиків»; шампунь №2 – «Ясне сонечко: дитяча пінка-шампунь без сліз».

Результати. Залежно від будови гідрофобної частини молекули, тобто в залежності від того, які вихідні речовини є основою протондонорами для оксиетильовання, неіоногенні ПАР поділяють на 10 груп: оксиетильовані спирти; оксиалкільовані спирти; оксиетильовані алкілкарбонові кислоти; оксиалкільовані алкілкарбонові кислоти; оксиетильовані алкілфеноли; оксиалкільовані алкілфеноли; оксиетильовані алкіламіни; оксиалкільовані алкіламіни; оксиетильовані алкілоламіди алкілкарбонових кислот; оксиалкільовані алкілоламіди алкілкарбонових кислот.

В ході дослідження визначено НПАР, які містяться в складі дитячих шампунів «Fa Kids» і «Ясне сонечко»:

1. Каприлил/каприл глюкозид (шампунь № 1)
2. Кокоглюкозид (шампунь № 1 і № 2)
3. ПЕГ-7 гліцерил кокоат (шампунь № 1 і № 2)
4. Кокамід DEA (шампунь № 2)
5. Тридецет-12 (шампунь № 2)
6. Лаурет-2 (шампунь № 2).

Неіоногенні ПАР в якості компонентів миючих засобів не поступаються високоякісним милам і з успіхом застосовуються в м'яких і жорстких водах, кислих і лужних середовищах. Вони зазвичай мають низьку піноутворюючу здатність і можуть використовуватися як піногасники. Можливість регулювання їх властивостей шляхом варіювання числа оксиалкільних ланок, поряд з низькою собівартістю, зумовлює їх широке виробництво і застосування.

Висновки.

Показано, що у складі дитячих шампунів «Fa Kids» і «Ясне сонечко» використовують досить м'які НПАР, які мають перевагу перед будь-якими НПАР та іншими типами ПАР.

33. Визначення мікроелементного складу емульгатора е471 методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Андрій Можейко, Олена Подобій, Михайло Милюкін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Е471 – харчова добавка використовується як стабілізатор і емульгатор. Являє собою суміш моно- і дигліцеридів жирних кислот. Не дивлячись на свою складну назву добавка має натуральне походження.

Виробляється даний емульгатор шляхом спеціальної обробки натуральних, в основному рослинних, і штучних жирних кислот, одержуваних переважно з гліцерину. Основне призначення даної добавки – отримання з речовин, які в природі не змішуються, однорідної маси. Як приклад, за допомогою добавки Е471 можна змішати рослинне масло і воду. Саме тому добавка найбільш часто використовується при приготуванні молочних продуктів і жирних продуктів.

За сьогоденнішими даними добавка Е471 відноситься до класу нешкідливих. Моно- і дигліцериди жирних кислот за своєю будовою схожі на частково засвоєний натуральний жир і організм переробляє даний емульгатор, як і всі інші жири.

Об'єкти і методи. Об'єктом дослідження було обрано харчову добавку Е471 – моно- та дигліцериди жирних кислот. Для визначення мікроелементного складу насиченого водного розчину харчової добавки Е471 (маса сухого залишку складає 150 мг) використовували метод мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою ІЗП-МС (ICP-MS).

Результати. Виявленні мікроелементи можна розділити за життєвою необхідністю (сучасна класифікація) (рис.):

1. Есенціальні: *Cr, Mn, Co, Cu, Zn, Se*;
2. Умовно-есенціальні: *Li, V, Ni, As*;
3. Токсичні: *Be, Al, Cd, Ba, Tl, Pb*;
4. Потенційно токсичні: *Rb, Ag, In, U*.

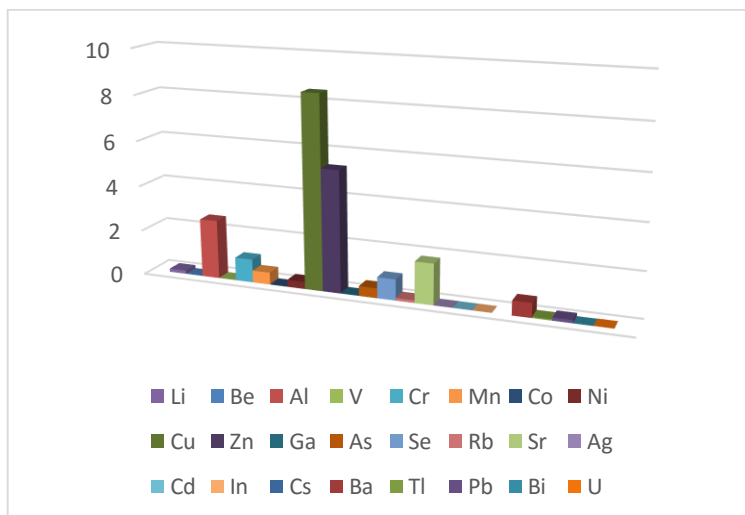


Рис. Мікроелементний склад харчової добавки Е471

Таблиця

Мікроелементний склад харчової добавки E471 (мкг/л) методом ІЗП/МС

Елемент	Три послідовних досліді			X _{сер}	S	X _{сер} ± S	S, %
	№ 1	№ 2	№ 3				
Cr	1,244	1,087	0,754	1,028	0,250	1,028±0,250	24,3
Mn	0,656	0,624	0,328	0,536	0,181	0,536±0,181	33,7
Co	0,013	0,016	0,008	0,013	0,004	0,013±0,004	34,2
Cu	10,320	8,121	7,026	8,489	1,677	8,489±1,677	19,8
Zn	6,840	6,029	3,180	5,341	1,922	5,350±1,922	35,9
Se	1,069	0,535	1,170	0,924	0,341	0,925±0,341	36,9
Li	0,154	0,152	0,127	0,144	0,014	0,144±0,014	10,0
V	0,006	0,006	0,007	0,006	0,001	0,006±0,001	2,0
Ni	0,384	0,393	0,168	0,315	0,128	0,315±0,128	40,5
As	0,507	0,501	0,287	0,432	0,126	0,432±0,126	29,1
Be	0,004	0,002	0,003	0,003	0,001	0,003±0,001	41,7
Al	3,203	3,047	1,529	2,593	0,925	2,593±0,925	35,7
Cd	0,006	0,004	0,005	0,005	0,001	0,005±0,001	20,2
Ba	0,676	0,775	0,460	0,637	0,161	0,637±0,161	25,3
Tl	0,069	0,048	0,044	0,053	0,013	0,053±0,013	24,8
Pb	0,163	0,172	0,079	0,137	0,051	0,137±0,051	37,3
Rb	0,138	0,129	0,070	0,112	0,037	0,112±0,037	32,8
Ag	0,012	0,009	0,009	0,010	0,001	0,010±0,001	10,0
In	0,005	0,004	0,005	0,004	0,001	0,004±0,001	6,1
U	0,012	0,009	0,010	0,010	0,0015	0,010±0,0015	14,9
Sr	1,844	2,317	1,238	1,791	0,541	1,791±0,541	30,0
Ga	0,025	0,025	0,011	0,020	0,008	0,020±0,008	39,2

Висновки. Аналіз результатів дослідження (табл.) показав, що у харчовій добавці E471 найбільше міститься есенціальних мікроелементів – від 0,013 до 8,489 мкг/л, токсичних – від 0,003 до 2,593 мкг/л, умовно-есенціальних: від 0,006 до 0,432 мкг/л і найменше потенційно токсичних – від 0,010 до 0,112 мкг/л. Отже, можна зробити висновок, що дана добавка містить велику кількість корисних мікроелементів і мінімально забруднена токсичними, що підтверджує її безпечність.

Література

1. European Food Emulsifier Manufacturers' Association. EFEMA index of food emulsifier / European Food Emulsifier Manufacturers' Association. – Brussels, 2015.
2. Zuzana Zelinkova. Assessment of critical steps of a GC/MS based indirect analytical method for the determination of fatty acid esters of monochloropropanediols (MCPDEs) and of glycidol (GEs) / Zuzana Zelinkova, Anupam Giri. – 2017. – С. 65–75.

34. Розробка рецептури емульсійного крему для обличчя з емульгатором полісорбатом 60

Віталій Ключан, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найбільша частина косметичних кремів створюються на основі косметичних емульсій. Використання саме емульсійних форм обумовлено їх специфічними властивостями, такими як здатність поєднувати в собі олійну та водну фази, можливість введення різних активних компонентів, а також хорошими споживчими властивостями, такими як зволожуюча здатність, легка всмоктуваність та легке нанесення на шкіру [1].

Застосовується для створення прямих емульсій, особливо у поєднанні з SPAN-60 і/або жирним спиртами. Варіювання пропорціями дозволяє створювати емульсії різної консистенції, від молочка до щільного крему. У зворотних емульсіях на основі SPAN-60 мінімальна кількість полісорбату збільшує стабільність емульсії. Додавання полісорбату в косметичний засіб дозволяє зробити засіб м'якшим.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури та розглянуто перспективи застосування емульгатору Полісорбат 60 (E 435) в кремах емульсійних для покращення властивостей крему, його консистенції, та дії на шкіру людини.

Результати та обговорення. Введення до рецептури емульсійного крему полісорбату 60 (E 435) покращує органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості готового крему. Отримана косметична емульсія стійка за рахунок додавання полісорбату 60, який має здатність навіть в малій концентрації утворювати дисперсні системи, стійкі до зміни температур і рівня рН, являється дуже хорошим доповненням до крему як головний емульгатор або допоміжний, завдяки своїм властивостям він дозволяє «експериментувати» з рецептурою крему. Полісорбат 60 має властивість пом'якшення шкіри, покращує ковзання готового продукту, некомедогенний, має чудові сенсорні характеристики. Тому являється перспективним у використанні в рецептурі кремів [2, 3].

Висновки. На основі проведеного аналізу наукової літератури, показано, що полісорбат 60, чудовий емульгатор, який в малих концентраціях може утворювати стійкі емульсії, за рахунок своїх технологічних властивостей має перспективи використання в емульсійних кремах.

Література

1. Технологічні аспекти виробництва косметичних емульсій і кремів / Н. А. Ткаченко, Л. О. Ланженко, Н. О. Дец, О. В. Севастьянова. Д. М. Скрипніченко – О.: ОНАХТ, 2018. – 151 с.
2. Марголина А. А., Эрнандес Е. И. Новая косметология. Косметические средства: ингредиенты, рецептуры, применение. М.: ООО ИД «Косметика и медицина», 2015, 580 с.: ил.
3. Пищевые эмульгаторы и их применение / Д. Хазенхютля, Р. Гартела., 2008. – 287 с. – (Професия).

35. Застосування ферулової кислоти в промисловості

Оксана Хоменко, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ферулова кислота - ароматична карбонова кислота, представник оксикоричних кислот. Це фенольний фітохімікат у великій кількості, виявлений в стінках клітин рослин, ковалентно зв'язаний у вигляді бічних ланцюгів з такими молекулами, як арабіноксиланами. Як компонент лігніну ферулова кислота є попередником при виробництві інших ароматичних сполук. Назва походить від роду Ферула, що відноситься до гігантського фенхелю (*Ferula communis*) [1].

Матеріали і методи. На підставі теоретичного моніторингу науково-технічної літератури, інтернет-ресурсів проведено аналіз сфер практичного застосування ферулової кислоти.

Результати та обговорення. Сполука використовується не тільки як додаткова складова, але також й як активний інгредієнт з антиоксидантними властивостями, що підтримує внутрішньоклітинний баланс. Ферулова кислота виявляє захисну активність на основні структури шкіри (кератиноцити, фібробласти, колаген, еластин), яка застосовується в складі «anti-age» косметичних засобах.

Ферулова кислота широко застосовується у складах косметичних засобів для догляду за шкірою, в якості затримувача процесів фотостаріння у шкірі та фотозахисного агенту. Ферулова кислота проникає глибоко всередину шкіру, як кислому, так і нейтральному рН, в дисоційованій та недисоційованій формі. При вивченні проникної дії ферулової кислоти розчиненої у насичених водних розчинах (рН 3 та рН 7,2) шкірою людини, виявилось, що дана кислота, незалежно від рН, проникала в роговий шар. Також деякі дослідження фенольних антиоксидантів показали, що ферулова кислота покращує хімічну стабільність препаратів L-аскорбінової кислоти та α -токоферолу, збільшуючи тим самим їх фотозахисні властивості.

На додаток до широкого застосування в косметичній промисловості, ферулова кислота схвалена деякими країнами як харчова добавка. Японія схвалила його використання в якості харчового консерванту, тоді як США та деяких європейських країнах дозволили застосовувати деякі види трав, кави, зерен із відносно великою кількістю ферулової кислоти як консерванту.

Вперше ферулова кислота була використана в Японії для консервації апельсинів та інгібування самоокиснення олії лляного насіння. Суміш ферулової кислоти та амінокислот або ферулової кислоти та дипептидів, чинять синергетичну інгібуючу дію на перокисне окиснення лінолевої кислоти; також 0,05% ферулової кислоти в поєднанні з 0,5% гліцину повністю пригнічує окиснення печива, що зберігається при 30 ° C протягом 40 днів.

Ферулова кислота має широкий антибактеріальний спектр. Встановлено, що ферулова кислота здатна пригнічувати патогенні бактерії, такі як *Shigella sonnei*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Pseudomonas aeruginosa* та 11 видів мікроорганізмів, які спричиняють мікробіологічне забруднення продуктів.

Висновки. При виконанні даної роботи на підставі огляду та аналізу науково-технічної літератури було описано можливі сфери використання ферулової кислоти.

Література

1. Ou, S. Ferulic acid: pharmaceutical functions, preparation and applications in foods. / S. Ou, K.C. Kwok // J. Sci. Food Agric. – 2004. – 84. – P. 1261–1269.

36. Пропіонова кислота E280: характеристика та застосування в харчовій промисловості

Софія Репетуєва, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні умови життя диктують необхідність застосування при консервації продуктів цілого ряду хімічних сполук, здатних ефективно попереджати розвиток мікробіальної флори - головним чином бактерій, цвілі, дріжджів. Хімічні консерванти повинні забезпечити тривале зберігання продукту, не надаючи будь-якого негативного впливу на його органолептичні властивості, харчову цінність і здоров'я споживача.

Результати. Метилоцтова, пропанова або пропіонова кислота відома як харчова добавка E280. Її застосовують як консервант, так як вона здатна пригнічувати розвиток цвілевих мікроорганізмів і бактерій. Застосування пропіонової кислоти є одним з найбільш суперечливих фактів в харчовій промисловості: з одного боку, є інформація про можливий зв'язок між її вживанням з харчовими продуктами і появою ракових пухлин, з іншого, виробники і Всесвітня організація охорони здоров'я вказують на те, що за умов дотримання норм безпеки, E280 не може заподіяти шкоди людському здоров'ю. Небезпека кислоти полягає в тому, що у великих дозах вона завдає опіки слизової стравоходу. При попаданні на шкірні покриви навіть незначної кількості кислоти також виникає хімічний опік.

Антимікробна дія пропіонової кислоти в порівнянні з іншими консервантами слабка, і при консервуванні харчових продуктів її доводиться використовувати у відносно високих дозах [1-2]. В їжі пропіонова кислота може застосовуватися тільки у вигляді натрієвих або кальцієвих солей, в концентрації не більше 0,3%. Втім, її виражений кислий смак все одно не дозволяє збільшити концентрацію кислоти без втрати первинного смаку. Крім того, відомо використання харчового консерванту E280 пропіонової кислота і в галузі фармацевтичної промисловості - там дану рідину застосовують при виготовленні деяких видів лікарських засобів. Для хімічної сфери характерно використання E280 при виробництві розчинників і добрив.

У нормативних документах рекомендовані концентрації E280 вказують в перерахунку на вільну кислоту. У нарізаний хліб з пшениці та жита, призначений для довгого зберігання, E280 додають не більше 3г / кг; здобні та кондитерські вироби, піту, дієтичний хліб - 2 г / кг; в паски, звичайний пшеничний хліб - 1 г / кг [2-3].

Висновки. Вживання в їжу продуктів, що містять мікроорганізми, небезпечно для здоров'я, а в ряді випадків і для життя людини. Консерванти запобігають як розвитку самих мікроорганізмів, так і продукування ними токсинів. Таким чином, набагато більшу небезпеку для здоров'я споживача представляє відсутність консервантів, ніж розумне їх використання [4]. Добавка E280 дозволена до застосування в Росії, країнах Європи, США, Канаді. В Україні використання пропіонової кислоти в харчовій промисловості заборонено.

Література

1. Сарафанова Л.А. Несколько слов в защиту консервантов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. 2000. № 1. С. 47.
2. Старичкова Н.В. Качество пищевых продуктов: контаминанты и пищевые добавки. Владивосток, 1998
3. Галькович Р., Сайткулова Д. Пищевые добавки – вредные или безвредные? // Питание и общество. 1997. №12. С. 29.
4. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности, 1998. - 256 с.

37. Полісорбат 80 E433 – характеристика та застосування в косметичі

Крістіна Лялько, Алла Таволжан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Полісорбат - загальна назва оксигетильованих сорбітанів, неіоногенних ПАВ. Полісорбати широко використовуються в косметичі в якості емульгаторів (для рівномірного змішування компонентів, які в звичайних умовах не змішуються або змішуються погано) і солюбізаторів (поєднує властивості емульгатора і розчинника).

Полісорбат 80 (ТВІН 80) - масляна, вязкувата субстанція приємного бурштинового кольору, без вираженого запаху. Твін 80 є розчинником (солюбілізатором) ефірних масел, ароматизаторів і рослинних жирів в косметики на водній основі [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз застосування в косметичі полісорбату 80 E433.

Результати. Полісорбат 80 - неіоногенний емульгатор, солюбілізатор, диспергатор, поверхнево активна речовина. Згідно властивостями створює емульсії типу «масло у воді». Широко використовується в косметичі для того, щоб зробити ефірні, рослинні масла і аромату водорозчинними. Полісорбат добре розчинний в рослинних оліях, в воді і спирті. Нерозчинний в парафіні і мінеральних маслах.

Сировиною для виробництва полісорбату 80 служать олеїнова кислота (з рослинної олії), окис етилену і сорбіт. Полісорбат 80 утворюються в результаті взаємодії поліолу, сорбіту з оксидом етилену. Потім поліоксигетильований сорбітан реагує з жирними кислотами, отриманими з рослинних жирів та олій.

Складові полісорбату 80 допомагають іншим інгредієнтам розчинятися в розчиннику, в якому вони зазвичай не розчинні. Він також допомагає утворювати емульсії, зменшуючи поверхневий натяг речовин, що підлягають емульгуванню.

Косметичні властивості: • здійснює колоїдне розчинення ефірних і натуральних олій; • в складі гідрофільного масла і масок робить їх легко змивається з шкіри і волосся; • розчиняє жирові пробки і видаляє бруд і навіть дуже водостійку косметику з очей і шкіри; • розчиняє і дезодорує обложеною сірку; • покращує в'язкість і зовнішній вигляд косметичних виробів.

Полісорбат 80 застосування в косметичі знайшов широке. З його допомогою можна створити різні засоби за доглядом шкіри. При взаємодії з водою полісорбат 80 в складі рослинних масел, пов'язує молекули води і масла, перетворюючись в молочко, яке розщеплюючи жири.

Застосування полісорбату 80 в косметичних продуктах становить від 1 до 50%

Застосування полісорбатів в косметичі:

- лосьйони для тіла і обличчя; • гідрофільні масла • креми; • масажні масла;
- шампуні, кондиціонери і маски для волосся; • бомбочки для ванн.

Полісорбати, як і будь-які органічні компоненти, можуть давати алергічні реакції в мізерно малому відсотку випадків - 0,5 - 1,47%. У косметичних засобах зазвичай концентрація полісорбату не перевищує 20% [2].

Висновки. Полісорбат 80 відноситься до категорії емульгаторів, виступає солюбілізатором та диспергуючим агентом. Він є безпечним, не має канцерогенних і мутагенних властивостей і активно використовується в косметичній промисловості.

Література

1. URL: <https://www.cosmeticsinfo.org/ingredient/polysorbate-ingredients>
2. URL: <http://blog.honest.com/polysorbate-80/>

38. Використання ферментів у відбілюючих зубних пастах

Сипко Марія, Бойчук Тетяна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оскільки колір зубів формує загальне сприйняття усмішки людини, розроблення ефективної відбілюючої зубної пасти є важливим завданням провідних виробників засобів догляду за порожниною ротою.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури та розглянуто ферментні препарати, що знайшли широкого застосування у відбілюючих зубних пастах завдяки своїй здатності впливати на колір емалі зубів.

Результати та обговорення. Колір емалі зуба формується за рахунок декількох факторів генетичний вроджений, внутрішній надбаний і зовнішній надбаний [2]. До зовнішніх факторів надбаної підвищеної пігментації зубів відносять вплив таких шкідливих звичок, як куріння, вживання червоного вина, соєвого соусу і інших харчових продуктів зі стійкими пігментами [1]. Зубні пасти видаляють зубний наліт, що накопичується на поверхні емалі зубів, саме завдяки видаленню цього шару нальоту, колір зубної емалі може стати світлішим. Ефективне видалення нальоту досягається поєднанням багатьох компонентів, серед яких останнім часом поширення набувають ферменти. Згідно з існуючими визначенням зубний наліт - це скупчення мікроорга низмов, що мешкають в порожнині рота, і продуктів їх життєдіяльності на поверхні зубів. Зубний наліт утворюється шляхом адсорбції мікроорганізмів на поверхні емалі; починається вже через 2 години після чищення зубів або прийому їжі. Цей процес найбільш інтенсивно протікає протягом першої доби. Ферменти, що вводяться до складу зубних паст, мають досить широкий спектр дії. Вони розчиняють органічний матеріал зубного нальоту, не пошкоджуючи при цьому живі тканини, благотворно діють на тканини пародонту і слизову оболонку порожнини рота, утилізують токсичні і дратівливі продукти життєдіяльності мікроорганізмів зубної бляшки, мають пряму або опосередковану бактерицидну і бактериостатичну дію. В якості компонентів зубних паст використовують протеази, декстранази, карбогідразу, інвертазу, мутаназу, оксиредуктазу, лактатдегідрогеназу, амілглюкозидазу. Застосовуються також ферменти, що мають антимікробну і протівірусну дію - лізоцим, рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза, пероксидаза, глюкозооксидаза, лактопероксидаза. Для видалення білкової основи зубного нальоту використовують протеолітичні ферменти (папаїн, хімопсін), для руйнування полісахаридів (крохмалю) - альфаамілазу, для створення антимікробної бар'єру - лізоцим, протівірусні властивості забезпечить рибонуклеаза. Провідні виробники елітних зубних паст використовують в складі своїх зубних паст ферменти - папаїн і бромелайн для розщеплення білкової основи зубного нальоту. Досить часто застосовуються комбінації ферментів: карбогідраза, протеаза і ліпаза, декстраназа; амілаза і мутаназу; декстраназа, амілглюкозидазу, лактопероксидаза і лізоцим. Ферменти є лабільними сполуками, тому до складу зубних паст вводяться стабілізатори (наприклад, для декстранази це - желатин, натрію або калію хлорид, сорбінова кислота, алюмінію гідроксид, еugenol, натрію саліцилат, ацїлтаурат, сорбіт, розчинні солі сірчаної кислоти).

Література

1. Акулович А.В. Отбеливание зубов: чего мы боимся?//А.В. Акулович, А.Г. Манащеров / Профилактика today. – 2008. – №8. – С. 14–20.
2. Кيون И.Д. Сравнительное исследование отбеливающих зубных паст с умеренной абразивностью // Молодой ученый. – 2015. – №6. – С. 274–277.

39. Застосування олії виноградних кісточок в косметології

Крістіна Лялько, Алла Таволжан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Олія виноградних кісточок – компонент різних косметичних засобів. Багатий комплекс корисних речовин та мінералів продукту дозволяє використовувати виноградну олію і в кулінарії, і в медицині, і в косметології. Продукт має чимало цінних речовин в своєму складі. Цим пояснюються корисні властивості засобів, виготовлених з додаванням олії з виноградних кісточок.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз компоненту та застосування олії виноградних кісточок в косметиці.

Результати. В олії з виноградного насіння присутня висока концентрація вітамінів групи В, а також вітаміни А, Е, С, органічних кислот і мінеральних речовин, які дозволяють очищати організм від шкідливих речовин, регулювати нервову систему, має імуностимулюючі властивості, нейтралізує запалення і служить ефективним регулятором обміну речовин в організмі. Виноградна олія також містить фолієву кислоту, завдяки чому вона сприяє регенерації кровоносної системи, шкіри та клітин організму. Олія балансує виділення жиру на шкірі, в результаті чого активізується вироблення колагену і, візуально, шкіра покращується, і стає більш свіжою і пружною. Бактерицидна дія олії забезпечується утриманням фітонцидама і натурального хлорофілу. Олія прискорює регенерацію тканин, ефективно загоює рани та має протизапальну дію.

Олія виноградної кісточки використовують в різних сферах від кулінарії до миловаріння. Вона має багатий склад, а головне, корисні і потрібні в косметичному виробництві властивості.

Олія має такі властивості:

- антибактеріальні; • зволожуючі; • антиоксидантні; • пом'якшувальні; • поживні; • тонізуючі.

Значна кількість лінолевої кислоти вплинула на здатність олії впливати на рівень вологи в шкірі і сприяти зволоженню і відновленню шкіри. Крім того, консистенція олії легка. Вона добре і швидко вбирається і не залишає після себе блиску і жирності на шкірі.

Виноградну олію радять застосовувати в догляді за жирною шкірою і схильної до жирності через те, що вона стягує пори. Поліфеноли в складі масла і антиоксиданти добре борються з вугровими висипання. Для сухої шкіри масло краще змішати з іншими. Це можуть бути зародки пшениці, жожоба, мигдальне масло.

Застосування для тіла:

- Ефективно проти розтяжок; • тонізує і стимулює шкіру, надаючи пружність і загальний тонус; • використовується в догляді за вугруватою шкірою; • застосовується в засобах догляду до і після засмаги.

Застосування для обличчя:

- Зволожує і пом'якшує всі типи шкіри; • усуває сухість і роздратування;
- помітно тонізує і освіжає шкіру; • при регулярному використанні вікова шкіра значно покращує свій зовнішній вигляд, вона стає більш пружною і еластичною;
- чудова профілактика від перших зморшок; • дбайливо очищає в засобах для зняття макіяжу; • сприяє відновленню необхідного балансу рівня кислотності й пружності шкіри; • володіє відбілюючим ефектом і застосовується для догляду за шкірою з пігментними плямами.

Література

1. Caillet S. Evaluation of free radical-scavenging properties, of commercial grape phenol extracts by a fast colorimetric method / S. Caillet, S. Salmieri, M. Lacroix // Food Chemistry. 2006. Vol. 95, No1. P. 1-8.
2. URL: <https://kolonist.com.ua/news/2019/korystvynogradnoyioliyi/>

40. Аналіз використання канабіноїдів в косметичних засобах

Павлюковець Дмитро, Бойчук Тетяна

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна.

Вступ. Сполуки канабіноїду можуть ефективно діяти на шкіру людини, в основному, це протизапальна, зволожуюча, заспокійлива, відновлююча дія. У косметичній галузі Америки каннабідіол – CBD/КБД (непсихоактивний компонент канабісу) з кожним роком використовується все частіше. Проте в Україні за зберігання 5ти грам продукту з канабісу передбачена кримінальна відповідальність до 3х років. Відповідно до косметичного регламенту ЕС 1223/2009, в країнах Європи існує заборона на використання CBD, проте триває обговорення щодо його використання.

Результати і обговорення. Наразі виробники досліджують більше 20-ти видів сполук канабіноїдів. Серед них для потенціального використання у косметичних засобах: CBD, CBG, CBC, CBDV, THCV [1]. Отримують ці сполуки із природної сировини – рослини із родини Cannabis. Для отримання екстракту використовують

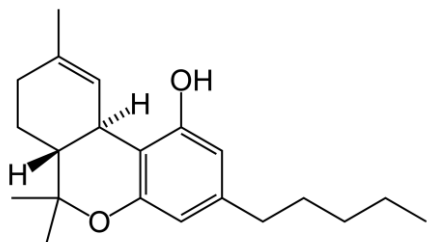


Рис.1 Структурна формула тетрагідроканабінолу

листя, стеблини рослин, насіння, які пройшли сертифікацію, застосовують різні розчинники та методи екстракції. В основному для екстракції використовують діоксид вуглецю (при температурі більше 31 °С та тиску більше 74 бар), етанол, бутан та пропан. Під час процесу необхідно контролювати температуру та тиск. В залежності від агрегатного стану розчинника, для отримання чистого продукту його потрібно конденсувати

або випарувати розчинник. Після усунення розчинника залишається сире масло, яке може містити крім канабіноїдів, ще воски, ліпіди, терпени та інші рослинні компоненти. В сирому маслі більшість канабіноїдів міститься у вигляді карбонових кислот, тому проводять процес декарбоксілювання: нагрівання сирого масла протягом певного часу.

Канабіс став новою золотою лихоманкою для Америки. Сполуки канабіноїду активно використовують у більшості косметичних засобів: креми, олії, декоративна косметика, солі для ванн і цей асортимент постійно зростає [2].

Щодо легальності в Україні та країнах ЄС: використання канабіноїдів на території України заборонено, і це гальмує, а можливо й повністю зупиняє дослідження цих природних сполук в Україні. Нещодавно Європейська комісія додала два види CBD, які володіють антивіковими та терапевтичними властивостями, натурального походження в базу косметичних інгредієнтів CosIng, можливо саме це рішення надихне виробників досліджувати сполуки канабіноїдів для використання їх у косметичних засобах [3].

Висновки. Наразі канабіноїди активно досліджуються, бо їх застосування у косметичних засобах може принести користь для користувача та виробника, але використання і дослідження даних сполук на території України ускладнене.

Література

1. F. Grotenhermen / Pharmacology of Cannabinoids / “Nova-Institut” – 2004. P. 15
2. Cannabis beauty: CBD cosmetics innovation and science
URL: <https://www.cosmeticsdesign.com/Article/2021/03/22/>
3. URL: https://apcu.ua/news_industry/kanabinoidi-i-kosmetika/

41. Киснева косметика - характеристика та властивості

Крістіна Лялько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Кисневою називають ту косметику, в основу якої входять мікроемulsії сполук, здатних розчиняти гази, в число яких входить і кисень. Сама ця косметика кисню не містить. Вона лише здатна легко розчиняти гази і додавати їх туди, де нижче їх тиск. Вуглекислий газ - у верхні шари шкіри, а кисень, навпаки, в глибокі шари шкіри.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз впливу, переваг та недоліків кисневої косметки.

Результати. Використовувати кисневу косметику планувалося для відновлення кисневого балансу шкіри. Головне - правильно подати кисень в організм, для чого застосовуються перфторуглероди. Це абсолютно інертні сполуки, які розчиняють кисень і при попаданні на поверхню шкіри проникають в глибокі шари дерми, де починають активно насичувати його корисними речовинами.

До складу косметики на основі кисню завжди додають антиоксиданти, вітаміни А, С і Е, коензим Q10 та інші активні компоненти. Киснева косметика корисна для шкіри, вона захищає її від негативного впливу навколишнього середовища, підвищує пружність, уповільнює старіння, розгладжує дрібні зморшки, має ранозагоювальні і протизапальні властивості. Компоненти цієї косметики корисні для проблемної шкіри, допомагають позбутися від вугрів, зупиняють запальні процеси.

Киснева косметика ділиться на дві групи:

1. Препарати, які транспортують молекулярний кисень у шкіру. Це справжня газотранспортна киснева косметика.

2. Препарати, які самі містять кисень - перекисні сполуки, що виділяють атомарний кисень при контакті зі шкірою.

Киснева косметика для обличчя гіпоалергенна, не містить ароматизаторів і ароматів, пройшла випробування на ефективність. При взаємодії зі шкірою, відбувається поступовий омолоджуючий ефект. Косметичні продукти, насичені киснем, проникаючи в шкіру, підсилюють засвоєння інших корисних речовин, що входять до складу кремів і емульсій для шкіри обличчя, за рахунок чого відбувається не тільки оздоровлення існуючих клітин шкірного покриву, але й відбувається їх активне ділення.

Аквафтем (основа кисневої косметики) - переносник кисню, сприяє більш активному проникненню кисневих сполук в глибокі шари шкіри, за рахунок чого клітинами посилюється засвоєння біологічно активних речовин, стимулюються процеси обміну (метаболізму).

Омолоджуючий ефект – регулярні косметичні маски і креми стимулюють збільшення кількості шкірних білків (еластину і колагену), які відповідають за еластичність і пружність шкіри. Ранозагоювальний ефект від косметики досягається за рахунок прискорення репаративних процесів. Тому ця косметика ефективна при наявності мікротріщин на шкірі. Кисневу косметику можна використовувати при набряках і опіках, так як вона прискорює процеси епітелізації.

Незважаючи на переваги, існує і шкода кисневої косметики. Вченим університету Західної Вірджинії доведено, що регулярне застосування кисневої косметики у жінок викликає ранній клімакс, так як «переносники» кисню впливають на рівень естрадіолу, а саме - зменшують його, досягаючи певного показника - настає менопауза.

42. Основні тренди парфумерно-косметичного ринку у 2020 році

Марія Кононенко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із найважливіших аспектів процесу маркетингових досліджень є аналіз ринку певного виду товару з оцінюванням впливу макроекономічних факторів (політико-правових, демографічних, екологічних, соціокультурних, економічних тощо), а також факторів конкурентного середовища. Проведення такої роботи дає змогу прогнозувати перспективи розвитку ринку, своєчасно реагувати на зміни макросередовища, ринкової кон'юнктури із забезпеченням стійкого функціонування суб'єкта господарської діяльності.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз досліджень ринку парфумерно-косметичних товарів за різними його аспектами.

Результати та обговорення. Розглянемо основні тренди 2020 року.

Захист від синього світла

З огляду на стрімкий перехід усіх сфер життя у світ «діджитал», споживачі вже досить комфортно почуваються в онлайні. Таке тісне спілкування з екраном дається в знаки. Як стало відомо, «блакитне світло» має здатність проникати глибше в шкіру ніж УФА та УФБ світло та навіть викликати небажану пігментацію. В теперішніх кризових екологічних умовах косметичні засоби «anti-pollution» є необхідністю. Інгредієнти, що входять до складу косметики anti-pollution, допомагають нейтралізувати та вивести токсичні частинки, а також захистити шкіру від дії вільних радикалів [1].

Sustainability – package

Міленіали все більше наполягають на тому, щоб бренди мали реальну соціальну та екологічну відповідальність. Та насправді, впроваджувати екологічну упаковку в діяльність бренду, вже не просто додатковий привілей. «Розумна» / еко-упаковка - це те, що вже відбулося. Щодня все більше визнаних світових брендів публікують заяви про свій стратегічний план з еко-іноваціями, все частіше заявляють про свої прагнення сприяти покращенню навколишнього середовища. Серед ініціаторів та активістів eco-packaging і компанії - учасники АПКУ, Хенкель та Лореаль, одні з передових на європейських ринках. Хоча обидві компанії вже мають еко-упаковку в реалізації, план передбачає досягнення "нейтральності вуглецю" в усіх аспектах до 2025 р, використання тільки такої пластичної упаковки, яка отримана з біологічної або переробленої сировини до 2030 року, та 50-відсоткове зниження викидів шкідливих газів до 2030 року і в решті решт, 100% перехід на безвідходне виробництво [1].

Men's` makeup

Нова категорія бізнесу та маркетингу «нейтрально-гендерний» говорить не лише про косметичне зображення людин - це індивідуалізм та рівність в одному флаконі. Бренди продовжують стирати межі в макіяжі. Givenchy, Chanel, MAC і Tom Ford випускають мейкап-продукти, які позиціонуються як чоловічі або гендерно нейтральні, а Maybelline New York та Covergirl залучають до співпраці чоловіків-блогерів. Чоловікам тепер пропонують носити макіяж: так, на показі останньої колекції Dior моделі вийшли на подіум з неоновим мейкапом [2].

Beauty online

Поки магазини зачинені на карантини, e-commerce набирає обертів. Продаж б'юти продукції в інтернеті зросли на 73% порівняно з попереднім роком. 31,3% - це відсоток споживачів, які повідомляють, що придбали принаймні один косметичний продукт «онлайн» протягом 2020 року, що робить б'юти сектор четвертим ринком за кількістю клієнтів в електронній комерції [2].

Digitalization and AI

Від віртуального макіяжу до персоналізації продуктів. Впроваджуючи технології в б'юті промисловості, бренди все частіше звертаються до «персоналізації» товарів. Більшість таких технологій направлені переважно на розпізнавання індивідуальних особливостей кожного споживача.

Компанія L'Oréal вже запровадила технологію діагностування шкіри обличчя за допомогою штучного інтелекту (*AI* - artificial intelligence). Технологія заснована на алгоритмі штучного інтелекту. Дослідження для розробки Атласів старіння шкіри проводились у Франції, Китаї, Японії, Індії та Сполучених Штатах Америки за участі 4000 жінок і чоловіків у віці від 20 до 80 років. Атласи старіння шкіри дозволяють оцінити або передбачити загальне старіння обличчя і використовуються сьогодні для клінічної оцінки косметичних і дерматологічних процедур.

Штучний інтелект не лише оптимізував виробництво парфумів, але й підвищив загальний "рівень споживача" щодо вибору та придбання найбільш вдалого аромату за допомогою мобільного додатку, наприклад, *Sommelier du Parfum*. Додаток дізнається про вподобання та спосіб життя кожного користувача і на основі цих даних він рекомендує парфуми з величезної бази даних (понад 30 000 ароматів). Така ідея передбачає створення продукту, який відповідає ідеальній пропорції пізнання штучного інтелекту світу парфумерії, не втрачаючи алхімії, людського дотику [3].

Cruelty-free

На сьогоднішній день майже 40 країн заборонили тестування на тваринах. А у 2018 році Каліфорнія затвердила закон про косметику *cruelty-free*. Закон забороняє виробникам косметичних засобів продавати будь-який косметичний засіб у Каліфорнії, якщо кінцевий продукт чи будь-який компонент продукту тестували на тваринах з 1 січня 2020 року, за винятком деяких нормативних вимог. І лише Китай все ще вимагає на законодавчому рівні тестувати косметику, призначену для продажу, на тваринах.

Компанії можуть застосовувати підходи та методи альтернативні тестуванням на тваринах. Існує понад 40 методів *in vitro*, затверджених міжнародними регуляторними органами. *Відомі безпечні інгредієнти*: Тисячі інгредієнтів з довголітньою історією безпечного застосування. *Токсикологічний поріг*: На основі знань про інші хімічні речовини з подібними структурами та деякої інформації про інгредієнт вчені можуть встановити рівень, нижчий за який інгредієнт навряд чи може бути шкідливим. *Комп'ютерні методи*: Потенційну токсичність інгредієнта можна передбачити, оцінивши хімічну структуру та властивості хімічних речовин разом з математичними алгоритмами та супер здібностями техніки. *Methodu in vitro*: Від простих клітинних культур до тривимірних моделей шкіри, печінки та інших органів людини, існує багато методів оцінки косметичної безпеки [4].

20 січня 2021 року Кабінет Міністрів України затвердив "Технічний регламент на косметичну продукцію", згідно з яким, з серпня 2022 року заборона щодо тестування на тваринах та перехід на альтернативні методи набуде чинності.

Література

1. ТОП 5 ТРЕНДІВ 2020. URL https://apcu.ua/news_industry/2174/
2. «The 5 biggest men's care trends in new report». URL: <https://cosmeticsbusiness.com/>
3. «The 5 latest fragrance trends in new report». URL: <https://cosmeticsbusiness.com/>
4. Cosmetics testing. URL: <https://www.humanesociety.org/>

43. Аналіз б'юті карти світу *by Cosmetify Index*: як вплинув карантин 2020 року на тенденції в косметичній галузі

Анастасія Кузванова, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день в світі існує величезна кількість косметичних брендів і так вийшло, що на продаж косметичних засобів впливає не тільки їх склад та якість, а й відгуки користувачів, кількість реклами у блогерів та кількість підписників у соціальних мережах. Такий певний соціальний рейтинг для кожної країни свій і на основі цих даних можна зробити висновки про потрібність косметичних засобів в певних куточках світу, економічний стан, популярність компонентів, та відношення світу до бренду.

Результати та обговорення. Для того, щоб замовити косметичний засіб – треба про нього десь почути. Для цього нам необхідно зайти в інтернет, бути підписником будь-якого блогеру, увімкнути телебачення, звернутися до свого друга за порадою – сьогодні реклама всюди і навіть порада також може бути рекламою. Чим більше людей говорить про певний косметичний бренд, тим більше він поширюється і тим більше лояльності до бренду у широких мас. Конкуренція в б'юті-світі велика, щоб твій продукт був популярним недостатньо розробити унікальну формулу з цікавими компонентами по актуальній ціні, необхідно продумати концепцію та історію бренду, бути екологічними, cruelty-free, вміти зацікавити людей, або просто мати мільйони підписників у своєму Insagram. *Найпопулярніші за кількістю підписників:* 1. Huda Beauty (47.9 million followers) 2. Kylie Cosmetics (24.8 million followers) 3. MAC Cosmetics (23.4 million followers). Отже, Huda Beauty, за версією Cosmetify - це найбільш популярний бренд в Instagram, який налічує понад 47,9 мільйона підписників! *ТОП 10 Beauty Brands* - Бренди, популярність яких зумовлена фоловерами та іншими активностями в Instagram, пошуками в Google: 1. Huda Beauty 2. Anastasia Beverly Hills 3. MAC Cosmetics 4. The Body Shop 5. Florence by Mills 6. L'Oreal Paris 7. Yves Rocher 8. Colourpop Cosmetics 9. PÜR 10. Morphe.

2020 рік був дуже революційним, змінився світ і змінилися тенденції в косметиці. Якщо раніше більшість людей приходили до магазину, щоб підібрати необхідний їм косметичний засіб, то сьогодні більшість купує онлайн. На початку карантину багато брендів пропонували знижки та безкоштовну доставку аби не втратити продажі. Для деяких косметичних брендів 2020 рік був проривним, наприклад ColourPop, який захватив світ своїми колобараціями з Disney, Sailor Moon, Animal Crossing та іншими відомими брендами. Або Kylie Cosmetics, які значно розширили лінійку продукції у 2020 році, почали виробляти не тільки декоративну косметику, а й косметику для догляду за собою. Взагалі в 2020 році дуже зріс попит на доглядові косметичні засоби, адже завдяки карантину люди почали більше піклуватися про стан своєї шкіри. The Body Shop як приклад бренду, в лінійці якого в більшості доглядова косметика за обличчям та тілом, а декоративна косметика виключно з натуральних компонентів. Також до таких брендів можна віднести Yves Rocher, Origins та Maui Moisture. За даними Cosmetify найбільш улюблений бренд *за кількістю охоплених країн:* 1. Yves Rocher та The Body Shop визнані провідними брендами в 31 країні світу 2. Dove (15 країн).

Література

1. «The Cosmetify Index 2020 Highlights Leading Beauty Brands» URL <https://www.gcimagazine.com/marketstrends/segments/cosmetics/Cosmetify-Index-Q3-Report-573291781.html>

44. Застосування методу CO₂-екстракції для отримання біологічно активних речовин із листя базилику

Андрій Буров, Олена Подобій, Ігор Житнецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із завдань сучасної хімічної технології є пошук та розробка нових екологічно чистих методів вилучення цінних компонентів біологічно активних речовин з рослинної сировини [1]. Актуальним є розвиток прогресивних технологій, що зберігають енергетичні, матеріальні та трудові ресурси, що використовують замкнуті цикли і реалізують комплексну переробку цінної рослинної сировини. У зв'язку з цим особливого значення набувають дослідження по створенню нових напрямків промислового екстракційного виробництва із залученням сучасних і прогресивних методологічних підходів [2].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури по вивченню властивостей висушеного листя базилику та розглянуто методи CO₂ екстракції для отримання біологічно активних сполук з рослинної сировини.

Результати. Класичними методами виділення біологічно активних сполук з рослинної сировини є екстракційні із застосуванням органічних розчинників. До них відносяться мацерація (настоювання), перколяції (безперервна фільтрація екстрагента крізь шар сировини), реперколяція.

Для вилучення комплексу біологічно активних речовин із висушеного листя базилику, зважаючи на огляд науково-технічної літератури запропоновано метод екстракції зрідженим CO₂, тому що використання в якості розчинників зріджених газів дає можливість скоротити тривалість екстрагування, отримувати безводні нативні вилучення, виключити вплив високих температур на стадії концентрування і підвищити тим самим якість цільових продуктів. Однак на сьогодні газові розчинники вивчені значно менше, ніж рідинні. Пояснюється це тим, що застосування високого тиску, як в лабораторних, так і в промислових умовах почалося порівняно нещодавно. Нині газові розчини інтенсивно вивчаються у багатьох країнах, і активно з'являються патенти на проведення різних технологічних процесів з їх використанням. Отже, зріджено-газові екстракти з рослинної сировини вивчені недостатньо, відомо, що переважно їх застосовують в харчовій і парфюмерно-косметичній промисловості [1].

Вихід продукту при добуванні зрідженими газами може досягати 88-98% від потенційно можливого, що, як правило, набагато вище, ніж у відомих способів: мацерації, перколяції, відгонки з водяним паром. А отже ступінь переробки сировини на виробництві за даною технологією значно вищий, ніж у вище вказаних аналогів [2]. Таким чином, діоксид вуглецю як екстрагент рослинної сировини завойовує все більшу популярність [3].

Екстракція зрідженими газами дозволяє комплексно переробляти рослинну сировину. Це особливо важливо з метою раціонального використання природних рослинних ресурсів. Розвиток цього напрямку призводить до формування нових прогресивних виробництв, істотно відрізняються від традиційних і існуючих в даний час. Підставою цьому служить багатий позитивний досвід обробки ефіроолійної, пряно-ароматичної і лікарської рослинної сировини, успішне застосування отриманих екстрактів для різних цілей.

Характерною особливістю використання зріджених газів є те, що процес екстрагування проводиться при тисках, що перевищують атмосферний. У зв'язку з цим виникла необхідність у створенні спеціального обладнання, яке дозволяє проводити

експериментальні роботи в умовах надлишкового тиску [2].

Збільшення асортименту CO₂-екстрактів з рослинної сировини використовуються в якості добавок в парфюмерно-косметичних продуктах.

Вміст в рослинній сировині біологічно активних речовин дозволяє оцінити ступінь екстрагування сировини і розрахувати кількість одержуваного екстракту. Визначення вологості висушеної сировини необхідно, так як вона може досягати 10-12% і її необхідно враховувати при розрахунках. Для проведення процесу екстрагування та його розрахунку необхідно знати технологічні властивості сировини [3]. До них відносяться: доброякісність, ступінь подрібнення сировини, набухання сировини та її поглинальна здатність, коефіцієнт вимивання, насипна щільність, коефіцієнт внутрішньої і вільної дифузії. За результатами огляду літературних джерел, було зібрано інформацію, щодо основних технологічних параметрів рослинної сировини (висушеного листа наземної частини базиліку). Основні технологічні параметри висушеного листа базиліку: вологість, розмір частинок, насипна густина, зокрема, час екстрагування - 40хв, тиск - 5,7МПа, температура, 23-25°C, розміри частинок сировини - 500мкм, метод подрібнення - вибухове подрібнення, тривалість настоювання - 10хв, вологість сировини - 5%.

Висновки. За результатами огляду літературних джерел, було підібрано основні технологічні параметри процесу CO₂-екстрагування листа базиліку. Використання методу екстракції зрідженим CO₂ може забезпечити отримання комплексу біологічно активних речовин з висушеного листа базиліку, а також у поєднанні з іншими методами надати більш високих показників якості екстрактам.

Література

1. Александров, Л.Г. Исследование процесса экстракции веществ из растительного сырья сжиженным углекислым газом: автореф. дис... канд. техн. наук / Л.Г. Александров – Краснодар. – 1973.
2. Зилфикаров, И.Н. Обработка лекарственного растительного сырья сжиженными газами и сверхкритическими флюидами: монография / И.Н. Зилфикаров, В.А. Челомбитко, А.М. Алиев; под редакцией В.А. Челомбитко. – Пятигорск, 2007. – 244 с.
3. Касьянов, Г. И. До- и сверхкритическая экстракция: достоинства и недостатки [Электронный ресурс] / Г. И. Касьянов, О. Н. Стасьева, Н. Н. Латин // Техника и технология. – 2005. – Режим доступа до ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/do-i-sverhkriticheskaya-ekstraktsiya-dostoinstva-i-nedostatki-1/viewer>.

45. Аспартам — E951: характеристика, особливості виробництва

Дмитро Дюденко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З метою поліпшити фізичні, хімічні та органолептичні показники якості продуктів застосовують харчові добавки. Вони також використовуються і для надання можливостей людям, у яких є проблеми зі здоров'ям насолоджуватися їжею. Саме до таких харчових добавок відносяться підсолоджувачі так цукрозамінники. Одним з представників підсолоджувачів є аспартам (E951). Він солодший за цукор у 180-200 разів, є низькокалорійним через те, що використовується у малих дозах, проте має допустиму денну дозу, що являє 40 мг/кг маси тіла. Використовується аспартам не тільки у харчовій промисловості, але й у деяких препаратах фармацевтичної дії [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно властивостей аспартату та розглянуто методи його отримання.

Результати. Промислове виробництво аспартату може здійснюватися двома способами: ферментативним та хімічним. При виробництві *хімічним способом* сировиною є аспарагінова кислота та фенілаланін. Фенілаланін реагує з метанолом, в результаті чого утворюється метиловий естер фенілаланіну, після чого проходить реакція об'єднання аспарагінової кислоти з метиловим естером фенілаланіну. Проте даний метод містить деякі недоліки, а саме: при використанні даного методу кінцевим результатом є не тільки солодкий α -аспартам, але й його несолодкий ізомер β -аспартам, що призводить до подальшої потреби розділення даних ізомерів для отримання тільки солодкого продукту. Після розділення відбувається потрібні реакції кристалізації, знебарвлення, фільтрації, стерилізації та сушіння. Результатом даних стадій буде готовий порошок аспартату [1]. Більшість виробництв, на яких виробляється аспартам, використовують другий метод — *ферментативний*. При виробництві даним методом спочатку вихідні амінокислоти, а саме фенілаланін та аспарагінова кислота, отримують за допомогою бактерій *Corynebacterium glutamicum* та *Brevibacterium flavum*. На першому етапі виробництва ці бактерії розмножують і поміщають у спеціальні цистерни, що наповнені поживними речовинами, для синтезу ними амінокислот [2]. Після утворення потрібної кількості фенілаланіну та аспарагінової кислоти, як і у хімічному методі, фенілаланін реагує з метанолом для утворення метилового естеру фенілаланіну, проте, наступним кроком, перед реакцією об'єднання метилового естеру та аспарагінової кислоти, буде так зване «захищення» аспарагінової кислоти. Під захищенням розуміється приєднання сполуки, що може містити бензенове кільце для отримання «захищеної» аспарагінової кислоти з метою усунути недолік хімічного методу, а саме утворення несолодкого ізомеру β -аспартату. Далі здійснюють об'єднання метилового естеру та «захищеної» аспарагінової кислоти з утворенням «захищеного» аспартату. Наступним етапом є зняття захисту шляхом реакції гідрування, результатом чого буде солодкий α -аспартам та гідрований «захист». Наступним етапом є отримання готового порошку аспартату [1].

Література

1. B. A. Magnuson, G. A. Burdock, J. Doull et al. Aspartame: A Safety Evaluation Based on Current Use Levels, Regulations, and Toxicological and Epidemiological Studies. USA : Informa Healthcare USA, Inc., 2007. p. 633-634
2. Wouter Burggraaf Aspartame. // Safe Food Factory. 2014-2017 URL: <https://www.safefoodfactory.com/en/knowledge/35-aspartame/> (дата звернення: 15.03.2021)

46. Розроблення ефективних електрокаталізаторів на основі наночастинок Ni(NiO) та нітрогеновмісних багатошарових вуглецевих нанотрубок в реакції виділення водню з водних середовищ

Наталія Лемеш

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України

Вступ. Виробництво водню з водних розчинів є перспективним методом отримання чистої енергії [1]. Нанокompозити нітрогеновмісних багатошарових вуглецевих нанотрубок (N-БШВНТ) з нанесеними наночастинками нікелю проявили себе як ефективні каталізатори в цьому процесі, які не сильно поступаються за активністю платині, однак є набагато дешевшими.

Матеріали і методи. N-БШВНТ, характеризуються хімічною інертністю, аномальною міцністю, високою питомою площею поверхні, впорядкованою структурою, а також підвищеною каталітичною активністю та електропровідністю за рахунок вбудованих в їх структуру атомів азоту. N-БШВНТ модифіковані наночастинками нікелю мають хорошу адгезію до поверхні вуглецевих електродів, що дозволяє створити ефективне покриття з заданими характеристиками.

Результати. В даній роботі простим методом просочення було отримано нанокompозити на основі наночастинок нікелю та N-БШВНТ з різними значеннями середнього діаметру. Такі нанокompозити були використані в якості покриття скловуглецевого електроду на якому була проведена реакція виділення водню з водного розчину 1 М КОН за реакцією $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$. Було встановлено, що середній діаметр N-БШВНТ суттєво впливає на розмір, форму, концентрацію та електронний стан осаджених на них наночастинок Ni(NiO), і, таким чином визначає каталітичну активність нанокompозитів в реакції виділення водню. При модифікуванні поверхні N-БШВНТ із середнім зовнішнім діаметром 47 ± 22 нм (N-БШВНТ-47) спостерігається утворення переважно сферичних наночастинок металічного нікелю із середнім розміром 16 ± 6 нм. Модифікація N-БШВНТ із середнім зовнішнім діаметром 28 ± 8 нм (N-БШВНТ-28) призводить до утворення наночастинок NiO, частково відновлених до Ni, неправильної форми з середнім розміром 28 ± 15 нм. Було встановлено, що концентрація наночастинок нікелю, осаджених на N-БШВНТ-28, дорівнює 52%, яка є більш ніж у два рази більша ніж концентрація наночастинок нікелю осаджених на поверхню N-БШВНТ-47 (22%). Наночастинки (Ni)NiO в обох випадках покриті шаром Ni(OH)₂ і повністю блокують поверхню нанотрубок, запобігаючи адсорбції речовин в середині N-БШВНТ. Встановлено, що (Ni)NiO/N-БШВНТ-28 демонструє потенціал зсуву у менш електронегативну область порівняно з немодифікованим скловуглецевим електродом близько -1000 мВ, тоді як N-БШВНТ-47, N-БШВНТ-28 та (Ni)NiO/N-БШВНТ-47 демонструють зсув потенціалу на 1250-1350 мВ.

Висновки. Встановлено, що нанокompозит Ni(NiO)/N-БШВНТ-28 проявляє значно вищу каталітичну активність в процесі виділення водню з водного середовища ніж нанокompозит Ni(NiO)/N-БШВНТ-47, що можна пояснити значно вищими розмірами та концентрацією наночастинок нікелю порівняно з нанокompозитом Ni(NiO)/N-БШВНТ-28.

Література

1. M. S. Dresselhaus, I. L. Thomas, Alternative energy technologies, Nature 414 (2001) 332–337.

47. Development of a face cream formulation with an anti-couperose complex for daily care

Bilym Anastasiia, Nataliia Sabadash

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Rosacea is a chronic inflammatory skin disease that primarily affects the central area of the face. Rosacea is characteristic of sensitive skin, as it is a disease marked with punctuated phases of exacerbated signs and symptoms that alternate with periods of remission. These characteristic "stars" are not desirable for owners with such skin defects. [1, 2].

Therefore, ways to combat them, as well as prevent their occurrence are very important [3, 4].

Materials and methods. An analytical review of the scientific and technical literature, clarified the range of components aimed at combating rosacea, analyzed the features of rosacea, and developed a recipe for a face cream with anti-rosacea complex for daily care.

Results. The following ingredients were used to develop the formulation of this cream: Lavender water, Oleum Persicarum, Emulsifying Wax, extracts of Arnica montana (arnica), Lilium candidum (White lily), Potentilla erecta (lachatka erect), Ginkgo Biloba (Ginkgo biloba), Sambucus nigra (Sambucus nigra), Stearic Acid, Guar Gum.

In the course of research, a formulation of a face cream with an anti-couperose complex was developed. Three samples of face cream were obtained, the amount of complex extracts in which was 3, 6, 8%, respectively. No extracts were added to the control sample.

A group of experts conducted an organoleptic evaluation of the cream. Samples were evaluated on a 10-point scale, where 10...9 points - very nice, 8...7 points - nice, 6...5 points - mediocre, 4...3 points - unpleasant, 2...1 points - bad.

Physicochemical parameters were determined: pH, mass fraction of total alkali, thermal stability, colloidal stability. All samples meet the requirements of DSTU 4765-2007 "Cosmetic creams".

Conclusions. The results of the analysis showed that the anti-couperose complex of extracts is best administered in an amount of 6% in a face cream. This sample of cosmetic emulsion has the best organoleptic characteristics on the main descriptors "appearance", "color", "ease of application", "stickiness", "feeling after application".

1. Steinhoff M, Schmelz M, Schaubert J. Facial Erythema of Rosacea—Aetiology, Different Pathophysiologies and Treatment Options. *Acta Derm Venereol.* 2016; 96: 579–586.

2. Blount BW, Pelletier AL. Rosacea: a common, yet commonly overlooked, condition. *Am Fam Physician.* 2002; 66:435–40.

3. Draelos ZD. Cosmeceuticals in the rosacea patient. *Cosmet Dermatol.* 2002; 15:48–56.

4. Draelos ZD, Gold MH, Weiss RA, et al. Efficacy and safety of oxymetazoline cream 1.0% for treatment of persistent facial erythema associated with rosacea: Findings from the 52-week open label REVEAL trial. *J Am Acad Dermatol.* 2018; 78(6):1156–63.

48. Formulation Development of Antiperspirant Foot Cream with an Antifungal Effect

Anastasiia Andreichykova, Nataliia Sabadash

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Fungal infections are very common among adults and children. Scientific studies have proved that tea tree essential oil prevents the growth of fungi. Tea tree essential oil also can penetrate the nail layer and affect the fungi directly, as well as bacteria that can develop on the affected skin prone to fungal infection. **The aim** of our work was to develop a formulation of the antiperspirant foot cream with an antifungal effect.

Results. The following ingredients were used to develop the formulation: water, carbomer 150, wax emulsion, distilled monoglyceride, lanolin, para-oxybenzoic acid methyl ester, tea tree essential oil, lemon oil, eucalyptus oil. Three samples of foot cream were obtained, the amount of tea tree essential oil was 0.5, 1.0, 1.5%, respectively. Tea tree essential oil was not added to the control sample. While studying organoleptic properties, a group of experts consisting of 12 people was selected. The analysis was carried out in a room with an air temperature of $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, under equal conditions for all members of the expert commission. Samples were evaluated on a 10-point scale, where 10... 9 points stand for "very nice", 8... 7 points stand for "nice", 6... 5 points stand for "mediocre", 4... 3 points stand for "unpleasant", 2... 1 points stand for "bad" (Table 1).

Table 1

**Organoleptic characteristics of samples
of antiperspirant foot cream with antifungal effect**

Criterion	Control	0,5%	1,0%	1,5%
Visual appearance	8,0	8,0	8,0	8,0
Color	8,0	8,0	8,0	8,0
Scent	5,0	7,0	10,0	8,0
Ease of application	10,0	10,0	10,0	10,0
Feeling after application	7,0	8,0	9,0	6,0

Physico-chemical parameters were determined: pH, mass fraction of total alkali, thermal stability, colloidal stability. All samples meet the requirements of DSTU 4765-2007 "Cosmetic creams".

Conclusions. The results of the analysis showed that the most appropriate amount of tea tree essential oil in foot cream is 1.0%. This sample has the best visual appearance, color, ease of application, and feeling after application.

References.

1. Sunita Lahkar et al / Int. J. Pharm. Phytopharmacol. Res. 2013; 3 (3):p. 250-253
2. Özfenerci M. Tea Tree Oil and Its Use in Aromatherapy / Müjgan Özfenerci, Ufuk Koca Çalışkan // Current perspectives on medicinal end aromatic plants. 2018, № 2, P. 90-102. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/613527>
3. Mumu, S.K., Hossain, M.M., Antimicrobial Activity of Tea Tree oil against Pathogenic Bacteria and Comparison of Its Effectiveness with Eucalyptus Oil, Lemongrass Oil and Conventional Antibiotics. American Journal of Microbiological Research, Volume. 2018. 6(3), P. 73-78.

49. Recipe for serum against acne with salicylic acid

Valentyna Kryshtof, Nataliia Sabadash

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Acne is an inflammatory disease of the hair follicles and sebaceous glands of the skin. Acne usually affects areas with high sebaceous glands: face, chest, back. Acne is a very common skin disease. Statistics indicate that acne affects: up to 80% of the population aged 12 to 25 years; about 30... 40% of people over the age of 25.

Skin serum is not a moisturizer like lotion or cream. Most often, it is a highly concentrated complex of substances that can quickly penetrate the skin. Due to the content of an intensive dose of ingredients, the result of applying the serum is noticeable immediately, because the skin instantly receives the required amount of active substances that help eliminate common skin diseases.

Salicylic acid has an excellent exfoliating effect, removes keratinized skin cells, helps clean pores, has antibacterial activity, regulates the sebaceous glands.

Materials and methods. An analytical review of the scientific and technical literature to determine the organoleptic and physicochemical quality indicators of the developed cosmetic serum against acne, the function of salicylic acid in cosmetics.

Results. To obtain serum against acne with salicylic acid used the following ingredients: *Hyssopus officinalis* water; AC.NET (Water, Butylene Glycol, PEG-60 Almond Glycerides, Caprylyl Glucol, Glycerin, Carbomer, Nordihydroguaiaretic Acid, Oleanolic Acid); Sodium acrylates copolymer (and) Lecithin; Salicylic Acid; Phenoxyethanol; *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil; *Citrus Aurantium Bergamia* Peel Oil; *Citrus limon* (Lemon) Oil; *Chamomilla Recutita* Flower Extract; *Humulus lupulus* Extract; Bisabolol.

According to the working recipe were obtained 3 samples of serum against acne, the amount of salicylic acid in which was 1, 2, 3%, respectively. Salicylic acid was not added to the control sample.

In the study of organoleptic properties, a group of experts consisting of 10 people was selected. The analysis was performed under the same conditions for all members of the expert commission in a room with an air temperature of $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Samples were evaluated on a 10-point scale, where 10... 9 points - very nice, 8... 7 points - nice, 6... 5 points - mediocre, 4... 3 points - unpleasant, 2... 1 points - bad.

Conclusions. An anti-acne serum with salicylic acid was obtained. It is established that for oily, problem skin it is most expedient to enter salicylic acid in the amount of 1 and 2%, depending on the degree of damage. But the priority amount of salicylic acid in the serum will be equal to 1% to safely and effectively combat skin imperfections.

References

1. Поліон Н. М. та співав. Акне і акнеподібні дерматози / Н. М. Поліон, А. Д. Дюдюн, В. В. Горбунцов, Ж. А. Антипова // ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України». – 2018. – С. 87-98.
2. Kelly Bilodeau. Skin serum: What it can and can't do / Harvard Women's Health Watch. – 2018.
3. Andrew N. Lin, Thomas Nakatsui. Salicylic acid revisited / International Journal of Dermatology. – 1998; 37:335–342.

50. Development of a recipe for gel toothpaste with saccharin E954

Neliubina Olexandra, Nataliia Sabadash

National university of food technology, Kyiv, Ukraine

Introduction. It is impossible to find sucrose in modern toothpaste, because it has the ability to lead to tooth decay. Therefore, sweeteners are used to give the paste a better taste and mask the taste of abrasives and detergents. The most common of the mentioned sweeteners is saccharin – a food additive E954. Unlike sucrose, saccharin has no adverse effects on tooth enamel and is approved by the Joint Expert Commission on Food Additives (JECFA) of the World Health Organization [1].

Materials and methods. There was conducted an analytical review of the scientific and technical literature, also there was carried out an analysis of the properties of saccharine and was developed a formulation of gel toothpaste with saccharine E954 [2].

Results. The following ingredients were used to formulate the gel toothpaste: AQUA, GLYCERIN, PEG, SILICA, CALENDULA OFFICINALIS FLOWER EXTRACT, SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE, SODIUM LAURETH SULFATE, SODIUM MONOFLUOROPHOSPHATE, MINT FLAVOR, SODIUM BENZOATE, SACCHARIN.

In the course of the research there was developed the formula of gel toothpaste with E954 saccharine, according to which 3 samples of toothpaste were obtained, where the quantity of saccharine was 0.01, 0.1, 0.2 % accordingly. In the control sample saccharin was not added.

The organoleptic properties of toothpaste (table 1) samples were determined by applying a thin even layer of a small number of samples on a sheet of white paper. Light grinding of the sample determined the absence of grains, as well as the color, smell and taste of the paste.

Table 1

Organoleptic characteristics of samples of gel toothpaste with saccharin

Criterion	Mass fraction of saccharin			
	Control	0,01%	0,1%	0,2%
Appearance	homogeneous transparent mass	homogeneous transparent mass	homogeneous transparent mass	homogeneous transparent mass
Smell	without foreign odor	without foreign odor	without foreign odor	without foreign odor
Taste	unpleasant taste, you can feel the taste of other components	the taste is a little sweeter, but doesn't mask the taste of other components	pleasant sweet taste, appropriate for this type of paste	the taste is too sweet, not typical for toothpaste

Also, there were determined the physical and chemical indices of toothpaste, in particular the foam number and foam resistance, as well as the water pH indicator.

Conclusions. According to the results of the research we can say that it is most desirable to put saccharin in gel toothpaste in the amount of 0.1%. This sample corresponds to the normative indicators.

References

1. Razzak Mahmood A.A, Al-Juboori S.B. A review: Saccharin discovery, synthesis and applications / Ibn Al Haitham Journal for Pure and Applied Science – Vol.33 (2) – 2020. – p.43-50.
2. Vranic E., Lacevic A., Mahmedagic A., Uzunovic A. Formulation ingredients for toothpastes and mouthwashes / Journal of the Association of Basic Medical Sciences – 2004. – Vol.4 – p.51-58.

51. Development of a formulation of moisturizing solid shampoo

Kateryna Podmokova, Nataliia Sabadash, Igor Fesych
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Solid shampoos present some additional advantages compared to the traditional ones. Among ingredients, water is largely present in liquid shampoos and, for that reason, the use of preservatives is necessary. Instead, solid shampoos could decrease or even eliminate water in the formula, thus reducing also the preservatives amount. Thanks to more microbiological stability, solid shampoos have a longer shelf life than liquid shampoos. Solid shampoos have a more convenient form of release, they are convenient to use when traveling. They are easy to transport and reduce transportation costs by reducing the volume of finished products. In addition, an important factor in the production of foaming cosmetics is to reduce the consumption of drinking water as a primary human resource. [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Moisturizing the hair is one of the important functions of the shampoo. Panthenol can be an effective moisturizing component in the shampoo. Panthenol is widely used in cosmetics industries for its hygroscopic properties. This property allows it to attract moisture from the atmosphere and bind to water molecules, which helps moisturize the hair, stopping it from dehydration.[Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Materials and methods. . An analytical review of the scientific and technical literature to development of a formulation of moisturizing solid shampoo and determine its organoleptic and physicochemical indicators, considered the possibility of using panthenol as a moisturizing component.

Results. The following ingredients were used as components of the recipe: Sodium Coco Sulfate, Sodium Cocoyl Isethionate, Hydrolyzed Keratin, Coconut Oil, Deionized Water, Panthenol, Formic Acid.

In the course of research, a formula of moisturizing solid shampoo was developed, according to which 3 samples were obtained, the amount of panthenol in which was 1, 2 and 3%, respectively. Panthenol was not added to the control sample.

The quality control of the obtained cosmetic samples was carried out. The analysis was performed under the same conditions in a room with air temperature (20±2)°C.

Organoleptic and physicochemical indicators were determined: appearance, color, odor, moisturizing ability, feeling after use, pH, foaming ability, foam stability.

Conclusions. The use of 3% panthenol is limited, because panthenol forms a denser film on the hair shaft and scalp, which can cause discomfort after use. Therefore, the most appropriate introduction of panthenol in a moisturizing solid shampoo in the amount of 2%. This sample has the best moisturizing ability and meets all regulatory indicators.

References:

1. Gubitosa, J. Hair care cosmetics: from traditional shampoo to solid clay and herbal shampoo, A review / J. Gubitosa, V. Rizzi, P. Fini, P. Cosma // *Cosmetics (Web)*. – 2019 – V. 6 (1). - P.13
2. Ebner, F. Topical use of dexpanthenol in skin disorders / F. Ebner, A. Heller, F. Rippke // *American Journal of Clinical Dermatology*. – 2002. – V. 3 (6). – P. 427-433.

52. Development of a lip balm recipe with carnauba wax E903

Polina Horkunenko, Nataliia Sabadash

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Carnauba wax E903 is the hardest of the known natural waxes with a melting point of 80-86 ° C, which makes it unique compared to other natural waxes. It contains more esters (about 85%), but less wax acids (2... 3%) compared to beeswax. Carnauba wax combines well with oils, fats and other waxes, which makes it widely used in recipes for mascara, blush, liquid powder, ball deodorants and more. The high melting point and hardness make it an important structuring ingredient for lipsticks to prevent them from melting at higher temperatures (for example, when in the sun). In addition, it gives a good shine to lipstick [1].

Materials and methods. An analytical review of the scientific and technical literature, an analysis of the properties of carnauba wax and lip balm`s recipes with carnauba wax E903.

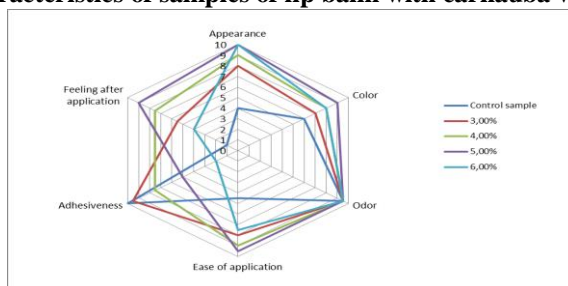
Results. The following ingredients were used to develop the lipstick recipe: Ricinus Communis Seed Oil, Theobroma Cacao Seed Butter, Persea Gratissima (Avocado) Oil, Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil, Cocos Nucifera (Coconut) Oil, Copernicia Cerifera (Carnauba) Wax, Tocopherol, Vitamin F, Benzyl Alcohol, Ethylhexylglycerin, Aroma.

In the course of research, a recipe for lip balm with carnauba wax was developed. Four samples of lip balm were obtained, the amount of carnauba wax in which was 3, 4, 5, 6%, respectively. Carnauba wax was not added to the control sample.

In the study of organoleptic properties, a group of experts consisting of 15 people was selected. The analysis was performed under the same conditions for all members of the expert commission in a room with air temperature (20 ± 2) ° C. Samples were evaluated on a 10-point scale, where 10... 9 points - very nice, 8... 7 points - nice, 6... 5 points - mediocre, 4... 3 points - unpleasant, 2... 1 points - bad (Diagram 1).

Diagram 1

Organoleptic characteristics of samples of lip balm with carnauba wax



Organoleptic parameters were determined, namely: appearance, color, odor, ease of application, stickiness and sensation after application, as well as the determination of physicochemical parameters. All samples meet the requirements of National Standards of Ukraine 4774: 2007 "Cosmetic products for makeup on a fat-wax basis"

Conclusions. The results of the analysis showed that it is most appropriate to introduce carnauba wax in lip balm in an amount of 5% (sample 3). This sample has the best appearance, color, ease of application and feel after application.

References. Williams D.F. Waxes Used in Cosmetics / D.F. Williams. // Making Cosmetics Inc. – 2010. – С. 2.

53. Determination of the elemental composition of lycopene by inductively coupled plasma mass spectrometry

Anastasiia Dziubenko, Myhaylo Milukin, Nataliia Sabadash
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP / MS) is a type of mass spectrometry that is highly sensitive and able to detect a number of metals and several non-metals in concentrations up to $10^{-10}\%$, ie one particle out of 10^{12} . The method is based on the use of plasma ionization as a source of ions, their distribution and detection [1].

Materials and methods. The object of the study was the food supplement E160d lycopene, which is obtained by extraction from red tomatoes. Used in the food and cosmetics industries, it is a powerful antioxidant for the prevention and treatment of cancer and skin repair [2]. Lycopene (mixture), weight of dry residue of aqueous emulsion of lycopene (mixture) 732 mg, volume of emulsion of lycopene (mixture) 200 ml. The ICP / MS method was used to determine the micronutrient composition of the E160d food additive.

Results. Trace elements can be divided according to vital necessity (modern classification):

- essential are vital elements: Cr = $0,993\pm 0,242$ mcg/L, Mn = $1,573\pm 0,219$ mcg/L, Co = $0,004\pm 0,001$ mcg/L, Cu = $3,696\pm 0,258$ mcg/L, Zn = $1,754\pm 0,241$ mcg/L, Se = $0,104\pm 0,015$ mcg/L;

- conditionally essential trace elements are vital, but dangerous in large doses: Li = $0,109\pm 0,008$ mcg/L, V = $0,001\pm 0,0003$ mcg/L, Ni = $0,115\pm 0,019$ mcg/L, As = $0,095\pm 0,009$ mcg/L;

- toxic elements are substances that have a detrimental effect on the body: Be = $0,0045\pm 0,001$ mcg/L, Al = $0,874\pm 0,312$ mcg/L, Cd = $0,005\pm 0,001$ mcg/L, Ba = $0,136\pm 0,03$ mcg/L, Tl = $0,018\pm 0,002$ mcg/L, Pb = $0,025\pm 0,004$ mcg/L;

- potentially toxic are substances that have a possible harmful effect on the body: Rb = $0,078\pm 0,008$ mcg/L, Ag = $0,004\pm 0,001$ mcg/L, In = $0,003\pm 8,65583e^{-05}$ mcg/L, U = $0,002\pm 0,001$ mcg/L.

Conclusion. This experiment shows that E160d supplements contained the most essential micronutrients from 0,004 to 3,7 mcg/L, toxic from 0,004 to 0,87 mcg/L, conditionally essential from 0,001 to 0,115 mcg/L, and least potentially toxic. from 0,0018 to 0,078 mcg/L.

Therefore, we can conclude that the supplement contains a large number of useful trace elements and is minimally contaminated with toxic, which confirms its positive effect on the body. This study confirms the maximum allowable level of food additive E160d, which is 100 mg / kg [3].

References:

1. Ковров О. С., Зворигін К.О. Визначення вмісту важких металів у сольових батарейках та акумуляторах. Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». Дніпро. С. 165–172.

2. Природные антиоксиданты пищевых продуктов: монография / М.О. Полумбрик, З.В. Ловкис, И.М. Почичкая [и др.]. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. 158 с.

3. Про затвердження Санітарних правил і норм по застосуванню харчових добавок: закон за станом на 23.07.1998. Міністерство охорони здоров'я України, 16.12.1996, № 222.

54. White oxide pigments in face powders

Khrystyna Perpeta, Sabadash Nataliia, Igor Fesykh

National university of food technology, Kyiv, Ukraine

Introduction. Zinc oxide and titanium dioxide are used in face powders to aid in hiding blemishes and brightening the skin. These oxides allow for the use of thinner coatings of make-up material for the same desired effect [1].

Materials and methods. An analytical review of scientific and technical literature was carried out, analyzing the properties of white oxide pigments in the face powder. The ingredient composition of powders cosmetic and considered possible ways to use white pigments in decorative cosmetics are studied.

Results. Mineral powder is a key component in makeup. Her main task - hide the imperfections and resolve the surface and tone of the skin. In cosmetics (including face powders), titanium dioxide and zinc oxide are used either as a sun filter or as a white pigment. They are naturally-occurring minerals found in the earth's crust. Because of their white color, opaqueness, and ability to refract light, the ingredients are often used as pigments, brighteners, and opacifiers (they make a formulation more opaque). In addition, zinc oxide has anti-inflammatory, astringent, and drying properties.

Metal oxides have the ability to absorb skin oil, they can be used as fillers, and are responsible for covering capacity and form the basis of loose and compact forms of release [1].

TiO₂ and ZnO are also UV filters and so are effective active ingredients in sunscreens. They're often used in cosmetics loose and pressed powders, especially "mineral powder" cosmetics, in addition to other cosmetics, lotions, toothpaste, and soap [2, 3].

Also, they show good photocatalytic activity. In the contact, these oxides with light on the surface may be generated (formed) active forms of oxygen, which, in turn, can have a negative impact on the skin [4].

Nanoparticles (NPs) are generally defined as particles having at least one dimension smaller than 100 nm. Accordingly, particles with different morphologies, from equi-axial shapes, whiskers, and nano-tubes to nanorods, need to be considered. Although micron-sized and nano-sized TiO₂ powders are, in general, chemically identical, due to their significantly higher specific surface area, nano-powders may exhibit physical and chemical properties that differ from the properties of microparticles [3, 4].

Conclusions: Generally the amount of titanium dioxide and zinc oxide are introduced into the product (face powder) not exceeding 20%. Basics for oily skin may contain both components in a formation of up to 30%.

References:

1. Klingshrin, C. ZnO: material, physics and applications / C. Klingshrin // *Chemphyschem.* – 2007. – 8 (6), – P. 782-803.

2. Cao, Z. synthesis and UV shielding properties of zinc oxide ultrafine particles modified with silica and trimethyl siloxane / Z. Cao, Z. Zhang, F. Wang, G. Wang // *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp.* – 2009. – №340. – P. 161-167.

3. Becheri, A. Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles: application to textiles as UV-absorbers / A. Becheri, M. Durr, P. Lo Nostro, P. Baglioni // *J. Nanopart. Res.* – 2008. – № 10. – P. 679-689.

4. Enhanced photocatalytic performance of TiO₂-ZnO hybrid nanostructures / C. Cheng, A. Amini, C. Zhu, Z. Xu, et. // *Sci. Rep.* – 2014. – 4; №: 4181.

Inhibitor activity of maleimide in mild steel corrosion in 1M H₂SO₄

Stela Radoslavova, Temenuzhka Haralanova

*Department of Chemistry, Food and Biotechnologies,
University of Ruse "Angel Kanchev", Razgrad Branch, Bulgaria*

Introduction. It is known that a large number of organic compounds imported as additives in a corrosive environment or in a protective coating (masks, paints, varnishes, polymers, etc.) reduce both the rate of corrosion and its harmful effects.

Materials and methods. The organic compound maleimide was synthesized in laboratory conditions and its purity was controlled by means of IR spectroscopy.

The studies on the inhibitory action of the organic compound and the corrosion resistance of the steel specimens were conducted by applying a gravimetric (weight) method.

Results and discussion. The effect of the inhibitor concentration on the corrosion rate of steel in a 1 M H₂SO₄ solution was investigated. The obtained values for the corrosion rate (*K*) and the degree of protection (*Z*) of the tested steel samples at different concentrations of the organic additive, at 25°C temperature, are presented in Table 1.

Table 1 **Corrosion rate (k) and degree of protection (Z) values for different concentrations of the organic additive at 25 °C temperature**

C μmol/dm ³	K g/m ² .h	Z %	Y
0	1.30	-	-
0,5	1.12	14.01	1.16
1,5	0.92	29.37	1.42
2.0	0.65	50.10	2.04
2,5	0.61	53.17	2.14

The obtained results do not show values characteristic of good inhibitory protection of the steel specimen in the studied corrosion environment.

One of the reasons for this is the poor solubility of the investigated substance in both water and ethanol. This circumstance limits its maximum possible concentration that can be practically achieved in sulfuric acid corrosion environment.

Conclusions. The studies performed help to clarify the relationship of the inhibitory properties of different classes of organic compounds with the presence of different functional groups in their structure.

References

1. Popova, A., Vasilev, A., Deligeorgiev, T. (2018). Evaluation of the Electrochemical Impedance Measurement of Mild Steel Corrosion in an Acidic Medium, in the Presence of Quaternary Ammonium Bromides, *Portugaliae Electrochim. Acta*, 36(6), 423-435.
2. Sadeghi, R., Erami, M., Amirnasr, S. M., Talebian, M., Farrokhpour, H., Raeissi, K., (2019). Carboxamide derivatives as new corrosion inhibitors for mild steel protection in hydrochloric acid solution, *Corros. Sci.* 151, 190-197.

Synthesis and study of blue diopside ceramic pigments

Tsvetalina Ibrev¹, Tsvetan Dimitrov²

1 – Prof. Assen Zlatarov University, Burgas, Bulgaria

2 – University of Ruse “Angel Kanchev”, Branch Razgrad, Bulgaria

Introduction. Ceramic pigments are inorganic colored finely dispersed powders which, when added to a material, impart certain color and change some of its properties. Diopside $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ is a clinopyroxene which forms a complete solid solution series with hedenbergite ($\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$) and augite.

Materials and methods. For the preparation of diopside ceramic pigments in the system $\text{CaO}.0,3\text{CoO}.0,7\text{MgO}.2\text{SiO}_2$, the blends were defined on the basis of the stoichiometry of the main mineral – diopside $\text{CaO}.0,3\text{CoO}.0,7\text{MgO}.2\text{SiO}_2$. The materials used for the synthesis were CaCO_3 , Co_3O_4 , MgO and $\text{SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$. The substance used to introduce SiO_2 into the system - $\text{SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$, is much more reactive than the common quartz sand and the particle sizes were dispersed in the range 2-7 μm . The quantities of the materials from which 100 g blend is prepared were weighed with precision of 0,1 g, then they were mixed and homogenized in dry state in a planetary mill Pulverizete - 6, product of “Fritch”. The sintering was carried out in a laboratory muffle oven at heating rate 300 - 400°C/h in air atmosphere at 1000°C, 1100°C and 1200°C.

Results and discussion. X-ray phase analysis as a direct method for identification of phases. The main task of the X-ray analysis was to identify the different phases individually or aim blends using the diffraction pattern registered from the sample studied. The X-ray studies were performed on an apparatus IRIS with $\text{Cu K}\alpha$ radiation and nickel filter, in the range of angles from 2 to 80°. The interplanar distances (d , nm) were calculated by the formula of Wulf - Bragg: $n\lambda = 2d\sin\theta$, where: λ – X-ray wavelength, nm; n – diffraction order ($n =$ positive integer); θ – Bragg’s angle of diffraction, grad. X-ray patterns of the diopside ceramic pigments synthesized are presented in Fig. 1.

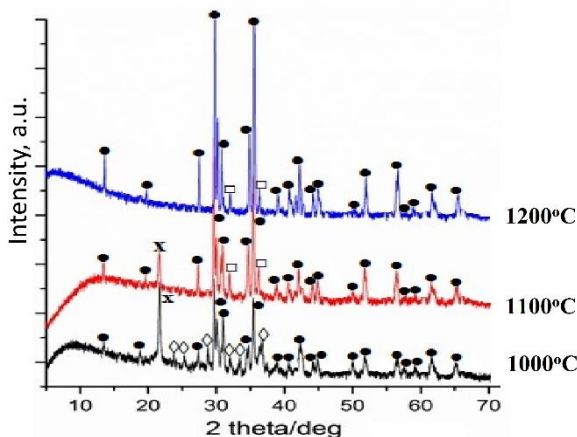


Fig. 1. X-ray patterns of pigments in the system $\text{CaO}.0,3\text{CoO}.0,7\text{MgO}.2\text{SiO}_2$ taken at 1000°C, 1100°C and 1200°C

● - Co - Diopside, ◇ - Wollastonite □ - CoMgSiO_4 , x - Cristobalite

The pigments synthesized had stable blue color and significant formation of the main phase - the mineral diopside CaO.MgO.2SiO_2 , was observed at 1000°C , although reflexes from wollastonite (CaSiO_3), cristobalite (SiO_2) and CoMgSiO_4 were also observed.




The coloring ion is introduced in it filling the gaps in the crystal lattice. Thus, it settles in a rigid crystal lattice in the structure of the main phase without affecting it except for the color. With the increase of temperature, the wollastonite and cristobalite content decreases, due to its transformation into diopside.

Color is one of the most important properties of the pigments. Colored substances absorb and transform light of certain wavelengths within the visible spectrum due to their atomic structure. Using the CIELab, not only the colors of ceramic pigments are determined but also these of other materials which means that this system is universal and it is widely used. In the system CIELab, the color co-ordinates determined are as follows:

- L^* - lightness, $L^*=0$ – black color, $L^*=100$ – white color
- a^* - green color (-) / red color (+)
- b^* - blue color (-) / yellow color (+)

The colors of the pigments were determined spectrometrically with a Tintometer RT 100 Colour. The results obtained from the measurements are presented in Table 1.

Table 1 Results obtained from the measurement of the color coordinates

Pigment	Color	L^*	a^*	b^*
$\text{CaO.0,3CoO.0,7MgO.2SiO}_2$ - 1000°C		45,2	0,1	-7,9
$\text{CaO.0,3CoO.0,7MgO.2SiO}_2$ - 1100°C		55,8	7,4	-22,3
$\text{CaO.0,3CoO.0,7MgO.2SiO}_2$ - 1200°C		53,5	17,8	-15,1

It can be seen from the data presented that the best results were obtained by the synthesis of the $\text{CaO.0,3CoO.0,7MgO.2SiO}_2$ - 1100°C pigments, where the amount of blue color measured in the CIELab system was $b^* = -22.3$.

Conclusions. Blue ceramic pigments were synthesized on the basis of the diopside by the method of solid phase sintering. The optimal parameters of the process of synthesis were determined. The best results were obtained with the pigment synthesized at sintering temperature of 1100°C . The X-ray phase analysis indicated that the addition of Co to the initial mixture leads to worse substitution of Mg by cobalt in the diopside lattice.

The pigments obtained are suitable and can successfully be used in glazes for tiles and sanitary ceramics.

Acknowledgements:

The financial support of this work by the Bulgarian Ministry of Education and Science, National Research Fund under the contract number KP-06-H47/10 - 2020 is gratefully acknowledged.

Synthesis of phenothiazinyl derivatives

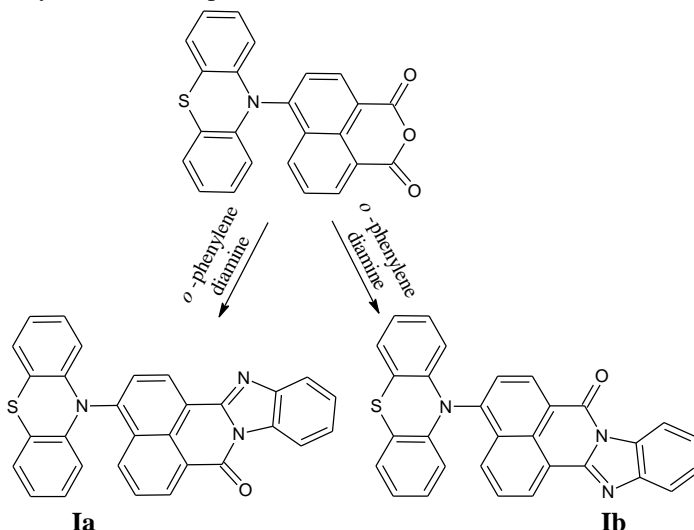
Iliana Nikolova, Sinem Osman

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
Razgrad Branch, "Angel Kanchev" University of Ruse, Bulgaria

Introduction. Phenothiazines, nitrogen- and sulfur-containing tricyclic compounds have been known for more than a hundred years. This class of organic compounds is extremely important due to its significant biological and chemical properties.

Materials and methods. All used chemicals were purchased from Merck. The melting point was determined by a SMP-10 digital melting point apparatus. The IR spectra were taken on PerkinElmer FTIR-1600 spectrometer in KBr discs. The NMR spectra were obtained on Bruker Avance III HD (500.13 MHz for ^1H and 125 MHz for ^{13}C NMR) spectrometer.

Results and discussion. By combining in one molecule the 1,8-naphthoylene-1',2'-benzimidazole group with that of phenothiazine, we obtained orange-red luminophores (I). The scheme of synthesis can be presented as follows:



Two isomeric products Ia and Ib were obtained. They were detected by IR and NMR spectra. The results of the studies prove the structure of the new compounds. Their physicochemical data have been determined.

Conclusion. Two isomers containing a phenothiazine ring and a 1,8-naphthoylene-1',2'-benzimidazole group have been synthesized. The compounds have been identified by spectral methods.

References

Pluta K., Morak-Młodawska B., Jelen M. (2011), Recent progress in biological activities of synthesized phenothiazines. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 46, 3179 – 3189

Acknowledgments. The authors acknowledge the support of the Science Fund of the University of Ruse, Bulgaria (project 2021/BRz-01)

Section 18

Energy and resource saving technologies

Chairperson – professor Oleksandr Seriogin
Secretary – Oleksii Osmak

Секція 18

Енерго- і ресурсощадні технології

Професор – професор Олександр Серьогін
Секретар – Олексій Осьмак

1. Традиційні та нетрадиційні джерела енергії

Юлія Муравйова, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При сучасному рівні науково-технічного прогресу енергопотреба може бути покрита лише за рахунок використання органічного палива (уголь, нафта, газ), гідроенергії та атомної енергії на основі теплових нейтронів.

Однак, за результатами численних досліджень останніх років органічне паливо може задовольнити запити світової енергетики тільки частково. Інша частина енергопотреби може бути задоволена за рахунок інших джерел енергії – нетрадиційних і поновлюваних.

Матеріали і методи. Аналіз поновлюваних та не поновлюваних джерел енергії.

Результати. Поновлювані джерела енергії – це джерела на основі постійно існуючих або періодично виникають у навколишньому середовищі потоків енергії. Відновлювана енергія не є наслідком цілеспрямованої діяльності людини, і це є її відмітною ознакою.

Не поновлювані джерела енергії – це природні запаси речовин і матеріалів, які можуть бути використані людиною для виробництва енергії. Прикладом можуть служити ядерне паливо, вугілля, нафта, газ. Енергія не поновлюваних, джерел на відміну від поновлюваних знаходиться в природі у зв'язаному стані і вивільняється в результаті цілеспрямованих дій людини.

До нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії відносяться: сонячна, вітрова, геотермальна, енергія морських хвиль, припливів і океану, енергія біомаси, деревини, деревного вугілля, торфу, тяглової худоби, сланців, бітумінозних пісковиків і гідроенергія великих і малих потоків.

Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії.

Джерела первинної енергії	Природне перетворення енергії	Технічне перетворення енергії	Повторне використання енергії
Земля	Геотермальне тепло землі	Геотермальна електростанція	Електроенергія
Сонце	Випаровування атмосферних опадів	Гідроелектростанції (напірні та проточні)	
	Рух атмосферного повітря	Вітроенергетичні установки	
	Морська течія	Морські електростанції	
	Рух хвиль	Хвильові електростанції	
	Танення льодовиків	Льодовикові електростанції	
	Фотосинтез	Електростанції на біомасі	
		Фотоелектрика	
Планета	Припливи та відпливи	Припливні електростанції	

Висновок. Починаючи з 90-х років з ініціативи ЮНЕСКО за підтримки держав-членів ООН і зацікавлених організацій, проводяться заходи по просуванню ідеї широкого використання відновлюваних джерел енергії.

2. Застосування відновних ресурсів – шлях до економії корисних копалин.

Вадим Калита, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З кожним днем світ споживає велику кількість корисних копалин. Однак вони не безкінечні. Почався розвиток технологій котрі отримують енергію з відновних матеріалів.

Матеріали і методи. Розгляд різних видів відновлювальних джерел палив. Їх порівняння.

Результати. Більшість досліджень проводиться у напрямку переробки промислових і побутових органічних відходів, проте сучасні великі підприємства заготівлі і переробки деревини чи продуктів сільського господарства теж накопичують значну кількість відходів, так званої рослинної біомаси.

Переробка рослинної біомаси у хімічну сировину чи паливо вирішує одразу декілька питань: утилізації відходів, отримання біопалива другого покоління і, тим самим, - часткове зменшення залежності від традиційних корисних копалин.

Спосіб термічної переробки відходів деревини полягає, переважно, у подрібненні сировини та нагріванні в камері піролізу з переведенням продуктів в парогазову фазу з подальшою конденсацією її частини в рідке паливо. Подрібнену до розміру частинок 1...1,5 см сировину перед процесом слід осушувати до вологості 8-10 % або ж видаляти воду в камері видалення вологості, що проводять часто за нижчої температури ніж сам піроліз.

Піроліз здійснюють як при атмосферному так і при підвищеному тисках. Чим вища температура процесу, тим більша частка газоподібної складової в продуктах піролізу. Так, в процесі швидкісного двостадійного піролізу без доступу повітря з першою стадією відділення води за температур 371...550 °C і другою стадією за 751...1000 °C утворюється до 70 % газоподібних продуктів. Тому автори пропонують здійснювати процес при незначному розрідженні і температурах не вище 650 °C, що за їх твердженням сприяє більшому виходу паливних компонентів. Також присутність кисню негативно впливає на вихід продуктів піролізу та погіршує якість одержаних паливних компонентів, внаслідок утворення побічних кисневмісних сполук (фенолів, кислот). А тому пропонується вести процес без доступу кисню в атмосфері паливного газу при незначному розрідженні.

Для підвищення якості паливних компонентів продуктів піролізу пропонується проводити високотемпературний процес під дією газового теплоносія, в склад якого входить не лише очищений паливний газ, але й рідкі вуглеводні. Сировину при цьому попередньо продувають від кисню цим же теплоносієм.

Для аграрних країн цей ресурс актуальний. Застосування відходів з рослин та деревини, використовуючи спеціалізований котел в котрому відбувається розклад волокон на горючі гази, котрі спалюються і надають тепло. Головний мінус цього варіанту є сезонність, однак ця технологія чудово працює в комбінаціях.

Висновок. Відомі способи перетворення рослинної біомаси в паливо характеризуються багатостадійністю процесу, проходять при високих тисках і температурах, що ускладнює їх практичну реалізацію. Вдосконалення існуючих та пошук нових ефективних методів переробки рослинної біомаси є актуальним, оскільки, зменшення запасів нафти та газу приведе до того, що значна частина хімічної промисловості буде змушена працювати на відновлювальній сировині.

Розвиток та вдосконалення сучасних технологічних засобів переробки відходів рослинної біомаси одночасно вирішують і важливі екологічні проблеми.

3. Альтернативної системи теплохолодозабезпечення

Тетяна Лук'яненко, Олександр Серьогін

Вступ. Незалежність будь-якої країни – це, в першу чергу, її енергетична незалежність. Перехід до альтернативних джерел енергії, таких як сонячне випромінювання, вітрова, геотермальна енергія, ресурси біомаси, тепло доквілля тощо, дозволить децентралізувати енергетику.

Матеріали і методи. У роботі виконано аналіз енерго- та ресурсозберігаючого ефекту від впровадження вітрових та сонячних установок в комунальні системи теплохолодозабезпечення.

Результати. З метою реалізації державної політики в галузі енергетичної безпеки прийнято низку законодавчих актів міжнародного, державного та регіонального рівня.

Завдяки запровадженню державою законодавчо-інституційним та фінансовим заходам, останніми роками в Україні спостерігається позитивна динаміка розвитку галузі енергоефективності та альтернативної енергетики.

Так для Півдня України перспективи розвитку альтернативної енергетики пов'язані в першу чергу з використанням сонячної та вітрової енергії. Маловивченим залишається питання визначення рівня енерго- та ресурсозбереження при впровадженні комбінованих вітро-сонячних установок в комунальні системи теплохолодозабезпечення.

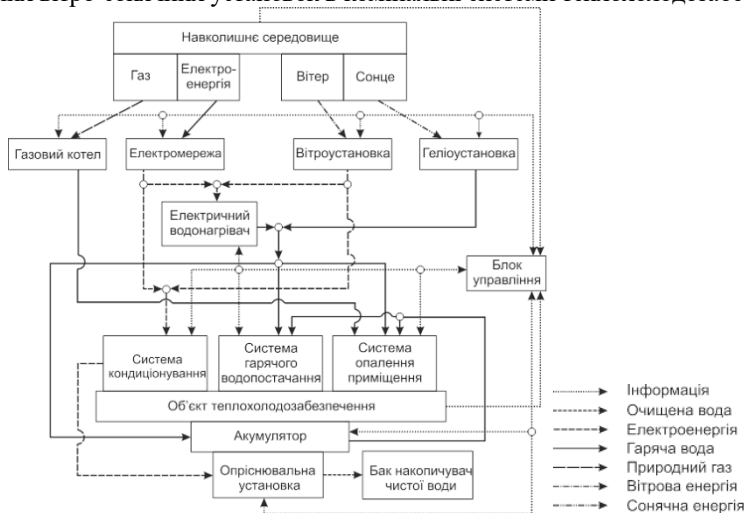


Рис. 1. Функціональна схема альтернативної системи теплохолодозабезпечення.

На основі запропонованої функціональної схеми розроблено математичну модель процесу перерозподілу енергії між альтернативними та традиційними джерелами. За розробленою моделлю виконано оцінку рівнів енерговиробництва альтернативними системами теплохолодозабезпечення. Результати моделювання показали можливість утворення надлишкової електроенергії, виробленої вітроустановками, на рівні 10% від загального генерування альтернативними джерелами. Ця енергія може бути направлена для роботи установок зворотного осмосу, що забезпечують очищення води.

Висновки. Таким чином, застосування зворотноосматичних установок в якості додаткових енергоспоживачів з регульованою продуктивністю дозволяє підвищити ефективність використання енергії, виробленої альтернативними джерелами, на 10%.

4. Сонячні колектори як основний спосіб підігріву води у житловому будинку.

Вадим Калита, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток технологій призвів до розвитку альтернативної енергетики. У цій роботі буде розглянуто сонячні колектори як основний спосіб підігріву води.

Матеріали і методи. Розглянемо систему для підігріву води за рахунок сонячної енергії, опишемо плюси і мінуси цієї установки та способи вирішення недоліків.

Результати. Колектори як спосіб нагріву води є доволі ефективним, але в теплий період.

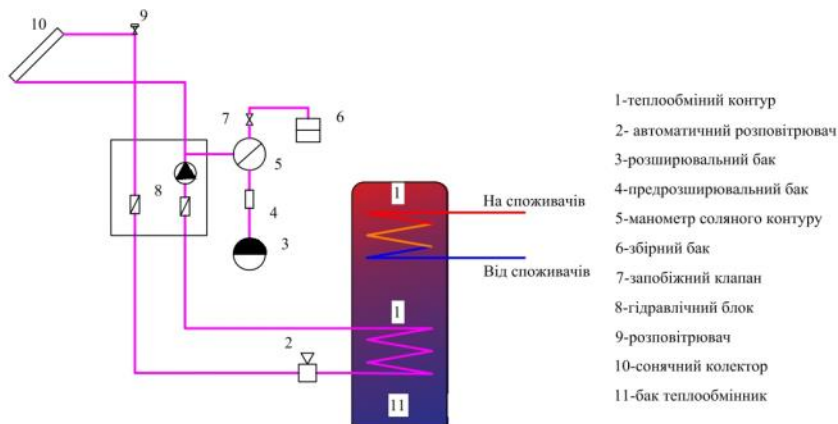


Рис.1 Схема сонячного колектора

У колекторах нагрівання проміжної речовини – пропиленгліколя відбувається за допомогою спеціального покриття на панелях (чорний хром), котрий поглинає теплове випромінювання та передає його рідині, яка в майбутньому передасть тепло до резервуару.

З даних отриманих з різних джерел можна визначити головні плюси: екологічність, немає необхідності в природних ресурсах(паливо, деревина, тощо). До мінусів можна віднести: залежність від погодних умов та розташування, висока ціна установки.

Способи вирішення проблем: недоліки цієї системи можна компенсувати різними способами – тепловим насосом (найекологічніший); газовий, твердопаливний або електричний котел.

Висновок. Застосування цієї системи є доцільним. Популярність сонячних колекторів, як і сонячних батарей, не висчерпується, адже з їх допомогою можна значно заощадити електроенергію. У той же час, така система не достатньо підходить для опалення протягом цілого року, тому краще її все ж комбінувати з іншими джерелами енергії. Перед установкою необхідно врахувати всі особливості роботи сонячних колекторів, а також вибрати відповідну схему підключення.

Література.

1. <https://nse.com.ua/ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/solar-heat.html>
2. <https://realsolar.ru/article/opyt-ekspluatacii/kak-rabotayut-geliokollektory/>

5. Порівняння системи з та без теплового насосу у приватному будинку.

Вадим Калита, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні почалось поширення теплових насосів. З кожним роком їх монтують все більше і більше. Головний «плюс» цих систем є ефективне застосування енергії на одиницю отриманого тепла.

Матеріали і методи. Порівнюємо споживання електрики та інших природних ресурсів до та після монтажу теплового насосу на прикладі приватного будинку площею 200 м².

Результати. В першому варіанті (без теплового насосу) в системі встановлено: сонячний колектор, нагрівна ємність, електричний та твердопаливний котел. В другому варіанті – все теж саме, але замість твердопаливного котла стоїть тепловий насос котрий працює від: +15 °С до – 10 °С.

За рік використання будинком було використано: 1000 кВт електроенергії, 6 м³ деревини. Слід зазначити, що влітку та частину перехідного періоду – потреби в котлах не було за рахунок сонячних колекторів. Котрі повністю закривали потребу в гарячій воді.

Як не дивно після зміни в системі впали витрати на електроенергію та деревину. Було витрачено на 15% менше електроенергії, а як наслідок відмови від твердопаливного котла – потреба в паливі зникла. Як було зазначено раніше було встановлено тепловий насос, перевагою котрого, є високий опалювальний коефіцієнт.

Розглядаючи фінансову сторону цього питання можна зазначити, що Теплового насоса доволі висока. Однак це пояснюється великою ціною на матеріали та «новинку».

Виходячи з існуючих тарифів на електроенергію, газ, а також вартість твердого палива, можна побудувати діаграму для порівняння витрат на роботу різних типів систем опалення для обігріву будинку площею 200 м².

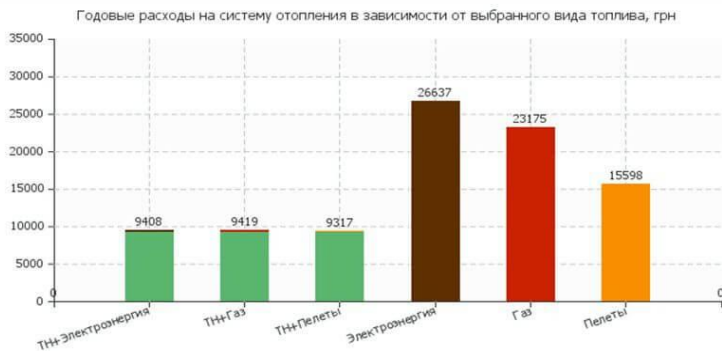


Рис. 1. Порівняння витрат на обігрів будинку за допомогою різних систем опалення

Представлена діаграма чітко показує, що комбінування теплового насоса з електричним котлом є найбільш економічно вигідним з позиції можливих витрат на експлуатацію

Висновок. Порівнюючи ці дві систему, можна зазначити, що з першого року буде помітна економія, але для більш високої різниці можна добитися встановивши двотарифні лічильники.

6. Потенціал для розвитку біоенергетичних технологій в Україні

Валентина Жовтук, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зараз відбувається підвищення інтересу до використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, тому що це дозволяє країні знизити рівень залежності від імпорту енергоносіїв, а також сприяти вирішенню екологічних проблем, таких як обмеженість викопних енергоресурсів, викиди парникових газів.

Матеріали і методи. Огляд перспектив використання біомаси, як альтернативного джерела енергії в сучасних умовах розвитку промисловості.

Результати. Сталий розвиток країни в галузі енергетики – це не тільки повне енергозабезпечення суспільства і промислового сектора, але і мінімізація шкідливого впливу на навколишнє середовище від використання енергоресурсів. Серед економічних індикаторів стійкого розвитку, навіть існує індикатор, надає співвідношення кількості товарів / послуг, вироблених / здійснених з економією енергії або використанням альтернативних джерел енергії, в загальній їх чисельності.

З кожним роком збільшується частка використання альтернативних джерел енергії, серед яких біомаса становить значний сектор, тому що займає за величиною четверте місце після запасів вугілля, газу і нафти. У країнах Європи на її частку припадає понад 60% від поновлюваних джерел енергії (показник цей підвищується і до 2030 р. має досягти рівня 80%) і до 2025 року становитиме близько 13% споживання первинних енергоносіїв. Україна в цьому році планує покривати до 9% загального споживання первинних енергоносіїв, а до 2030 року – 20-30%. Зараз за рахунок біомаси покривається десь близько 7% потреби в первинних енергоносіях.

До біомаси входить не тільки рослинна органічна речовина (зернові культури, кукурудза, соняшник, відходи деревини), але і гній, газ звалищ. При цьому установки анаеробної переробки біомаси з отриманням біогазу, тобто біогазові установки виконують також роль очисних споруд, так переробляють органічні відходи в нейтральні мінеральні продукти. Якщо установки для використання вітрової, сонячної (екологічно чистої) енергії є пасивно чистими, то біогазові установки є активно чистими, тому усувають екологічну небезпеку тих продуктів, які і використовують в якості джерел енергії. Наприклад, технологія метанового зброджування гною дозволяє отримувати біогаз і усуває бактеріальне, хімічне забруднення ґрунту, води, повітря, відбувається в накопичувачах гною. При цьому виробляються високоякісні добрива, білково-вітамінні кормові добавки, тому вона є безвідходної.

Використання альтернативного джерела енергії – біогазу – не впливає на баланс CO₂ в атмосфері і усуває виділення метану, що відбувається в місцях накопичення гною. Зниження викидів парникових газів при заміні викопного палива на біомасу, паливний і природоохоронний аспекти є причинами швидкого розвитку біоенергетики в західних країнах.

Висновки. Україна має великий потенціал для розвитку біоенергетичних технологій, як за обсягом накопичення органічних відходів (125 млн. т. сухих речовин в рік), так і за рівнем науково-дослідних робіт.

Використання альтернативних відновлюваних джерел енергії на основі біомаси в значній мірі сприяє розвитку малої енергетики та її децентралізації з метою автономного енергопостачання сільського господарства, і безперечно входить в програму реконструкції енергетичного сектору України.

7. Газогенерація як технологія утилізації промислових відходів

Богдан Кізко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пріоритетним напрямком ресурсо- і енергоощадних технологій є впровадження економічно вигідних технологічних процесів, заснованих на енергетичному використанні різних видів рослинної біомаси.

Матеріали і методи. Робота присвячена розробці технічних рішень організації процесів підготовки, попередньої обробки, газифікації та високоефективної термообробки з високим екологічними показниками різної сировини органічного походження з метою виробництва електричної та теплової енергій.

Результати. Україна має значні біоресурси, у тому числі у вигляді біовідходів переробки харчової сировини, які можуть бути використані як альтернативні або додаткові види палива. Як показують дослідження, за рахунок диверсифікації джерел первісних палив енергетика країни може очікувати заміщення близько 10 млн. т. умовного палива на рік.

Як безвідходну і автоенергетичну технологію утилізації промислових відходів доцільно застосувати газифікацію з виробленням генераторного газу, теплової та електроенергії шляхом комплексної термоконверсії всієї маси органічних відходів в товарні продукти.

Процес газифікації твердого палива складається з ряду теплохімічних реакцій, які відбуваються в різних зонах стовпа палива в шахті газогенератора (рис. 1), що утворюється бункером, реактором і колосниковими ґратами.

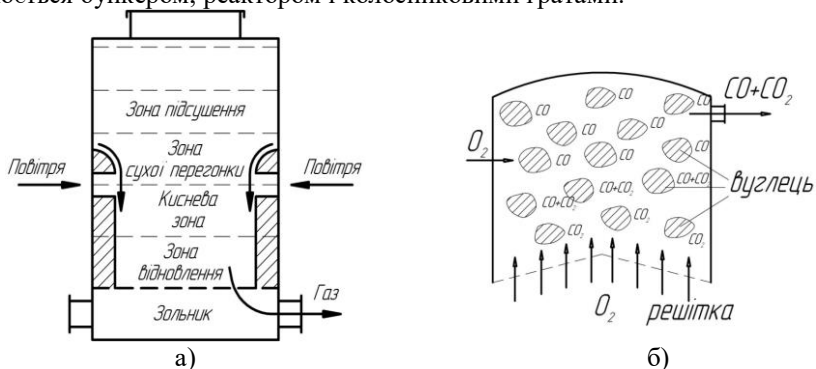


Рис. 1 а) схема газогенератора зворотного процесу газифікації, б) схема утворення генераторного газу.

Кінцева мета процесу газифікації – отримання як можна більшої кількості CO, і як можна меншої частки CO₂.

В результаті отримуємо генераторний газ, що складається з: CO, H₂, CO₂, N₂, і не великої кількості CH₄.

Теплотворна здатність генераторного газу, залежно від вживаного виду палива, знаходиться в межах 1000÷1600 ккал/м³.

Вибраний метод має ряд суттєвих переваг: можливість побудови газогенераторів великої одиничної потужності; універсальність методу, який дозволяє застосовувати всі види рослинної біомаси; невелика металоємність; мала кількість стадій для підготовки рослинної біомаси.

Висновки. Таким чином, застосування газогенераційного енергетичного комплексу для утилізації промислових відходів є одночасно технічним, екологічним і соціальним завданнями.

8. Доцільність використання комбінованих систем опалення в побуті, для заощадження природних ресурсів.

Вадим Калита, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний світ потребує значних змін в сфері опалення. Основною проблемою є ресурсоемісність та низький ККД водонагрівачів. Одним з варіантів є використання комбінованих систем опалення.

Матеріали і методи. Метод полягає у порівнянні ефективності поєднання сонячної енергії та енергії твердопаливних ресурсів, а також резервного способу опалення – за допомогою газового котла, без урахування ціни установки. Твердопаливний котел буде спалювати деревину. Енергетичним користувачем є водяний накопичувач з термометром. Дані є спостереженнями з реально існуючої установки.

Результати. В системі змішаного опалення можуть використовуватися сонячні колектори. Вони з березня по вересень працюють на гаряче водопостачання. У зимовий час – сонячні колектори не працюватимуть ні на обігрів приміщення, ні на нагрів гарячої води. Це пов'язано з тим, що взимку сонця менше і неможливо за допомогою такої низької інсоляцією, забезпечити ГВС. Але дане обладнання входить в комбіновану систему опалення будинку.

За допомогою блоку управління в цей період було зафіксовані такі дані: в похмурі дні було поглинуто і передано від 5 до 15 kW теплової енергії, сонячні дні: від 15-50 kW теплової енергії.

Твердопаливний котел – це обладнання, яке працює на вугіллі, дровах, спресованій тирсі-пеллетах та іншому паливі. Для такого котла організовується окреме приміщення для зберігання сировини. Також необхідно завантажувати обладнання кожного ранку та ввечері. Деякі моделі твердопаливних котлів оснащені завантажувальним баком, куди засипаються пелети і автоматично подаються на розпал до пальника. Обладнання відрізняється високою надійністю і міцністю. Воно не схильне до корозії і відрізняються довгим терміном експлуатації.

Твердопаливний котел має переваги та недоліки. Хоча він не потребує якихось певних погодних умов, але головним його недоліком є необхідність сировини. Самостійно ця установка може замінити усі типи котлів, але якщо достатньо сировини для його роботи. На зимовий період проживання витрачається від 6-7 м³ деревини.

Твердопаливний котел – хороший варіант для додаткового джерела тепла. Це стосується того випадку, коли до будинку не підключений газ і основним джерелом є електрокотел.

Газовий котел є резервним у цій схемі, за для підтримання температури у період довгої відсутності людей або відсутності достатньої кількості тепла за рахунок сонячних колекторів. ККД цього пристрою складає 91%. На місяць проживання в зимній період необхідно 100-200 м³ газу.

Комбінована система яка складається з вище зазначених систем дозволяє понизити витрату природного газу на 50%.

Висновок. Як видно з результатів: комбіноване застосування сонячних колекторів, твердопаливного та газового котла є ефективним і значно понизило витрату «блакитного палива», але повністю відмовитися від природного газу – не вдалось.

Комбіноване опалення приватного будинку – це рішення, повинно бути раціонально виваженим і виправданим з точки зору подальших витрат.

9. Хімічні процеси в поновлюваних джерелах енергії

Андрій Тарасенко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В даний час знаходять все більше застосування нетрадиційні способи отримання енергії.

Матеріали і методи. Аналіз хімічних процесів отримання енергії з біомаси.

Результати. Найбільший інтерес в дослідженні хімічних процесів представляє спосіб отримання енергії з відновлюваної рослинної біомаси.

В основі використання лежать процеси фотосинтезу і перетворення біологічної енергії. Необхідною умовою здійснення фотосинтезу є підведення світлової енергії до рослини. В результаті цього виділяються атоми водню для реакції з CO_2 , реакція йде по схемою: $\text{хлорофил} + n \text{CO}_2 + n \text{H}_2\text{O} + \text{Qсвіт} \Rightarrow \text{хлорофил} + n (\text{CH}_2\text{O}) + n \text{O}_2$.

Кисень надходить в атмосферу, та утворюється вуглеводневе з'єднання $n (\text{CH}_2\text{O})$, де n – число атомів вуглецю в з'єднанні, яке йде на побудову інших органічних речовин – жирів, білків і вуглеводів, що становлять органічну речовину біомаси. При окисленні біомаси або продуктів її переробки виділяється тепла енергія, еквівалентна поглинутій в процесі фотосинтезу світловій енергії.

Джерелами біомаси можуть бути міські відходи – тверді і рідкі; відходи сільського, харчового і лісового виробництва – рослинні залишки, відходи тваринництва, відходи промисловості, ліси, водорості тощо.

Таким чином, при спалюванні біомаси відбувається утилізація побутових, промислових і сільськогосподарських відходів. Один із способів отримання енергії з біомаси – термохімічна обробка. Основу термохімічної обробки складає піроліз – термічне розкладання органічної маси відходів при її нагріванні. Під час нагрівання в основній зоні процесу сировина розкладається на тверду частину – вуглецеву речовину, гази: CO , CO_2 , H_2 , H_2O , CH_4 , C_3S , C_4S , C_5H і низько- і середньомолекулярні органічні рідини і кислоти. В результаті термохімічної обробки біомаси отримують паливний газ, рідке і тверде паливо – вуглецеву речовину.

Анаеробна ферментація є мікробіологічний процес розкладання складних органічних речовин без доступу повітря. При ферментації відбувається перетворення вуглеводнів (бродиння) і білків (гниття) в біогаз – суміш метану CH_4 (до 60 ... 70%), діоксиду вуглецю CO_2 , азоту N_2 , водню H_2 і кисню O_2 (разом – 0,4 ... 6%), і утворюється стабілізований осад вихідної біомаси. Отриманий біогаз має високу питому теплоту згоряння, рівною 17 ... 21 МДж / м^3 і є висококалорійним, зручним для практичного використання паливом, а стабілізований осад – хорошим органічним добривом. При анаеробної ферментації вирішуються і енергетичні, і екологічні питання. Крім метанової ферментації, відомо також спиртове анаеробне бродиння біомаси. Кінцевим продуктом цього процесу є отримання етанолу (етилового спирту) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Для харчових цілей етанол виробляється з давніх часів. Останнім часом етанол став розглядатися і як рідке паливо.

Висновки. Нетрадиційна енергетика на відновлюваній сировині є екологічно чистішою в порівнянні з традиційною. Виробництво енергії або поєднується з утилізацією відходів інших виробництв, або дає менше шкідливих викидів, або взагалі не супроводжується хімічними процесами.

Необхідно частину розвіданих запасів традиційних органічних палив зарезервувати для майбутніх поколінь, так як вугілля, горючі сланці, а особливо нафта і природний газ є цінною сировиною в першу чергу для хімічної промисловості. В той же час більшість нетрадиційних джерел біо-енергії є поновлюваними.

10. Комплексні технології виробництва енергії та харчових продуктів

Андрій Шевченко, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В даний час енергетична ефективність перетворення речовин і енергії характеризується відносно невисоким ККД. Так, трансформація енергії палива в електрику оцінюється відносно невисоким ККД в 20 - 30%.

Матеріали і методи. Дослідження можливості створення комплексного виробництва направлено на отримання енергії та продуктів харчування на базі автоматичних фітотронних виробництв (аeropоніка) без використання ґрунту. Продуктами виробництва є затребувані вуглеводні і білкові продукти харчування, всі відходи повертаються в технічні цикли після термо- або біоконверсії.

Результати. Складні енергетичні проблеми сучасне суспільство відчуває при виробництві продуктів харчування. Загальний коефіцієнт перетворення енергії від фотосинтезу до продукту надзвичайно низький. З урахуванням витрат на транспортування, розподіл продуктів, вирощування рослин, загальний коефіцієнт перетворення енергії можна оцінити в 0,001%.

Глобальним викликом сучасності є принципове підвищення енергетичної ефективності виробництва харчових продуктів. Принципово новим способом підвищення цієї ефективності є поєднання в одному технологічному циклі процесів отримання енергії і фотосинтезу на основі біомаси.

Багатофункціональний біоенерготехнологічний комплекс дозволить принципово новим способом отримати енергію і продукти харчування на основі фітотронних технологій. Їх ключовим елементом є клімат-контроль і спосіб культивування рослин. Основна економічна перевага aeropоніки полягає в тому, що для її виробництва не потрібно землі, а як наслідок можливе створення багаторусних теплиць для виробництва екологічно чистої продукції.

Джерелами світла, особливо в темну пору доби, можуть служити світлодіоди, що ефективно конвертують електроенергію в світлове випромінювання. Принциповим є регульоване використання CO₂ для фотосинтезу. Контроль підвищеного рівня CO₂ дозволяє в кілька разів підвищити продуктивність рослин. Оцінки показують, що з урахуванням міжсезонного культивування рослин, оптимального рівня CO₂, температури, вологості, мінерального живлення, безвірусного вихідного посівного матеріалу і відсутності проблем з шкідниками, середня річна врожайність фітотронних культивувань з одиниці поверхні в 50 - 500 разів вище традиційного виробництва.

Широкомасштабне впровадження багатофункціональних біоенерготехнологічних комплексів на базі гібридних енергоустановок дозволить знизити рівень імпорту залежності.

Висновки. Використання комплексної технології виробництва енергії та харчових продуктів вимагає впровадження загально технічних вимог: багатофункціональність, модульна будова автономних систем енергопостачання, використання місцевих енергоресурсів та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ); можливість реалізації єдиного узагальненого універсального уніфікованого типового проекту, який відповідав би сучасним технічним вимогам; нульове забруднення навколишнього середовища; значне підвищення ККД перетворення енергії; виробництво екологічно чистих харчових продуктів рослинного походження; забезпечення високої якості електричної і теплової енергії незалежно від коливань навантаження і потенціалу відновлюваних видів енергії.

Section 19

**Power equipment,
heat and power systems
of industry enterprises**

Секція 19

**Енергетичне обладнання,
системи
тепло-електропостачання
промислових підприємств**

19.1.

Industrial power

Chairperson – professor Valentyn Petrenko
Secretary – Roman Gryshchenko

19.1.

Промислова теплоенергетика

Голова – професор Валентин Петренко
Секретар – Роман Грищенко

1. Evaluation of Urea Use Conditions for Flue Gas Desulfurization

Włodzimierz Przybylski, Igor Volchyn

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Coal Energy Technology Institute of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. Modern development of thermal power industry is aimed at compliance with the principles of HELE (High Efficiency and Low Emission) and Zero Wastes. Therefore, the development of technology for flue gas desulfurization based on urea as an environmentally friendly sorbent to obtain as a product the ammonium sulfate, which is a mineral fertilizer, is an actual task.

Methods. The analysis of flue gas desulfurization methods using ammonia and urea as sorbents is performed. Differences between ammonium sorbents are determined. The conditions for effective use of urea as a reagent for the SO₂ removal have been determined.

Results and Discussion. The experience of operation of wet ammonium desulfurization plants has shown high efficiency of sulfur dioxide removal to obtain crystalline ammonium sulfate, which is released from the final solution of the product. An aqueous solution of ammonia is used as a sorbent. The disadvantages of the wet method are high water consumption, high energy consumption and technological difficulties of separating the (NH₄)₂SO₄ from solution. The semi-dry ammonium sulfur purification technology developed in the CETI has shown high efficiency in obtaining the ammonium sulfate powder as the final product. A feature of this technology is the absorption of SO₂ by ammonia both in the liquid phase and in the gaseous medium [1]. The main disadvantage of ammonium methods is the use of NH₃ solution, the content of which in the flue gas is limited to no more than 25 ppm. In addition, transportation and storage of 25% ammonia solution requires additional safety and monitoring measures. Urea (NH₂)₂CO is a solid product of the reaction of ammonia and carbon dioxide, which is easily transported and stored. It is a non-toxic substance that dissolves well in water. Experiments in the CETI on the wet absorption of sulfur dioxide by a solution of (NH₂)₂CO at ambient temperature showed a lower efficiency of the SO₂ binding with urea than with ammonia.

It is known that in the process of urea hydrolysis at temperature of 140 °C and pressure of 0.4 MPa, an aqueous solution of urea decomposes into ammonia and water. These products can be used in the technology of semi-dry ammonium desulfurization. An alternative may be to heat an aqueous solution of urea at a temperature above 80 °C, when at atmospheric pressure begins the formation of ammonium carbamate NH₄O-CO-NH₂, which easily decomposes into components (2NH₃, CO₂ and H₂O) and can be a source of ammonia.

Conclusions. Experience has shown the high efficiency of ammonium desulfurization technologies to obtain a commercial product – ammonium sulfate. Urea as an alternative to ammonia has advantages concerning the safety, transportation, and storage. The use of the processes of urea hydrolysis or heating of an aqueous solution of ammonia urea will provide a safe source of ammonia for further use in the technology of semi-dry desulfurization.

References.

1. Volchyn Igor, Mezin Sergii, Yasynetskiy Andrii, Przybylski Włodzimierz (2019). Features of semi-dry ammonium desulfurization. *Proceedings of the 2-nd International Scientific Conference 'Chemical Technology and Engineering'*: June 24-28, 2019, Lviv: Lviv Polytechnic National University, pp. 358-363.

2. Results of REDUXCO Combustion Catalyst Testing at Cement Plant

Vitaliy Mokretskyy, Igor Volchyn

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine
Coal Energy Technology Institute of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. The use of a combustion catalyst to increase the fuel combustion efficiency in the clinker production is an urgent task in technical and environmental aspects.

Methods and Materials. The tests to determine the efficiency of the use of the REDUXCO combustion catalyst [1] by burning petroleum coke in a cement kiln were conducted. The effects of applying the catalyst on the fuel combustion, the stability of kiln operation, and the improvement of clinker production efficiency were investigated. The pollutants content in the exhaust gases were determined. The REDUXCO combustion catalyst in the form of an aqueous solution as an additive was fed into the duct of the primary air of petroleum coke burner. Input of the catalyst was carried out with a precision pump, followed by control of the catalyst flow through the fluid measuring cylinder.

Results and Discussion. Analysis of the kiln operation was carried out by determining the changes (trends) in the application of the catalyst in comparison with the moment before of its turning on. The values of operating parameters of the kiln were recorded on the operational control monitor in the control room, the data was provided by operating personnel of the cement plant.

Feeding the catalyst was carried out continuously in two stages. During the stage 1, the three studies were conducted to determine the technical parameters of the kiln. The feeding the catalyst by consumption 864 ml/h during the 7 days increasing the temperature in the synthesis zone of the kiln (closely 100°C) and decreasing the carbon oxide emission. During the next 2 days feed of the catalyst was increased to 1200 ml/h. There was a stabilization of the temperature at the inlet of the kiln, and reduction of the specific fuel consumption. In the time of last study (3 days) feed of the catalyst was increased to 1400 ml/h. There was a reduction of nitrogen oxides emission and further reduction of the specific fuel consumption. During the Stage 2 (4 days) feed of the catalyst was 1600 ml/h. There was a further reduction of NOx and CO emissions, the increasing the temperature at different levels of the kiln, the reduction of fuel consumption.

Conclusions. The REDUSCO combustion catalyst provided an increase in the temperature of synthesis zone of the kiln up to 100 °C, and at the level of about 8-10 meters of the kiln - from 280-290 to 380 °C. The increasing the temperature from 280-290 °C to 360-380 °C was also at the level of 26.5-32.5 meters. While the surfaces of the rotary kiln and cyclones were cleaned from slags and deposits. The use of the catalyst to the combustion of petroleum coke in the kiln of a cement plant made it possible to reduce the specific energy consumption of the fuel from 724 to 684.77 kcal/kg of clinker, or by 5.42%. At the same time, the pollutants concentration in the exhaust gases were decreased: nitrogen oxides - from 621 to 495 ppm, or by 20%, carbon monoxide - from 883 to 586 ppm, or by 33%.

References

1. Włodzimierz Przybylski, Marek Majcher, Leszek Borkowski, Aleksandra Jaroszek (2010), Impact of REDUXCO Catalyst Addition to Incineration Chamber on Effectiveness and Reliability of WR 15-N Boiler Work in Heating Plant in Strzelce Opolskie. *Rocznik Ochrona Środowiska*, Vol. 12, 947-954

3. Тепловіддача до слабо-турбулентних плівок рідини під час пароутворення

Андрій Цьось, Валентин Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дослідження процесів концентрування в режимі низхідного кільцевого потоку викликано високою ефективністю тепловіддачі до густих плівок та забезпеченням високої якості сиропу.

Методи досліджень. Дослідження процесів теплообміну виконано на основі аналізу розв'язку диференціального рівняння перенесення в плівках.

Результати і обговорення Здійснено моделювання теплогідродинамічних процесів в догрітих до температури насичення стікаючих по вертикальній поверхні турбулентних плівках рідини в режимі вільного стікання під час пароутворення на основі запропонованої нової алгебраїчної моделі турбулентної в'язкості. Виконано порівняльний аналіз відомих алгебраїчних моделей турбулентності для плівкових течій, означені їх переваги та недоліки під час моделювання теплогідродинамічних процесів в плівках.

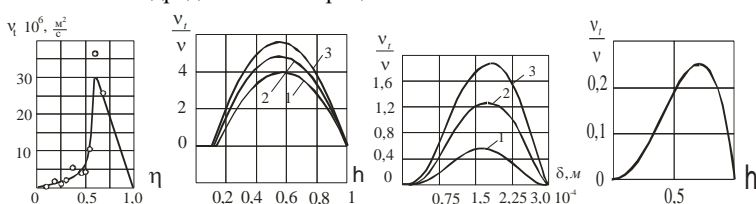


Рис.1. 1. – експериментальне розподілення турбулентної в'язкості за даними Ганчева Б. 2- модель Мілліонщикова М., 3.модель Василенка С., 4 - апропонована модель.

Рекомендоване співвідношення для турбулентної в'язкості $\frac{\nu_L}{\nu} = \varepsilon \eta^2 (1 - \eta^2)$, на основі якого отримано розподілення температури $t = t_{cm} - \frac{q\delta}{\lambda} \frac{\sqrt{2}H}{(4 + \varepsilon Pr)} \left[\frac{1}{R} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon Pr}}{R} \eta \right) - \frac{1}{A} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon Pr}}{A} \eta \right) \right]$,

де $H = \sqrt{4\varepsilon Pr + \varepsilon^2 Pr^2}$; $A = \sqrt{\varepsilon^2 Pr^2 - \varepsilon Pr H}$; $R = \sqrt{\varepsilon^2 Pr^2 + \varepsilon Pr H}$; коефіцієнт тепловіддачі $\alpha = \frac{\lambda (4 + \varepsilon Pr)}{\delta \sqrt{2HN}}$, де $N = \left[\frac{1}{R} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon Pr}}{R} \right) - \frac{1}{A} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon Pr}}{A} \right) \right]$, профіль швидкості в плівці

$u = \left(\frac{g\delta^2}{\nu} \right) \frac{\sqrt{2h}}{(4 + \varepsilon)} \left[\frac{1}{r} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon}}{r} \eta \right) - \frac{1}{a} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon}}{a} \eta \right) \right] - \frac{g\delta^2}{\nu h} \left[\text{Arth} \left(\frac{\varepsilon (2\eta^2 - 1)}{h} \right) + \text{Arth} \left(\frac{\varepsilon}{h} \right) \right]$, де $h = \sqrt{4\varepsilon + \varepsilon^2}$;

$a = \sqrt{\varepsilon^2 - \varepsilon h}$; $r = \sqrt{\varepsilon^2 + \varepsilon h}$; $n = \left[\frac{1}{r} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon}}{r} \right) - \frac{1}{a} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon}}{a} \right) \right]$; середню товщину плівки $\delta = \sqrt[3]{\frac{\Gamma_s \nu h}{g(Dh - B)}}$,

де $B = \left[2 \text{Arth} \left(\frac{\varepsilon}{h} \right) - \frac{\sqrt{2}h}{2} \left(\frac{1}{r} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon}}{r} \right) + \frac{1}{a} \text{Arth} \left(\frac{\sqrt{2\varepsilon}}{a} \right) \right) - \frac{\sqrt{2\varepsilon}}{2} n \right]$; $D = \frac{\sqrt{2}h}{(4 + \varepsilon)} \left[n - \frac{\sqrt{2}}{4\varepsilon} \ln \left(\frac{a^2 - 2\varepsilon^2}{r^2 - 2\varepsilon^2} \right) - \frac{\sqrt{2}}{2\varepsilon} \ln \left(\frac{r}{a} \right) \right]$;

Висновки. На основі запропонованої моделі турбулентності з рівнянь теплоперенесення та збереження імпульсу отримано аналітичні вирази для температурного та швидкісного профілів в плівці, та відповідні інтегральні теплогідродинамічні характеристики для режиму тепловіддачі.

Література

1. V.P. Petrenko, M.O. Pryadko, O.M. Ryabchuk Modeling heat transfer in down flowing annular weakly tyrbulent vapor-liquid flows during evaporation . Ukrainian Food Journal. – 2020. Volume 9. Issue 4. pз.901 – 916.

4. Дослідження спільного спалювання твердого біопалива з вугіллям

Алла Францішко, Ілля Ярошевський, Марія Мирошник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Об'єктом дослідження є процеси термічного перетворення вугілля та біомаси, з метою створення високоефективних екологічно чистих технологій його спільного спалювання в паливні котлоагрегатів.

Матеріали і методи. Спільне спалювання вугілля та біомаси в умовах, наближених до умов в паливні котла проводилось в Інституті вугільних енерготехнологій Національної академії наук України на експериментальній установці ВГП-100В (Україна), що дозволяє проводити спалювання двох твердих палив одночасно з витратою до 30 кг/год.

Результати. На першому етапі спалювалось пісне вугілля з пелетами сосни першої партії, агропелетами та пелетами стебла соняшника у різних співвідношеннях. Основними показниками швидкості вигорання експериментальних режимів були температури потоку $T, ^\circ\text{C}$. Дослідження спільного спалювання пилу пісного вугілля та агропелет показали менший вплив горіння біомаси (яка має нижчу теплоту згорання, ніж пелети сосни). Спільне спалювання молотих пелет стебла соняшника забезпечило зростання температури ядра факела на $100-140^\circ\text{C}$ при даванні 8,5-11,7 % біомаси. Експерименти першого етапу показали, що навіть при коливанні теплоти згорання біомаси від 14,8 до 17,6 МДж/кг коливання температури ядра факела виявилось незначним- $50-70^\circ\text{C}$.

На другому етапі спалювалось газове вугілля з пелетами сосни другої партії, соломи пшениці та лушпиння соняшника у різних співвідношеннях. Газове вугілля містить більше 40 % легких речовин та має набагато більшу реакційну здатність у порівнянні з пісним вугіллям, що забезпечує його стабільне горіння без використання газу. Проте додавання біомаси, яка має меншу калорійність за газове вугілля, призводить до зростання температури в реакторі на $100-200^\circ\text{C}$, що свідчить про інтенсифікацію займання навіть високореакційного вугілля. У другому етапі досліджень, на відміну від першого, контролювалась ступінь вигорання палива взагалом. Цей важливий показник горіння необхідний для визначення оптимальної частки біомаси у суміші з вугіллям.

Підвищення температури в ядрі має призвести до зростання викидів термічних оксидів азоту, а низький вміст азоту в біомасі має зменшити викиди паливних оксидів азоту при спільному спалюванні. Оцінювання результуючого впливу додавання біомаси на утворення NO проводилось за допомогою газового аналізу. Газовий аналіз показав, що при збільшенні частки біомаси для усіх трьох видів біомаси зміни середнього рівня концентрацій не відбувалось.

Висновки. Оцінивши світовий досвід спільного спалювання вугілля та біомаси на факельних котлоагрегатах, можна зробити висновок про те, що впровадження цієї технології знижує викиди шкідливих речовин. а відповідно і плату за них на 10-50% в залежності від частки біомаси у суміші.

5. Використання вторинних енергоресурсів холодильних станцій для нагріву води на гаряче водопостачання

Андрій Теплицький, Іван Ковтун, Марія Мирошник, Олександр Рябчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Системи холодопостачання та гарячого водопостачання гіпермаркету споживають третину електроенергії магазину, тому важливим фактором енергозбереження є раціональне використання вторинних енергоресурсів компресорних станцій – теплоти холодильних парів, що надходять до повітряних конденсаторів.

Перспективним напрямом їх використання є нагрів води для потреб гарячого водопостачання гіпермаркету, що дозволить не лише економити електроенергію на електричних бойлерах, а й зменшити викиди парникових газів в атмосферу та впливу їх діяльності на навколишнє середовище.

Матеріали та методи. Виконано аналіз існуючих схем холодопостачання та гарячого водопостачання гіпермаркетів, проведено порівняння різних варіантів гарячого водопостачання споживачів. Розроблений проект рекуперації парів холодоагенту для нагріву води системи гарячого водопостачання.

Результати та обговорення. Розроблений проект модернізації системи холодопостачання гіпермаркету та виконано впровадження з встановленням пластинчастих теплообмінників, акумуляційного бака та насосної станції, що зображені на рис.1.

Джерелом теплоти, для нагріву води є пари холодоагента, що дає змогу не лише обігрівати приміщення, а й зменшувати викиди тепла та шкідливих речовин в навколишнє середовище.



Рис.1. Розміщення пластинчастих теплообмінників та акумуляційного бака

Висновки. Даний проект можна впроваджувати для системи гарячого водопостачання гіпермаркетів та інших об'єктів, де використовується системи централізованого холодопостачання.

Вартість теплової енергії з використанням холодильних парів складає 6 грн за 60 кВт теплової енергії, що в 22 разів менше ніж при використанні електричних бойлерів.

6. Використання вторинних енергоресурсів холодильних станцій для повітряного опалення приміщень

Аліна Шебета, Іван Ковтун, Марія Мирошник, Олександр Рябчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Системи опалення, холодопостачання є предметом постійного удосконалення та модернізації з метою енергозбереження, зменшення викидів парникових газів в атмосферу та впливу їх діяльності на глобальне потепління.

Повітряні системи опалення мають досить широке застосування. Вони незамінні в цехах, на складах готової продукції, в актових залах, їдальнях, великих офісах, торгових галереях та інших приміщеннях.

Перспективним напрямом є модернізація схем холодопостачання супермаркетів та ТРЦ з метою використання парів холодоагентів після компресорних станцій для опалення приміщень.

Матеріали та методи. Виконано аналіз існуючих схем теплорозподілу гіпермаркетів, проведено порівняння різних варіантів опалення приміщень. Розроблений проект системи опалення складських приміщень, з використанням повітряних конденсаторів.

Результати та обговорення. Розроблений проект модернізації системи холодопостачання гіпермаркету та виконано впровадження з встановленням повітряних конденсаторів системи опалення складських приміщень площею 750 м², що зображені на рис.1.

Джерелом теплоти, для обігріву приміщень є пари холодоагента, що дає змогу не лише обігрівати приміщення, а й зменшувати викиди тепла та шкідливих речовин в навколишнє середовище.

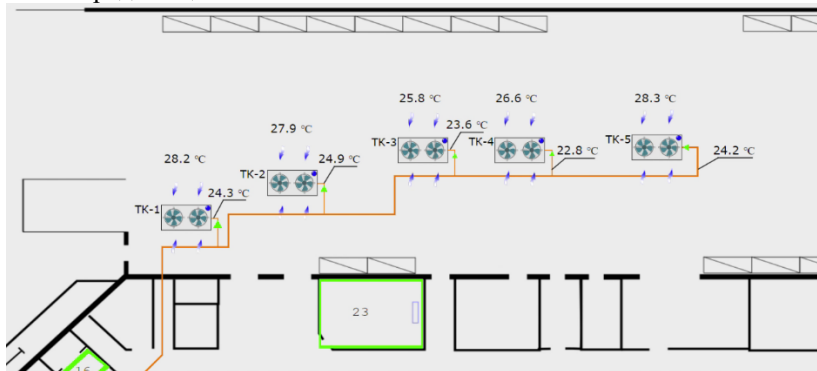


Рис.1. План розміщення повітряних конденсаторів

Висновки. Даний проект можна використовувати для системи опалення продуктових гіпермаркетів та інших об'єктів, де використовується холодильне обладнання.

Вартість теплової енергії з використанням холодильних парів складає 5 грн за 100 кВт теплової енергії, що в 16 разів менше ніж при використанні теплової енергії від існуючої газової котельні.

При реалізації технічного рішення термін окупності проекту складає 3 роки.

7. Низькотемпературні термоелектричні сушарки періодичної дії

Сергій Фесюн, Олександр Потапський, Ірина Бабич, Олексій Пилипенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Високі температури та енерговитрати при сушці спонукають розробити сушарку періодичної дії з низькими питомими витратами енергії, температурами сушіння від 5 °С до 70 °С та гнучкою системою регулювання температури.

Матеріали і методи. Виконано аналітичний огляд літератури та патентний пошук. Розроблено принципіві схеми та ескізи креслення низькотемпературної та багатозональної термоелектричних сушарок періодичної дії.

Результати. Прототипи на базі термоелектричних модулів (ТЕМ) відзначаються високими питомими витратами електроенергії в наслідок передачі теплоти продукції через проміжний теплоносій, а сушарки на базі теплових насосів – складністю конструкції та високою інерційністю зміни режимних параметрів процесу сушіння.

Пропоновані схеми сушарок на базі ТЕМ відзначаються простотою конструкції, прямим нагрівом продукту що сушиться, підтриманням мінімального вологовмісту в сушильному агенті та високою швидкістю реакції на можливі зміни режимних параметрів процесу сушки.

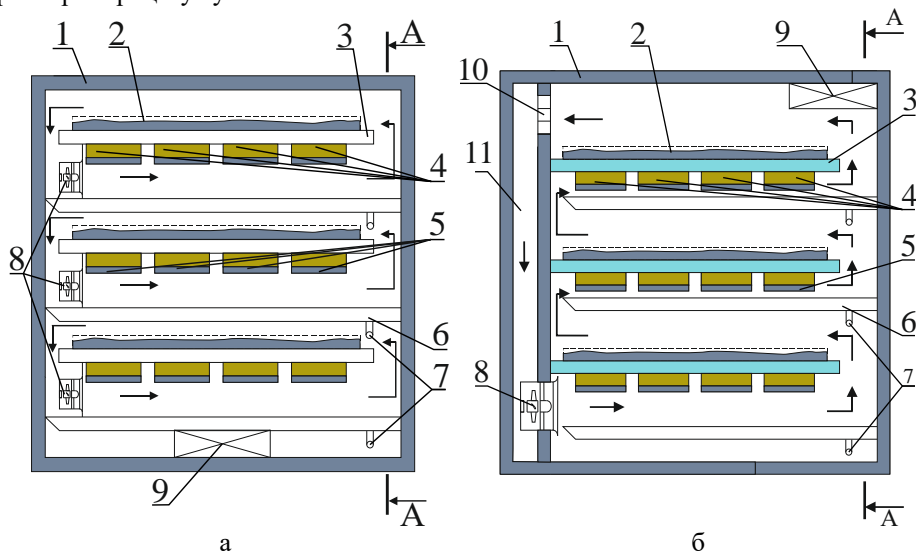


Рис. 1 – Принципові схеми термоелектричних сушарок:

а – багатозональна, б – низькотемпературна; 1 – теплоізольована камера, 2 – лотки з продуктом, 3 – суцільні металеві полиці, 4 – термоелектричні перетворювачі, 5 – охолоджувач-підсушувач, 6 – конденсатозбірні лотки, 7 – патрубки відведення конденсату, 8 – нагнітач, 9 – модуль регулювання струму та температури, 10 – випускний отвір, 11 – тракт циркуляції сушильного агента

Висновки. Безпосереднє використання теплоти від ТЕМ в сукупності з гнучкістю підтримання режимних параметрів сушіння є перспективним методом сушки, який дозволяє зменшити енерговитрати у 2 ÷ 6-ть разів в порівнянні з існуючими аналогами.

8. Розробка технології для модернізації котлів малої та середньої потужності з переведенням на альтернативні палива

Євген Мірошниченко, Микола Чернявський

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
Інститут вугільних енерготехнологій НАН України*

Вступ. Для газомазутних та вугільних котлів малої та середньої потужності актуальною є задача розширення їх паливної бази шляхом розробки технологій переведення на спалювання біомаси з максимальним використанням наявного обладнання і з урахуванням сучасних екологічних вимог. Складність спалювання біомаси в існуючих котлах пов'язана з низькою калорійністю та збільшеною в 1,3-1,5 разів питомою витратою продуктів згоряння, що призводить до зменшення топкових температур та збільшення виносу тепла до пароперегрівника та конвективної шахти.

Матеріали і методи. Числовими дослідженнями на основі повірочних теплових розрахунків котлів зі щільним шаром та їх топкових камер встановлено, що переведення вугільного котла на біомасу без втрати потужності потребує перерозподілу теплотойому по елементах котла, в тому числі збільшення поверхні водяного економайзера та зменшення поверхні повітропідігрівника. Виходячи з цього, розроблено та захищено патентом України [1] технологію маловитратної реконструкції парових котлів продуктивністю від 5 до 75 т/год., що розраховані на тиск свіжої пари $P=1,3-6,5$ МПа з температурою до 500° С, а також водогрійних котлів потужністю 2,5-70 МВт, яка включає зміну геометрії екранів топки зі збереженням її габаритів, встановлення спеціальної решітки прямого ходу з двома живильниками та зміни в організації пароводяного та газоповітряного тракту котлів.

Результати. Технологію практично застосовано при реконструкції 4 котлів «Бабкок-Вількокс» Хоростківського підрозділу ТОВ «Радехівський цукор» паровою продуктивністю 24 т/год. [2]. Котли після реконструкції можуть працювати на гранулах з відходів деревини, з луски соняшника, на пісному, газовому вугіллі або при спільній подачі цих палив. Спільне спалювання вугілля гранул біопалива з вугіллям реалізовано в діапазоні часток компонентів від 0 до 100%. При спалюванні гранул недопал в золі-виносі практично відсутній, відкладення золи на конвективних поверхнях є пухкими і самоочищаються за кілька годин роботи на газовому вугіллі.

Для газоочистки встановлено комбінацію батарейних циклонів з рукавними фільтрами. Викиди NO_x знижено за рахунок зменшення топкових температур, діоксиду сірки - за рахунок низького вмісту сірки в біопаливі. Оскільки тверде біопаливо є CO_2 -нейтральним, його використання знижує викиди парникових газів.

Висновки. Розробка дозволила вирішити проблему реновації старих котлів, досягнувши високих економічних показників за рахунок переходу на більш дешеве паливо з покращенням екологічних показників за рахунок використання біомаси.

Література

1. Пат. 143012 Україна, МПК F23C 1/00, 7/00. Спосіб переобладнання антрацитового парового котла на спалювання твердого біопалива та/або газового вугілля / Мірошниченко Є.С., Чернявський М.В., Росколупа А.І. - № u201912050, заявл. 19.12.2019, опубл. 10.07.2020, Бюл. №13.

9. Викиди ртуті тепловою енергетикою України

Вадим Калита

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ртуть – це дуже шкідливий метал. В теперішній час щорічно людство викидає в навколишнє середовище приблизно 2,2 тис. т ртуті, близько 0,3 тис. т ртуті потрапляє в воду [1]. Можливо хтось задався питання «А звідки вона?». Як не дивно одним з основних джерел викидів ртуті в атмосферу є теплові електростанції (ТЕС), які спалюють вугілля. Стаціонарне спалювання вугілля відповідає за ~ 21% від загальних викидів ртуті.

Матеріали і методи. На основі прочитаної та віднайденої інформацією буде розглянуто проблему викидів ртуті на вугільних ТЕС України.

Результати. Валові викиди ртуті на ТЕС України у 2017 р. становили 2,2 тони, у 2018 р. – 2,3 що складає 33% від викидів ртуті в атмосферне повітря України згідно даних Державної служби статистики України [2]. Головні фактори, що визначають викиди ртуті на ТЕС – це обсяги споживання вугілля, вміст у ньому ртуті, наявність на ТЕС очисних установок. Українське енергетичне вугілля має високий вміст ртуті: у вугіллі Донецького басейну середній вміст ртуті становить 0,70 (0,08–8,55) г/т, Львівсько-Волинського басейну – 0,40 г/т. Найбільш збагачені ртуттю вугілля Центрального Донбасу, де середній вміст ртуті складає 1,21 г/т, а вміст ртуті у деяких вугільних пластах Микитівського рудного поля сягає 30 г/т. Для порівняння, бітумінозне вугілля США містить 0,01–3,3 г/т ртуті, ПАР – 0,01–1,0 г/т, південно-західного Китаю – 0,55 г/т.

Розподіл ртуті в вугіллі зазвичай контролюється двома його властивостями – зольністю і сірчистістю. За інших рівних умов проявляється залежність: чим вище сірчистість вугілля, тим вище вміст ртуті, саме $Hg^{сульф}$ дає найбільший внесок у валовий вміст ртуті. При збагаченні вугілля в концентрати, які направляються на спалювання, переходить від 25 до 70 % ртуті, решта розсіюється в шламах і промпродукті. Ртуть в концентратах представлена органічною та мікромінеральною піритною фракціями ($Hg^{пир}$). При згорянні вугілля в топці котла ртуть переходить в димові гази у вигляді пари елементарної ртуті Hg^0 , оксидів і солей Hg^{2+} , вільних або хемосорбованих на частинках золи. Єдиний шлях зниження атмосферної емісії ртуті – її окислення за схемою: $Hg^0 \rightarrow Hg^{2+}$. Тільки Hg^{2+} може сорбуватися в зольному винесенні (на поверхні вуглецевих, силікатних і сульфатних фаз) та в скруберних гіпсах. Але при цьому, двовалентна ртуть є водорозчинною і, потрапляючи в природне середовище, може пройти через ряд хімічних перетворень і формувати високотоксичну метил ртуть.

Висновки. Дієвий спосіб зменшення негативного навантаження навколишнього середовища від ртутних сполук – це використання збагаченого вугілля та встановлення на ТЕС систем очистки (електрофільтрів, пиловловлювачів, тощо).

Література

1. AMAP/UN Environment, 2019. Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway/UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch, Geneva, Switzerland. viii + 426 pp.

2. Вольчин І., Гапонич Л. Емісія ртуті на теплових електростанціях України Збірка наукових праць 15-тої Міжнародної науково-практичної конференції «Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку». – Київ – 2019. – С. 101 – 106.

10. Впровадження Мінаматської конвенції про ртуть в Україні

Вадим Калита

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. 10 жовтня 2013 р. в м. Кумамото в Японії була відкрита к підписанню конвенції Міноматао ртуті. Вона підготовлена під керуванням ЮНЕП – Програми ООН про оточуюче середовище. І з того часу вона набула ще більшої актуальності та розповсюдження.

Матеріали і методи. Розгляд одного з способів боротьби з забрудненням планети ртуттю за допомогою міжнародних конвенцій.

Результати. Світ зазнав значних втрат через розповсюдження сполук «рідкого металу». Європейський союз ще у 2005 р. визнав ртуть однією із глобальних загроз здоров'ю людей та довкіллю [1]. Всесвітня організація охорони здоров'я розглядає ртуть, як одну з десяти основних хімічних речовин, які негативно впливають на довкілля та здоров'я людей [2]. На даний момент у світі існує конвенція, яка регулює використання ртуті. Конвенція носить ім'я японського міста Мінамата, де в 1956р. минулого століття від сильного отруєння з'єднаннями ртуті промислового походження постраждали 1,7 тис. жителів. Конвенція Мінамата– це обов'язкова юридична міжнародна угода, покликана забезпечити охорону здоров'я людини і навколишнього середовища від шкідливого впливу ртуті[3]. Конвенція вважається здійсненою, якщо її ратифікувало щонайменше 50 країн. Конвенцію Мінамата вже підписано 128 та ратифіковано 127 країнами. Конвенція набула чинності 16.08.2017р.

Головною ціллю цього «проекту» є зниження викидів ртуті, а також поступова відмова від її використання, але це не все. Країни, що підписали конвенцію, повинні розробити план конкретних дій по її реалізації на своїй території. Зокрема, конвенція закликає країни вести постійний моніторинг ртутного забруднення. Згідно конвенції: забороняється виробництво деяких ртутювмістних приладів, а також обмежується ряд промислових процесів і галузей, в тому числі і гірновидобувна промисловість. У 2020 р. конвенція забороняє виробництво, експорт та імпорт декількох різних ртутьмістких видів продукції. Японія, країни ЄС та Північної Америки вже встановили обмеження на торгівлю, виробництво та використання ртуті.

На превеликий жаль України поки що не стала стороною Мінаматської конвенції про ртуть. Але є зрушення в цьому питанні. Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України розроблено черговий проект Закону України «Про приєднання України до Мінаматської конвенції про ртуть», який 28 серпня 2020 р. було оприлюднено на сайті цього міністерства.

Висновки. Впровадження заходів запропонованих в Конвенції Мінамата знизить використання, і, як наслідок, викиди ртуті в атмосферу, що, як мінімум, не погіршить стан оточуючого середовища.

Література

1. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament-Community Strategy Concerning Mercury.

URL:https://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/strategy_en.htm

2. Mercury and health. URL:<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>

3. Minamata Convention on Mercury. URL:<http://mercuryconvention.org/>.

11. Дослідження процесу спільного спалювання палива з твердих побутових відходів із природним газом у газомазутних котлах малої та середньої потужності

Вадим Калита, Людмила Гапонич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні поступово набуває актуальності та потребує відповідного науково обгрунтованого вирішення проблема поводження із твердими побутовими відходами (ТПВ). Розробка та впровадження екологічно безпечних і економічно привабливих технологій термічної утилізації ТПВ і палив на їх основі є одним з найважливіших завдань сьогодення [1].

Матеріали і методи. Задача полягала у дослідженні процесу спільного з природним газом спалювання палива з ТПВ та оцінці впливу заміщення частини природного газу RDF, SRF на експлуатаційні та екологічні характеристики процесу спалювання. Для дослідження вибрано інтегрований в циліндричну камеру згоряння газомазутний пальник ГМП-16. В Україні такі котли встановлено в котельнях і на великих ТЕЦ. Методами розрахункової гідродинаміки (CFD, Computational Fluid Dynamics) вивчено вплив додавання SRF на процес спільного спалювання для визначеної геометрії елементу камери згоряння.

Результати. З метою визначення вихідних даних для моделювання процесів спільного спалювання палива проаналізовано типовий морфологічний склад твердих побутових відходів (ТПВ), очікуваний елементний склад твердого відновлювального палива SRF, його енергетичні характеристики, підходи та стандарти класифікації. Для визначення граничної частки SRF у паливній суміші при спільному спалюванні палива з ТПВ із природним газом у газомазутних котлах малої (середньої) потужності було застосовано математичне моделювання. Всі розрахунки проведено для теплової потужності пальника 18,6 МВт. Надлишок повітря становив $\alpha = 1,05$, температура природного газу та повітря – 20 °С, температура стінок камери згоряння – 300 °С. При теплоті згоряння метану 50,1 МДж/кг витрата газу становить 0,371 кг/с, витрата повітря при надлишку 1,05 – 6,72 кг/с [2]. В таблиці наведено інтегральні техніко-екологічні характеристики процесу сумісного спалювання SRF з метаном в залежності від їх теплової частки Q .

Q , %	Q_{SRF} , %	Емісія			Втрати палива, %	T_{max} , К
		CO, мкг/с	Вуглець, г/с	NOx, мкг/с		
100	0	2,459	~0	109	~0	2011
90	10	2,29	4,43	844	0,781	2020
80	20	2,294	7,11	843	1,25	1993
70	30	2,30	8,83	1198	1,56	1907

Виконані розрахунки показують, що збільшення частки RDF в складі паливної суміші зумовлює зростання емісії NOx та зниження коефіцієнта корисної дії, обумовленого зростанням втрат палива. Втрати палива були розраховані як сума втрат теплової енергії разом з вуглецем, що не згорів, та оксидом вуглецю, які залишили розрахункову область разом з продуктами згоряння. Показано, що додавання 20% SRF під час спільного з природним газом спалювання суттєво не змінює техніко-екологічні показники роботи камери згоряння.

Висновки. Математичне моделювання дозволило визначити вплив додавання палива на основі ТПВ на процес спільного спалювання із природним газом для заданої геометрії елементу камери згоряння. Спільне спалювання природного газу із належним чином підготовленим паливом SRF може розглядатись як один із засобів низьковитратної модернізації та вирішення проблем поводження із ТПВ в широко розповсюджених в Україні котлах малої та середньої потужності.

Література

1. Haponych L. S., Golenko I. L., Topal A. I. Legislation, current situation and prospects of using municipal solid waste as energy resource in Ukraine // The problems of general energy, 2019, 3(58), pp. 45–54.
2. Кобзар С. Г., Топал О. І., Гапонич Л. С., Голенко І. Л. Моделювання процесу сумісного спалювання природного газу з паливами із твердих побутових відходів// Електронне моделювання, 2020, 42(6), С.74–92.

12. Спрощене обчислення коефіцієнта тепловіддачі повітря

Вадим Калита, Дмитро Сінат-Радченко, Наталія Іващенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З розвитком малого і приватного будівництва, система повітряного опалення викликає набуває поширення і в Україні. При виборі системи опалення необхідно визначити максимально ефективний режим, в тому числі визначити коефіцієнт тепловіддачі повітря.

Матеріали і методи. На основі зібраних і узагальнених даних з теплофізичних властивостей повітря з різних джерел, розглянуто процеси теплообміну повітря для інтервалу температур $-50...250\text{ }^\circ\text{C}$ та режимів руху повітря у великому об'ємі та обмеженому просторі.

Результати і обговорення. Розрахунок коефіцієнтів тепловіддачі повітря α , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{ }^\circ\text{K})$ проходив на основі відповідних критеріальних рівнянь. Число Прандтля, що характеризує теплофізичні властивості повітря, в розглядувальному температурному інтервалі вважали сталим і прийняли рівним $Pr=const=0,71$. Це значно спростило загальну структуру та вигляд критеріальних рівнянь.

Для обчислення інтенсивності теплообміну на межі стінка-повітря в умовах теплообміну у великому об'ємі та обмеженому просторі обчислювали числа Грасгофа та Рейнольдса, що характеризують інтенсивність вільної конвекції та гідродинамічний режим вимушеного руху повітря відповідно:

$$\begin{aligned} Gr &= 2,08610^{19} T^{4,53} (t_c - t)^3, \\ Re &= 1,45910^9 T^{-1,756} l. \end{aligned}$$

де l – характерний лінійний розмір поверхні теплообміну, м; $\alpha = (7,3 + 9170/T)^{-1}$ – теплопровідність повітря, $\text{Вт}/(\text{м }^\circ\text{K})$; $g = 9,807$ – стандартне прискорення вільного падіння, $\text{м}^2/\text{с}$; $\beta = 1/T$ – ізобарний коефіцієнт термічного розширення, K^{-1} (для повітря ця величина обернена до його абсолютної температури T); t_c і t – середні температури стінки і повітря, $^\circ\text{C}$; $\nu = 6,856 \cdot 10^{-10} T^{1,765}$ – кінематична в'язкість повітря, $\text{м}^2/\text{с}$; ρ – середня швидкість руху повітря, $\text{м}/\text{с}$ [1].

В кожному критеріальному рівнянні був врахований добуток поправок на конкретні умови теплообміну α_i .

На цій основі одержані прості і досить точні (гранична відносна похибка близько 1%) формули для визначення коефіцієнта тепловіддачі за вільного руху повітря у великому об'ємі і у обмеженому просторі [1,2].

Висновки. Результати розрахунків за запропонованими формулами збігаються з результатами прикладів, опублікованих в технічній літературі. Ряд простих і досить точних формул полегшує і прискорює розрахунок, який проводиться без використання будь-яких таблиць.

Література

1. Сінат-Радченко Д.Є. Тепловіддача за вільним рухом повітря у великому об'ємі/Д.Є.Сінат-Радченко, Н.В.Іващенко, С.М.Василенко //Цукор України. –2016. – №6-7. –С.34-35.

2. Сінат-Радченко Д.Є. Теплообмін за вільного руху повітря в обмеженому просторі/Д.Є.Сінат-Радченко, Н.В.Іващенко, С.М. Василенко //Цукор України. –2016. –№5. –С.33-34.

13. Розроблення методів інтенсифікації та схеми охолодження соняшникової крупки

Вадим Візерський, Михайло Масліков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для екстракції олії з крупки застосовують розчинник гексановий. Регламентна температура крупки на вході в екстрактор – 45 – 55 °С. Через збільшення температури повітря влітку фактична температура перевищує регламентну.

Матеріали і методи. Розроблення, дослідження і аналіз ефективності способу охолодження крупки під час її транспортування до екстрактора. Методами дослідження є обчислювальний експеримент з використанням розробленої математичної і комп'ютерної моделі.

Результати. В середовищі MathCad розроблена комп'ютерна модель системи охолодження крупки перед екстрактором. Під час обчислювального експерименту визначалась ефективність охолодження крупки в залежності від різних засобів інтенсифікації теплопередачі існуючої системи охолодження. Для зменшення температури вибрано спосіб інтенсифікації теплопередачі від крупки до зовнішнього повітря за допомогою оребрення дна для однієї частини транспортерів та оребрення дна і обдування його повітрям для іншої частини транспортерів.

Розроблена схема охолодження транспортерів крупки, знайдені оптимальні розміри оребрення, вибрана система повітряного охолодження. Розроблені заходи по зменшенню температури крупки під час її транспортування до екстрактора дозволяють витримувати передбачений технологічним регламентом температурний режим за розрахункової температури найжаркішого місяця теплого періоду року.

Розроблена комп'ютерна модель дозволяє визначати ефективність охолодження крупки різними способами (оребріння, оребріння з обдуванням, водяна сорочка) в залежності від температури навколишнього середовища, що дає можливість прогнозувати витрату розчинника для екстракції й уникати його наднормованих витрат.

Рекомендовані до впровадження на ЗАТ "Пологівський ОЕЗ" заходи по зменшенню температури крупки під час її транспортування до екстрактора. Комп'ютерна модель рекомендована для прогнозування ефективності різних засобів охолодження транспортерів і зменшення втрат розчинника гексанового.

Висновки. Проведено аналіз використання різних способів інтенсифікації охолодження крупки. Визначено їх технічний потенціал та режими роботи. Розроблена методика розрахунку і комп'ютерна модель системи охолодження крупки. Отримано залежності температури крупки і витрати розчинника від температури навколишнього середовища, способів охолодження, конфігурації системи охолодження.

14. Використання термоелектричних модулів для підвищення класу енергоефективності холодильних машин

Олександр Голуб, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З метою підвищення класу енергоефективності побутових холодильників була опрацьована схема, при якій холодильна установка самостійно вироблятиме електроенергію за допомогою вбудованого теплообмінника на базі термоелектричних модулів для живлення систем з низькою енергоємністю. (освітлення, автоматика)

Матеріали і методи. Були виконані варіативні розрахунки циклу морозильної камери що працює на різних холодильних агентах (ХА) (R134a, R600a, R507, R290) при нормативних режимних параметрах. За отриманими даними проведено розрахунок можливого виробітку електроенергії 1 термоелектричним модулем TEC1-127-06. Розроблено 3Д модель додаткового теплообмінника для генерації термоЕРС.

Результати і обговорення. Проведені розрахунки показали, що можливо підвищити енергоефективність побутового холодильника шляхом самостійного виробітку електроенергії термоелектричними модулями (ТЕМ) - використовувати різницю температур теплоти конденсації та перегрітих парів на всмоктуванні в компресор за допомогою спеціально розробленого теплообмінника. Вихідні дані для перевірки даного припущення: температура кипіння $t_0 = -23,3^\circ\text{C}$; температура конденсації $t_{\text{кл}} = 55^\circ\text{C}$; переохолодження ХА після конденсатору = 2К; перегрів на всмоктуванні парів ХА в компресор = 5...30К; Під час розрахунків була визначена залежність споживаної компресором потужності до перегріву ХА на всмоктуванні для холодильних агентів R134a, R600a, R507, R290. Також визначена залежність виробітку електроенергії від перегріву на всмоктуванні (рис.1)

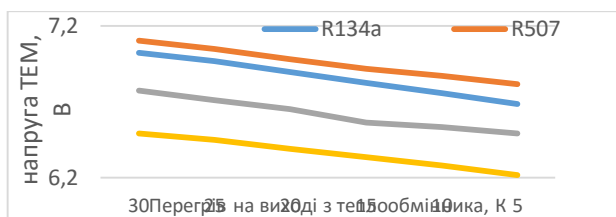


Рис.1 Графік залежності виробітку електроенергії одним ТЕМ в залежності від перегріву парів ХА на всмоктуванні в компресор.

Розрахунки показали, що приріст навантаження на компресор при підвищенні перегріву від 5 до 10К більший в ~17 разів за приріст вироблюваної теплообмінником на двох ТЕМ потужності.

Тому, на даний момент ведуться експериментальні і більш поглиблені дослідження. Метою є досягнення більш рівної характеристики приросту споживаної та вироблюваної потужності.

Висновки. Використання ТЕМ для підвищення енергоефективності побутових холодильників є потенційно ефективним, але питання постає у зниженні перегріву на всмоктуванні в компресор, відповідно, підвищенні загальної енергоефективності системи.

15. Законодавчі аспекти стимулювання розвитку когенерації в країнах Європи

Софія Бойко, Андрій Теплицький, Володимир Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За прогнозом Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА), на період до 2035 р. майже половина приросту світового споживання первинних енергоносіїв буде зумовлена зростанням виробництва електроенергії.

На собівартість виробництва електричної та теплової енергії і екологічний стан довкілля суттєво впливатимуть технології виробництва електричної і теплової енергії та відповідна структура генерувальних потужностей (ТЕС, ТЕЦ, АЕС, ПДЕ), диверсифікація видів палива, а також відповідних систем теплопостачання.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи.

Результати та обговорення. Заходи щодо підвищення енергетичної ефективності, здійснені в країнах-членах ЄС базуються на наступних директивах: Директиви 2012/27/ЄС, яка встановлює загальні вимоги з підвищення енергоефективності в рамках ЄС; Директиви 2010/31/ЄС з модернізації житлового фонду та Директиви 2009/28/ЄС щодо збільшення частки використання поновлюваних джерел енергії

Важливо зазначити, що згідно з Директивою 2012/27/ЄС «Про енергоефективність» ефективним централізованим теплопостачанням і охолодженням вважається система, за якою використовується мінімум 50% поновлюваної енергії, 50% скидної теплоенергії технологічних процесів, 75% теплоенергії від когенерації або 50% поєднання цих видів енергії. Директивою 2012/27/ЄС визначено поняття високоєфективної когенерації: це комбіноване виробництво, яке забезпечує економію первинної енергії не нижче 10% порівняно з еталонними значеннями у разі роздільного виробництва теплової та електричної енергії. Виробництво на дрібномасштабних і мікрогенераційних установках, що забезпечує економію первинної енергії, також класифікується як високоєфективна когенерація.

Висновок. У більшості європейських країн запроваджено законодавчі стимули для підтримки та розвитку когенерації.

Література

1. Директива європейського парламенту і ради 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 року про енергоефективність, внесення змін до директив 2009/125/ЄС і 2010/30/ЄС та про скасування директив 2004/8/ЄС і 2006/32/ЄС. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/2012-27-es.pdf> (дата звернення 01.03.2021)

2. Зарубіжний досвід розвитку систем централізованого та автономного тепло- та електропостачання. Відділ інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції. Київ. 2016. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/5.-TSentralizovane-ta-avtonomne-teplozabezpechennya.pdf> (дата звернення 01.03.2021)

3. Combined Heat and Power (CHP) data 2005-2018. Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data> (дата звернення 01.03.2021)

16. Вплив регенеративного теплообмінника на витрату джерельної води для теплового насосу типу «вода-вода»

Данііл Степаніщев, Сергій Фесюн, Олексій Пилипенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Значна витрата джерельної води обмежує можливості використання водояного теплового насосу, а застосування регенеративного теплообмінника дозволяє зменшити витрату цієї води за незмінної теплової продуктивності.

Матеріали і методи. Виконано аналітичний огляд літературних джерел. Розроблено принципову схему теплового насосу (ТН) типу «вода-вода» з додатковим регенеративним теплообмінником. Проведено математичне моделювання та аналіз зміни витрати води зі свердловини за різних режимних параметрів роботи ТН.

Результати. Базою для моделювання є реальний ТН зібраний за класичної схемою, який в якості низькопотенційного джерела використовує воду із свердловини. Температура води з 10-и метрової свердловини у м. Києві становить в середньому 12°C. Теплопродуктивність зазначеного ТН складає 150 кВт. Розрахунок та вимірювання реальної витрати води зі свердловини показали витрату 8,8 м³/год, прийняту за базу на рис. 1.

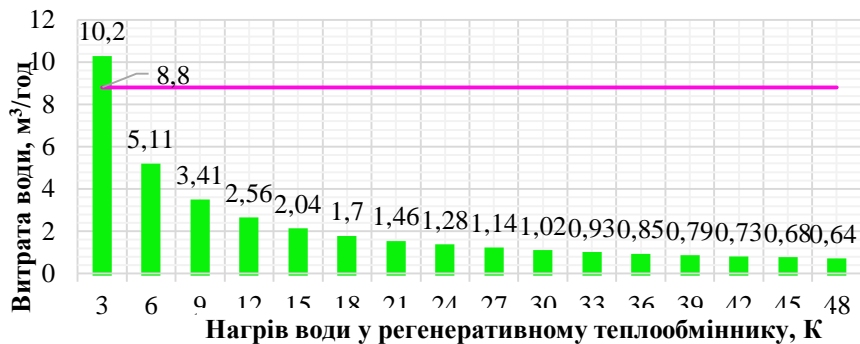


Рис. 1 – Зміна витрати води від її нагріву у регенеративному теплообміннику

З метою зменшення витрати води зі свердловини, до складу класичної схеми ТН додано регенеративний теплообмінник, який нагріває джерельну воду перед її надходженням до випарника за рахунок переохолодження рідкого фреону після конденсатору. Визначення впливу нагріву води зі свердловини на її витрату та необхідну електричну потужність свердловинного насосу проведено з кроком у 3 К.

Аналіз результатів розрахунку представлений на рис. 1 показав, що за незначного нагріву $\Delta t=3$ К витрата води збільшується, за нагріву в $\Delta t=9$ К спостерігається зменшення витрати у 2,58 рази. Інтенсивна динаміка зменшення необхідної витрати води спостерігається до її нагріву у регенеративному теплообміннику до $\Delta t=27\div 33$ К. Надалі збільшувати нагрів не доцільно, оскільки кожні наступні 3 К заощаджують менше 0,1 м³/год витрати, а площа необхідного для такого нагріву теплообмінника значно зростає.

Висновки. Використання регенеративного теплообмінника у складі ТН типу «вода-вода» є доцільним лише за нагріву джерельної води від 6 К до 24 К. За інших параметрів таке ускладнення системи не доцільне.

17. Режими течії в циліндричних вільностікаючих струменях рідини за протічійного потоку пари

Бондар Володимир, Солодка Катерина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гідродинамічні режими течії рідини теплообмінних апаратів харчової промисловості впливають на стабільність їх роботи, а також обумовлюють особливості процесів перенесення теплової енергії та обміну масою.

Матеріали і методи. Безпосереднє визначення режиму течії рідини в струменях з гідродинамічних характеристик видається неможливим, тому єдиним достовірним методом є порівняння експериментально визначених параметрів течії з розрахунком за моделями, що описують процеси перенесення в струменях за різних режимів течії, враховуючи відповідним чином динамічну дію протічійного парового потоку.

Результати. Аналіз результатів дослідження режимів течії дав змогу класифікувати гідродинамічні режими руху циліндричного вільностікаючого струменя рідини та визначити критичні параметри початку диспергування поодинокого струменя рідини, що витікає з циліндричного розподільчого пристрою. Аналіз гідродинаміки циліндричного струменя рідини дозволив розробити фізично обґрунтовану класифікацію режимів його течії: режим стійкої течії, хвильовий режим, диспергований гідродинамічний режим, граничний гідродинамічний режим. Стабільність роботи тепломасообмінних апаратів обумовлена початком диспергованого гідродинамічного режиму. Визначені умови, за яких відбувається перехід від хвильового до диспергованого гідродинамічного режиму, тобто початок руйнування структури струменя. Визначені граничні режими витікання струменів рідини різних геометричних параметрів. Теоретичне дослідження дало змогу описати початок диспергування (межу переходу від хвильового до диспергованого гідродинамічного режиму), за допомогою безрозмірнісних комплексів, які визначають цей перехід і розробити емпіричну залежність для визначення початку руйнування струменя.

Висновки. Аналіз результатів гідродинамічного дослідження дав змогу визначити критичні параметри початку диспергування поодинокого струменя рідини та розроблена емпірична залежність для визначення початку руйнування структури струменя, яка адекватно описує процес зміни його структури.

Література

1. Теплообмін в парорідинних течіях теплообмінних апаратів харчових виробництв: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.18.12 / С.М. Василенко; Нац. ун-т харч. технологій. – К., 2003. – 38 с
2. Рогоза О.Б. Теплообмін при конденсації водяної пари на поверхні вільного струменя рідини: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.06 / О.Б. Рогоза; Укр. держ. ун-т харч. технологій. – К., 2000. – 20 с.

18. Вплив схемного рішення теплового насосу типу «вода-вода» на його енергетичні показники

Сергій Фесюн, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Водно-водяні теплові насоси зібрані за класичної схемою мають достатньо непогані енергетичні показники. Видається можливим підвищити їх ефективність за рахунок використання регенеративних теплообмінників різного призначення.

Матеріали і методи. Виконано аналітичний огляд літературних джерел. Розроблено принципові схеми теплових насосів (ТН) типу «вода-вода». Проведено розрахунок розроблених схем за умови їх роботи на різних холодильних агентах. Проаналізовано зміни енергетичних та витратних параметрів.

Результати. Для порівняння використано три схеми водо-водяних ТН: класична, з регенеративним теплообмінником типу «хладон-хладон», з регенеративним теплообмінником типу «теплоносій-хладон». Також розрахунок кожної схеми виконано на такі холодильні агенти як: R22, R134a, R290, R507a.

Всі розрахунки проведено за: теплової продуктивності ТН 150 кВт, температури води зі свердловини 12 °С, температури води при поверненні до свердловини 2 °С, температури води від та до споживача – 50 °С та 55 °С відповідно, температури кипіння 0 °С, температури конденсації 60 °С.

Результати розрахунків зведено до загальної таблиці на основі якої побудовано порівняльні діаграми.

Аналіз результатів розрахунків рис. 1 показав, що використання регенеративного теплообмінника типу «хладон-хладон» не призводить до збільшення енергетичної ефективності ТН, а теплообмінник типу «теплоносій-хладон» незначно підвищує теплову ефективність ТН лише за рахунок зменшення споживання електроенергії свердловинним насосом.

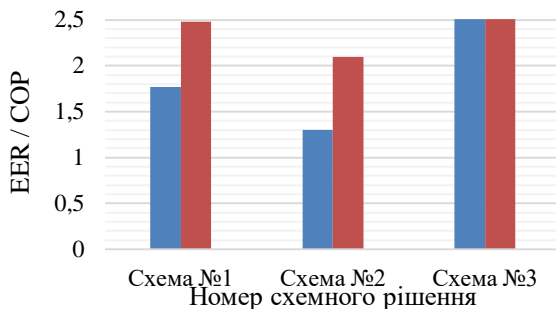


Рис. 1 – Зміна теплового та холодильного коефіцієнтів ТН за різних схемних рішень для хладону R290

Найефективнішим перспективним холодоагентом для ТН типу «вода-вода» є R290, показники якого рівні хладону R134a але поступаються R22.

Висновки. Ускладнення схемного рішення ТН типу «вода-вода» не залежно від застосовуваного холодильного агента не призводить до стрімкого підвищення його теплової ефективності. Незначне зростання COP обумовлено зменшенням споживанням води із свердловини.

19. Ентропійні критерії ефективності теплообмінних апаратів харчових виробництв

Артем Руденко, Сергій Самійленко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Належність теплообмінних апаратів до загальної системи розподілу енергетичних ресурсів підприємства як споживачів теплоти і електричної енергії значно ускладнює їх аналіз та оптимізацію і вимагає системного підходу із залученням відповідних критеріїв.

Матеріали та методи. Проаналізовано властивості енергетичного критерію ефективності теплообмінних апаратів – коефіцієнта ефективності E та розроблено нові критерії на основі ентропійних характеристик.

Результати та обговорення. Встановлено, що застосування коефіцієнта E до аналізу ефективності теплообмінних апаратів вимагає залучення додаткової інформації, у тому числі пов'язаної з гідравлічними характеристиками апаратів, а об'єднання в одній площині інформації різного змісту значно ускладнює аналіз.

Переваги та недоліки коефіцієнта E були враховані в новому критерії – ентропійному коефіцієнті ефективності теплообмінних апаратів:

$$\eta_s = \frac{\Delta S_{irrev}^{\min}}{\Delta S_{irrev}^{\text{tot}}} \quad (1)$$

У рівнянні (1) $\Delta S_{irrev}^{\text{tot}}$ – реальне зростання ентропії, що зумовлене необоротною тепловою взаємодією, дисипативними явищами та взаємодією з навколишнім середовищем, Вт/К; ΔS_{irrev}^{\min} – зростання ентропії від мінімальної необоротності процесів, Вт/К:

$$\Delta S_{irrev}^{\min} = Q \left(\frac{T_{m_1}^{\min} - T_{m_2}}{T_{m_1}^{\min} T_{m_2}} \right), \quad (2)$$

де Q – дійсна теплопродуктивність теплообмінного апарата, Вт; T_{m_2} – середня термодинамічна температура теплоносія, що нагрівається, К; $T_{m_1}^{\min}$ – мінімально можлива середня термодинамічна температура нагрівного теплоносія, К.

Апробацію критеріїв показано на прикладі аналізу заходів із підвищення ефективності групи нагрівання соку перед випарною установкою цукрового заводу продуктивністю 6000 т переробки буряків на добу. Серед заходів підвищення ефективності у роботі досліджувалися такі: збільшення площі поверхні теплообміну при постійному значенні коефіцієнта теплопередачі та збільшення коефіцієнта теплопередачі, зокрема: у підігрівниках з гідравлічно гладкими трубами (каналами) за рахунок збільшення швидкості руху рідини, а також застосуванням підігрівників з інтенсифікацією теплообміну.

Висновки. Запропоновані ентропійні критерії ефективності показали переваги над енергетичними, оскільки забезпечують комплексну та термодинамічно коректну характеристику теплообмінних апаратів як окремих елементів, так і в структурі підприємства.

20. Порівняння систем тепlopостачання приватного будинку з та без теплового насосу.

Вадим Калита, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Питання енергоефективності система тепlopостачання залишається дуже актуальним. Ми спробували відповісти на нього порівнявши витрати на тепlopостачання приватного заміського будинку площею 200 м².

Матеріали і методи. Виконано аналітичний огляд літератури. Розроблено принципіві схеми тепlopостачання. Виконано натурні вимірювання діючої системи тепlopостачання. Проведено аналітичне дослідження витрат теплоти та коштів на сплату спожитих енергоресурсів для всіх схемних рішень та виконано їх порівняння.

Результати. В якості дослідного об'єкту прийнято заміський двоповерховий будинок загальною площею 200 м². Будинок утеплений техноплексом товщиною 80 мм, система вентиляції без рекуперації теплоти. Протягом 2019 року тепло споживалося на підтримання температури в приміщеннях та систему ГВП. В літні, частково в осінні та весняні місяці потреба ГВП перекривалася за рахунок геоколекторів. Будинок також оснащений газовим та твердопаливним котлами, буферною ємкістю.

Газовий котел у продовж опалювального сезону підтримував температуру в приміщеннях на рівні +17 °С. Твердопаливний котел був задіяний у вихідні та святкові дні для підвищення температури в приміщеннях до комфортних +22 °С.

Описана система тепlopостачання прийнята за базисну. За 2019 рік на тепlopостачання будинку було спожито дубових сухих дров 6 м³, газу природнього 1000 м³. В перерахунку на спожиту теплову енергію це приблизно 22444 кВт·год за яку сплачено 12168 грн.

Для порівняння енергетичної та економічної ефективності систем, до базисної системи тепlopостачання замість котлів встановлено повітряний та геотермальний теплові насоси. Визначення споживання електроенергії проводилось за сумарною потребою у тепловій енергії та середньою споживаною потужністю, яка склала для повітряного теплового насосу 8,8 кВт, для геотермального – 5,8 кВт. За такого розрахунку система з повітряним тепловим насосом споживатиме за опалювальний сезон 8587,3 кВт·год, а з геотермальним – 5659,8 кВт·год. Враховуючи вартість електроенергії для споживача 1,68 грн/(кВт·год) система з повітряним тепловим насосом потребуватиме сплати 14427 грн, а з геотермальним – 9509 грн.

Порівняння витрат коштів на оплату спожитої електроенергії систем з тепловими насосами з витратами базисної системи показало, збільшення витрат системи з повітряним тепловим насосом на 18,57 % та заощадження на 27,96 % для системи з геотермальним тепловим насосом.

Висновки. Проведений аналіз чітко продемонстрував економічну доцільність використання систем з геоколекторами та геотермальними тепловими насосами.

21. Аналіз ефективності різних типів ребер

Аліна Шебета, Валентин Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Повітряні охолоджувачі, конденсатори, калорифери, мають оребрену поверхню, в якій значна частина металу витрачається на оребрення, тому виникає задача аналізу ефективності ребер.

Методи досліджень. Дослідження ефективності форми ребер виконано на основі аналізу розв'язку диференціального рівняння теплопровідності з граничними умовами 3 роду для різних типів ребер.

Результати і обговорення Розподілення температури в прямокутному, трикутному та радіальному ребрах за умов охолодження конвективним потоком повітря, виконано на основі аналітичного виразу, отриманого в результаті розв'язку диференціальних рівнянь

$$\frac{d^2\Theta}{dy^2} - \frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}\Theta = 0; \quad y \frac{d^2\Theta}{dy^2} + \frac{d\Theta}{dy} - \frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}h_p\Theta = 0; \quad r^2 \frac{d^2\Theta}{dr^2} + r \frac{d\Theta}{dr} - m^2 r^2\Theta = 0,$$

$$\text{за граничних умов } y=0, r=r_o, \Theta=\Theta_o; \quad y=h_p, r=r_e, \frac{d\Theta}{dy}=0, \frac{d\Theta}{dr}=0.$$

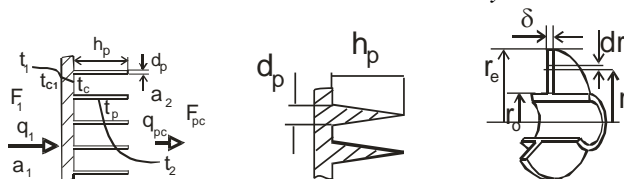


Рис.1 Типи ребер. 1 – повздовжнє прямокутне; 2 – повздовжнє трикутне; 3 – радіальне постійної товщини

Розв'язок наведених рівнянь з наведеними граничними умовами дає розподілення температурного напору вздовж ребра у вигляді: $\Theta(y) = \Theta_o \operatorname{ch} \left(\sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}} y \right) / \operatorname{ch} \left(\sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}} h_p \right)$ - для

повздовжнього ребра; $\Theta(y) = \Theta_o I_o \left(2 \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}} \sqrt{y h_p} \right) / I_o \left(2 \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}} h_p \right)$ - для трикутного і

$\Theta(r) = \Theta_o \frac{I_o(mr)K_1(mr_e) + I_1(mr_e)K_o(mr)}{I_o(mr_o)K_1(mr_e) + I_1(mr_e)K_o(mr_o)}$ [1] для радіального, де I_o, I_1 – модифіковані функції Бесселя 1 роду нульового та першого порядку відповідно; K_o, K_1 – модифіковані функції Бесселя 2 роду нульового та першого порядку відповідно; $m = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta_p}}$, $\Theta = t_p - t_{\infty}$.

Робота присвячена дослідженню отриманих функцій на предмет залежності ефективності ребер від геометричних параметрів, теплопровідності λ та інтенсивності тепловіддачі α до потоку повітря, яке охолоджує поверхню ребра.

Висновки. Отримано функції залежності ефективності ребер від геометричних параметрів, теплопровідності λ та інтенсивності тепловіддачі α до потоку повітря; найкращі результати щодо ефективності дає повздовжнє прямокутне ребро, а з врахуванням витрати матеріалу – повздовжнє трикутне.

22. Генерація електричної енергії в турбоагрегатах на базі парових турбін з протиском в умовах відхилення експлуатаційних параметрів від номінальних.

Максим Наливайко, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні турбоагрегати на базі парових турбін з протиском мають різні номінальні параметри гострої пари – p_0/t_0 (ата/оС) : 13/230; 21/370; 35/435; 43/450; 85/525, та різні значення номінального протитиску парових турбін – рп: 3,0; 4.; 5,0 атм(а). Реальні умови експлуатації турбоагрегатів ТЕЦ промислових підприємств характеризуються відхиленням їх номінальних параметрів – тиску, температури гострої пари та протитиску від номінальних (паспортних) значень.

За наявності відхилень вказаних параметрів в проточній частині парових турбін змінюється показники ефективності перетворення теплової енергії в механічну роботу обертання ротора, що призводить до зміни питомої витрати пари на вироблення електричної енергії в турбаграті і до зміни електричної потужності турбоагрегату.

Матеріали та методи. Номінальні характеристики турбоагрегатів на базі парових турбін з протитиском.

Матеріали енергетичних аудитів промислових турбоагрегатів в умовах експлуатації.

Теплоенергетичні баланси комплексу «ТЕЦ-Цукрозавод».

Енергетичні рівняння турбоустановок з протитиском.

Рівняння Флюгеля-Стодоли для парових турбін.

Результати та обговорення. Отримано графічні залежності питомих витрат гострої пари на турбоагрегат на вироблену електричну енергію – $dT.A_0$, кг/кВт(е) залежно від зміни трьох експлуатаційних параметрів: тиску (p_0), температури (t_0) гострої пари та тиску у вихлопному патрубку парової турбіни (рп).

Висновок. Отримані результати є обґрунтуванням для удосконалення процесів генерації електричної енергії для турбоустановок промислових підприємств. Сформований метод визначення обсягів генерації електроенергії апробовано на трьох об'єктах і може бути рекомендований службам енергоменеджменту об'єктів, що споживають електричну енергію власної генерації для фінансової оптимізації виробництва.

23. До проблеми визначення проектних діаметрів паропроводів, транспортуючих насичену і перегріту водяну пару

Максим Наливайко, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Проблема полягає у формуванні методології визначення оптимальних діаметрів паропроводів, що транспортують насичену і перегріту водяну пару від джерел її генерації до її споживачів, та визначенні втрат теплової енергії в навколишнє середовище та зниження температури конденсації пари залежно від гідравлічних втрат тиску, товщини та матеріалу ізоляційного шару.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є система транспортуючих насичену і перегріту водяну пару від джерела її генерації до грійних камер споживачів теплоти пари. Методами дослідження є застосування емпіричних методик гідродинамічного розрахунку турбулентної течії парових потоків та визначення втрат тиску та відповідного зниження температури конденсації водяної пари, та емпіричних методів розрахунку тепловтрат від ізольованої та неізольованої поверхні трубопроводів.

Результати та обговорення. За результатами дослідження сформовано комплексну методику визначення оптимальних діаметрів паропроводів, що транспортують насичену і перегріту водяну пару від джерел її генерації до її споживачів, та визначення тепловтрат від ізольованих паропроводів, еквівалентних по вартості ізоляційного матеріалу.

Висновок. Одержані результати дозволяють науково-обґрунтовано визначити оптимальні техніко-економічні експлуатаційні параметри системи паропроводів промислового підприємства, що транспортують насичену і водяну пару.

19.2.

Electricity industry

Chairperson – professor S.M. Baliuta

Secretary – I. Ye. Isvolenskyi

19.2.

Електропостачання промислових підприємств

Голова – професор С.М. Балюта

Секретар – старший викладач І.Є. Изволенський

1. Аналіз методів прогнозування електричного навантаження та факторів, що впливають на точність прогнозу

Петро Зінкевич, Юлія Куєвда, Сергій Балюта
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У цьому дослідженні проводиться порівняльний аналіз статистичних методів та штучного інтелекту, які використовуються для короткострокового, середньострокового та довгострокового прогнозування електричного навантаження (ПЕН) та наявності факторів, що впливають на точність прогнозу.

Результати. На сьогоднішній день однією з ключових функцій управління електроспоживанням є ПЕН. Прогнозування - це оцінка майбутнього споживання на основі різних наявних даних та інформації. Прогнозовані значення можна використовувати для наступного: планування навантаження та планування розподілу; визначення кількості розподілу палива для генераторних установок та їх обслуговування; задоволення вимог споживачів на різні сезони. Діапазон прогнозів навантаження з точки зору тривалості прогнозування можна розділити на чотири групи: довгострокові (1-20 років), середньострокові (коливається від тижня до року), короткострокові (коливається від однієї години до тижня) та дуже короткострокові (коливається від декількох хвилин до години вперед). Методи прогнозування, як правило, поділяються на: 1) методи, побудовані на статистиці; 2) методи, побудовані на основі інтелектуальних систем керування (штучному інтелекті). Було проаналізовано найбільш популярних статистичних методів: моделі часового ряду Бокса-Дженкінса (AR, MA, ARMA, ARIMA, ARMAX, і ARIMAX); моделі часового ряду SARIMA, SARMAX, і SARIMAX; модель ARX. В свою чергу, методи штучного інтелекту поділяються на: штучні нейронні мережі (ANN); нейро-нечіткі множини (ANFIS); генетичні алгоритми (GA); експертні системи на базі знань [1].

Немає чіткої переваги однієї групи методів над іншою. Однак, завдяки досягненням в галузі комп'ютерних технологій в апаратному та програмному забезпеченні, методи, засновані на штучному інтелекті, нещодавно випередили статистичні методи і зараз їх застосовує більша кількість дослідників.

Складність прогнозу обумовлена необхідністю врахування багатьох факторів, що впливають на споживання електроенергії: температура навколишнього повітря, хмарність, тривалість дня, день тижня, переходи із зимового на літній час і назад, плановане включення, відключення енергоємних виробництв[2].

Висновки. В даному дослідженні був проведений аналіз різних методів прогнозування та факторів, що впливають на точність прогнозу. Наступним етапом дослідження буде розроблення моделі прогнозування на базі штучного інтелекту та порівняння її зі статистичними методами.

Література.

1. Mandeep Singh, Raman Maini, 2020. Various Electricity Load Forecasting Techniques with Pros and Cons, International Journal of Scientific and Technology Research, Volume-8, Issue-6, March 2020, Pages 220-229.
2. Кулікова Є.О., Чернявський А.В Аналіз та прогнозування електроспоживання на підприємствах молочної галузі [Текст]/ Кулікова Є.О., Чернявський А.В. // Енергетика. Екологія. Людина. Наукові праці НТУУ «КПІ», ІЕЕ. – Київ: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2013. – 628 с. (С.310-315)

2. Традиційна технологія передачі даних в системах релейного захисту і автоматики та її показники якості

Максим Тарасенко, Юлія Куєвда

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом на зміну електромеханічним і статичним реле приходять системи і пристрої мікропроцесорного релейного захисту та автоматики [1]. Сучасні мікропроцесорні реле забезпечують захист електроустановок різних класів напруги, мають можливість виконувати функції контролю і управління, телемеханіки, моніторингу та контролю РЗА і противарійної автоматики.

Методи досліджень. Систематизація, аналіз, узагальнення.

Результати і обговорення. RS-485 – поширений інтерфейс зв'язку, зокрема в промисловості та енергетиці, що обумовлюється його гнучкістю, простотою програмування і порівняно високою швидкістю передачі даних.

Дослідження проводиться з метою аналізу якості передачі даних за допомогою RS-485 та відповідності його сучасним вимогам до каналів та інтерфейсів зв'язку в енергетиці. Для цього розглянемо типову архітектуру мережі на базі RS-485 (рис. 1): 1 – шафи польового рівня; 2 – модулі вхідних, вихідних дискретних сигналів, аналогових уніфікованих сигналів; 3 – медіаконвертер RS-485/FO; 4 – шафа комунікаційного рівня; 5 – GPS-модуль синхронізації; 6 – Ethernet-комутатор; 7 – LAN-протокол DNP3; 8 – АРМ; 9 – протокол МЕК60870-5-104/5-101; 10 – диспетчерський центр, FO – ВОЛЗ.

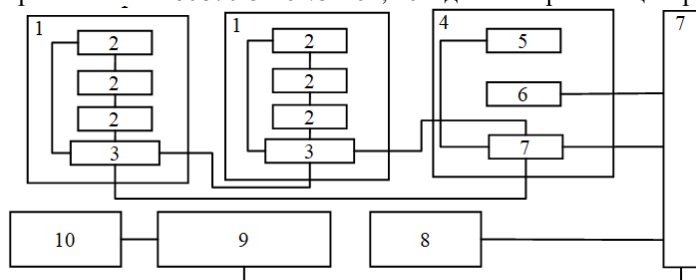


Рис.1 Типова архітектура мережі на базі RS-485

Показники якості інтерфейсу RS-485: максимальний час обходу пакета основним шляхом, джиттер і BER. За результатами випробувань, наведених в роботі [2] при дослідженні показників інтерфейсу RS-485, мережі RS-485 здатні забезпечувати швидкість обміну даними до 52 Мбіт/с при довжинах кабелю, що досягають сотні метрів без ретрансляторів або перетворювачів інтерфейсів.

Висновок. Незважаючи на всі переваги інтерфейсу RS-485, треба враховувати, що вимоги до каналів і інтерфейсів зв'язку в енергетиці з кожним роком підвищуються. Таким чином, актуальною задачею є впровадження нових рішень, що дозволяють здійснювати надійний високошвидкісний обмін пакетами даних на енергооб'єктах різних класів напруги.

Література

1. Gurevich V. (2011) *Digital Protective Relays: Problems and Solutions*, CRC Press.
2. Хьюлсман М., Он Ф. Каких показателей мы можем добиться при использовании RS-485? (2006). *Компоненты и технологии*. №10.

3. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Е. Федоренко, О. Серьогін – д.т.н

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток енергетики має вирішальний вплив на стан економіки в державі та рівень життя населення. Саме тому, надійне, економічно обгрунтоване й екологічно безпечне задоволення потреб населення й економіки в енергетичних продуктах є пріоритетним завданням енергетичної політики держави. При цьому, забезпечення сталого подальшого розвитку та ефективного функціонування паливно-енергетичного комплексу України є основою успішної реалізації такої політики.

Актуальність проблеми обумовлена тим, що інтенсивне використання природних енергетичних ресурсів вже сьогодні викликає негативні наслідки, що полягають у їх виснаженні та зміні клімату місцевого й глобального масштабу. На національному та міжнародному рівнях особлива увага приділяється питанням енергозбереження, екологічності та надійності енергетики [1, 2]. У довгостроковій політиці розвитку енергетичної галузі провідних країн світу пріоритетним напрямком є використання поновлюваних джерел енергії, до яких належить і гідроенергетика (велика та мала).

Мета роботи полягає в оцінці перспективи розвитку поновлюваних джерел енергії в Україні.

Виклад основного матеріалу. Гідроенергетика відіграє важливу роль у забезпеченні стійкості об'єднаної енергетичної системи (далі – ОЕС) України, оскільки забезпечує енергетичну систему високо маневреними потужностями в регулюванні добових графіків навантаження з покриттям пікової частини та заповненням нічних провалів, а також виконує функцію аварійного резерву потужності. Гідроенергетика також є комплексною водогосподарчою системою, що вирішує завдання водопостачання населення й промисловості, водного транспорту, іригації, рибного господарства, рекреації тощо. Захист населення й народногосподарських об'єктів від повеней є також важливою додатковою функцією гідроенергетики, яка здатна здійснювати регулювання потоку води, а розвиток та утримання на належному рівні стану гідротехнічних споруд електростанцій сприяє створенню та забезпеченню транспортного сполучення. Україна має розвинений гідроенергетичний комплекс. Вітчизняний машинобудівний комплекс забезпечує виготовлення обладнання як для реконструкції та відновлення, так і спорудження гідроелектростанцій різних типорозмірів. На сьогодні, існуюча потужність великих ГЕС становить біля 9 % відсотка всіх генеруючих потужностей ОЕС України, однак існує потенціал для подальшого зростання до 15-20 %. Окремим напрямом розвитку гідроенергетики в Україні є розвиток малої гідроенергетики на існуючих водоймищах, магістральних каналах, а також реконструкція об'єктів малої гідроенергетики, що виконують функцію із захисту прилеглих територій від повеней. [3]

Гідроенергетика використовує природне поновлюване джерело енергії, тому виробництво кожної кВт-години економить у нинішніх умовах України близько 410 грамів умовного палива. За рахунок використання гідроелектроенергії зменшуються обсяги викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті заміщення викопного органічного палива, зокрема парникових газів, найбільшу частку яких складає вуглекислий газ. Тому гідроенергетика не сприяє процесу глобального потепління та випаданню кислотних дощів.

Згідно з програмою розвитку гідроенергетики країни, будова Дністровської та Ташлицької ГАЕС і будівництво Каховської ГЕС-2 та Канівської ГАЕС будуть здійснюватися вже за існуючих водосховищ, гідротехнічних споруд і розвиненої інфраструктури прилеглих територій. [4] Тому існує велика імовірність застосування апробованих в аналогічних випадках способів зменшення негативного впливу цих об'єктів і отримання позитивного висновку з оцінки впливу на довкілля.

Висновки. Гідроенергетика є найбільш технологічно освоєним способом виробництва електроенергії, який широко використовується у світі та є гарантованим енергоресурсом. На сьогодні, гідроелектростанції експлуатуються у 159 країнах та забезпечують виробництво 16,3 % всієї виробленої у світі електроенергії. Гідроенергетика забезпечує найбільш ефективний процес отримання електроенергії, при низьких експлуатаційних затратах та тривалому терміні експлуатації.

В Україні розроблено нормативно-правові акти та громадсько-політичні заходи міжнародного, державного та регіонального рівня, які спрямовані на захист природного навколишнього середовища від забруднення, посиленої експлуатації й іншого шкідливого впливу в результаті життєдіяльності людей. Вони стосуються, зокрема, і створення об'єктів гідроенергетики.

Гідроенергетика важлива не тільки з точки зору виробництва електричної енергії, але й цілим комплексом додаткових функцій, які забезпечують сталість функціонування енергетичної системи та економіки України.

Література

1. Доклад Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию, Йоханнесбург, Южная Африка, 26 августа–4 сентября 2002 года
2. Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth [Електронний ресурс]
3. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроенергетики України. НІСД, 2014, – 54 с. Автори: Суходоля О.М., Сидоренко А.А., Бегун С.В.
4. Програма розвитку **ПрАТ «УкрГідроенерго»** [Електронний ресурс]

4. ОТРИМАННЯ БІОНАФТИ МЕТОДОМ ШВИДКОГО ПІРОЛІЗУ

В. Жовтюк, О. Михайловський, О. Сербюгін – д.т.н
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У зв'язку з постійно зростаючим в світі та Україні дефіцитом традиційних видів палив і нестабільністю цін на них, а також зміною кліматичних умов, що викликані їх використанням, виникає необхідність пошуку альтернативних джерел енергії, здатних замінити вичоплені паливні ресурси. Одним з таких джерел є рослинна біомаса, з якої можливо виробляти біодизельне паливо.

Виробництво рідкого палива з лігноцелюлози біомаси, яке може замінити нафту в різних варіантах, є основною метою швидкого піролізу. У цьому полягає його завдання на відміну від повільного піролізу, який застосовується для виробництва біовугілля. Технологія швидкого піролізу має низку переваг над повільним піролізом, які полягають в можливості управління робочими режимами піролізу; збільшенні терміну служби обладнання і, так само в зниженні енергоємності технологічного процесу. Крім основного рідкого продукту, в процесі швидкого піролізу утворюються й побічні продукти, такі як газ і напівкокс. Під час реакції швидкого піролізу практично відсутні теплові втрати, що пов'язано з використанням побічних продуктів для забезпечення підведення тепла до піролізного реактора [1].

Актуальність проблеми обумовлена тим, що рівень забруднення довкілля вже досяг критичного рівня. В Україні нараховується 6,5 тисячі законних і близько 35 тисяч незаконних сміттєзвалищ, загальною площею 7% території. Сортування змішаних твердих побутових відходів, які накопичені на сміттєзвалищах є вкрай непродуктивним і небезпечним для працюючого персоналу внаслідок високого бактеріального і гельмінтологічного та іншого забруднення відходів.

Мега роботи полягає в оцінці перспективи виробництва з лігноцелюлози рослинної біомаси екологічно чистого рідкого біопалива (біонафти) за допомогою технології швидкого піролізу, а також в оцінці можливості застосування цієї технології в Україні з метою часткового або повного заміщення імпортованої нафти.

Виклад основного матеріалу. Рідкі продукти швидкого піролізу включають в себе безліч сполук з різними властивостями, що утворюються в результаті термічного розкладання основних біополімерів целюлози і лігніну. Зокрема, до них належать як водорозчинні (нижчі карбонові кислоти, кетони, альдегіди, гідроксіацетальдегіди, ангідрозахара, цукру), так і нерозчинні компоненти (смоли, полімери, олігомери лігніну, ароматичні вуглеводні і ін.). Будь-яка форма біомаси може розглядатися в якості сировини для швидкого піролізу: починаючи від сільськогосподарських відходів, таких як солома, оливкові кісточки і горіхова шкаралупа, закінчуючи енергетичними культурами, такими як міскантус і сорго, відходами лісового господарства (кора), і твердими відходами (осади стічних вод і шкіряного виробництва) [2].

Біонафта має високу енергетичну щільність (28 ГДж /м³) [3]. За цим показником вона поступається лише дизельному паливу, енергетична щільність якого становить 36 ГДж/м³ . У цьому полягає перевага біонафти в порівнянні з вихідною біомасою.

Основною особливістю швидкого піролізу є дуже висока швидкість нагрівання сировини (кілька тисяч градусів на секунду) і швидке охолодження і конденсація одержуваних продуктів у вигляді пари і газу (1–2 сек.). При тиску 100 кПа за період процесу в 1–2 секунди можливе отримання рідини до 75% [4].

Сутність швидкого піролізу полягає в термічному розкладанні органічних сполук біомаси за відсутності окиснювача при відносно низьких температурах 450-550°C, високій швидкості нагріву 500-1000°C/с і незначному часі перебування продуктів в реакційному просторі (до 2-3с). У результаті процесу при охолодженні парогазової суміші, утворюються рідкі продукти (біонафта) з виходом до 80% маси залежно від режимних параметрів і виду сировини. Вид вихідної сировини істотно впливає на матеріальний баланс процесу (табл. 1).

Таблиця 1. Баланс процесу швидкого піролізу різних видів сировини [5].

Сировина	Рідкі продукти, %	Тверді продукти, %	Газ, %
Деревина	65	13	22
Торф	43	17	40
курачий послід	57	20	23
деревопометна підстилкова маса	47	32	21
відходи елеватора	52	23	25
мулові осади стічних вод	38	40	22

Отримані рідкі продукти можна використовувати в якості палива для котлів. Після додаткової підготовки вони можуть використовуватися як палива для дизельних двигунів, газових турбін та як моторне паливо. Рідкі продукти також можуть використовуватися в якості сировини при виробництві лакофарбового

покриття, поліетилену, в дорожньому будівництві (домішки в асфальт), для зміцнення ґрунтів, та як сполучна речовина при виробництві деревно-вугільних брикетів.

Виробництво й застосування рідких продуктів піролізу в Україні може мати істотний соціально-економічний та екологічний ефект і знизити залежність країни від поставок дорогих імпортованих енергоносіїв. Хоча наявність відновлюваних ресурсів в окремих регіонах України не завжди свідчить про економічну доцільність їх використання, проте в цілому перехід з нафтопродуктів на відновлювані види рідкого палива може дозволити отримати економію за рахунок скорочення витрат на традиційне паливо. При цьому кожен випадок заміни традиційних нафтопродуктів продуктами швидкого піролізу лігноцелюлозної біомаси потрібно розглядати окремо, враховуючи цілий комплекс різноманітних факторів

Висновки. Біонафта є цільною складною сумішшю кисневмісних органічних сполук. Швидкий піроліз дозволяє виробляти рідке паливо з лігноцелюлози біомаси, яке може замінювати нафту з подальшим використанням у будь-яких цілях.

Подальші перспективи застосування технології швидкого піролізу відходів лігноцелюлозної біомаси – перший крок на шляху до відмови від викопного палива у виробництві тепла та внесок в пом'якшення кліматичних змін на планеті. У майбутньому можлива подальша переробка біонафти в продукти з більш високою доданою вартістю (напр., автомобільне паливо).

Література

1. Хутская Н.Г., Пальченок Г.И. Энергосберегающие технологии термической конверсии биомассы и лигнокарбонатных отходов. Минск. БНТУ. 2015. 53 с
2. Файзрахманова Г.М. та інші. Разработка технологии получения органического вяжущего для дорожного строительства с использованием продуктов термической переработки биомассы дерева / Г.М. Файзрахманова, С. А. Забелкин, А. Н. Грачев, В. Н. Башкиров // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2015. - № 2 (19). – С. 79-85.
3. Железная Т.А., Гелетуха Г.Г. Современные технологии получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Часть 2. Промышленная теплотехника. 2005. № 5(27). С. 79-90.
4. Гафуров Н.М., Хисматуллин Р.Ф. Особенности технологии быстрого пиролиза биомассы. Инновационная наука. 2016. № 5(17). С. 65- 66.
5. Грачев А.Н. та інші. Термохимическая переработка лигноцеллюлозного сырья в биотопливо и химические продукты / А.Н. Грачев, А.А. Макаров, СюА. Забелкин, В.Н. Башкиров // Вестник Казанского технологического университета. 2013. – С. 109 – 111.

5. Енергетична ефективність збільшення ступеню компенсації реактивної потужності споживачів електричної енергії

Віталій Кобець, Сергій Балота
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Робота присвячена дослідженню впливу ступеню компенсації реактивної потужності споживачів електричної енергії на напрузі 0,4 кВ промислових об'єктів і на напрузі 10 кВ міських електричних мереж.

Методи досліджень. Для проведення досліджень використані методи оптимізації на основі генетичних алгоритмів. Визначені потужності конденсаторних батарей та місця їх встановлення в системи електропостачання промислового підприємства на рівні цехової електричної мережі та на рівня трансформаторних підстанцій міської мережі.

Результати і обговорення. Виконаний аналіз принципів і умов енергоефективної компенсації реактивної потужності в електричних мережах промислового підприємства та міських електричних мереж. Встановлено, що економічно доцільно підвищити ступінь компенсації реактивної потужності до значень коефіцієнта реактивної потужності $\text{tg } \phi$ близького до значень 0 – 0,1. Задача компенсації реактивної потужності з урахуванням зниження матеріальних витрат і фінансових затрат на кабельну продукцію зведена до двокритеріальної оптимізаційної задачі, яка вирішується методом коефіцієнтів Лагранжа та генетичних алгоритмів. Запропонована методика рішення задачі оптимального розміщення і вибору їх потужності на основі алгоритму рою частинок з адаптацією його параметрів, що дозволило визначити глобальний мінімум цільової функції.

Розрахункові дослідження виконані для системи електропостачання промислового підприємства дозволили встановити, що збільшення ступеню компенсації реактивної потужності $\text{tg } \phi$ від значення 0,35 до значень 0,1-0,15 дозволяє знизити втрати активної потужності на 39% в мережах із середньою довжиною кабельних ліній 150-300 м, і на 8% при довжині кабельних ліній 50-150 м. Таким чином, знижуються технологічні витрати електричної енергії пов'язані з її передаванням.

Розрахункові дослідження вартості втрат електричної енергії при різних ступенях компенсації реактивної потужності виконувалися з використанням алгоритму Лагранжа та алгоритму роєвих частинок з адаптацією. Встановлено, що використання алгоритму роєвих частинок забезпечує вирішення оптимізаційної задачі при меншій кількості конденсаторних батарей та їх потужності. Це обумовлено тим, що завдання компенсації реактивної потужності в системах електропостачання відрізняються дискретністю параметрів пристроїв, що компенсують РП і перетинів кабельних ліній.

Для забезпечення більшої достовірності розрахунки проводилися для різних значень питомої вартості конденсаторних батарей та для різних тарифів на електричну енергію. Встановлено, що при зростанні тарифів на електричну енергію необхідно збільшувати ступінь компенсації реактивної потужності.

Виконані дослідження впливу збільшення ступеню компенсації реактивної потужності на витрати на кабельну продукцію. Для вирішення задачі сформована математична модель, що враховує наступні фактори:

- втрати активної потужності при передачі електричної енергії по кабельних лініях, мінімізація яких здійснюється шляхом вибору оптимальних значень реактивної потужності KV і місць їх установок;
- приведені витрати на компенсувальні пристрої;
- зменшення перетинів ліній електропередачі (кабелів) за рахунок збільшення пропускної здатності при збільшенні ступню компенсації реактивної потужності .

Перед рішенням оптимізаційної задачі проводилося рішення задачі вибору проводів і кабелів на основі розрахунку режиму електричної мережі. Ця задача передбачає на основі отриманих значень активної і реактивної потужності у вузлах електричної мережі визначити необхідні перетини жил кабелів. Після цього визначалося значення вартості втрат активної

енергії $Z_{\Delta P}$, оскільки при зміні перетинів змінюються втрати активної потужності. Таким чином, використовувалася багатоступеня процедура, яка полягала в наступному:

- 1-й етап - розрахунок струмів, напруги і втрат в мережі для аналізованого варіанту розстановки джерел реактивної потужності .
- 2-й етап - визначення допустимих перетинів і розрахунок витрат на кабельну продукцію ;
- 3-й етап - перевірка вибраних перетинів кабельних ліній на допустиму втрату напруги;
- 4-й етап - перерахунок витрат на втрати активної потужності з урахуванням нових перетинів.

Проводився вибір перетину кабелів, виконаний за довго допустимому струму протікання в провіднику . Після вибору перетину виконувалася перевірка рівня напруги на затискачах електроприймачів.

Виконано дослідження впливу довжини кабелю на термін окупності і глибину компенсації. На основі розрахованих даних встановлено, що чим вище початкове значення коефіцієнта реактивної потужності, тим менше довжина живильної лінії, при якій вигідно виконувати глибину компенсацію.

Встановлено, що значення економічно-доцільного ступеню компенсації реактивної потужності залежить від потужності електроприймача (електродвигуна) і довжини лінії живлення. Показано, що при довжині кабельних ліній понад 100 м доцільно проводити компенсацію реактивної потужності до значення

Висновки. На прикладі систем електропостачання діючих конкретних промислових підприємств показано, що обрані при проектуванні СЕП перетини проводів ліній живлення є завищеними, оскільки розраховані з урахуванням протікання додаткового індуктивного струму. При збільшенні ступню компенсації реактивної потужності ці додаткові фінансові витрати істотно знижуються, що створює умови для обґрунтованого і коректного зниження витрат на кольорові метали кабельної продукції.

6. The current stability level of a power system

Dmytro Ilin, Natalia Yunieieva
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Ensuring the stability of electric power systems and pools is the important requirements for their functioning. In the power system of Ukraine, it takes the form of the requirement of certain reserves in the value of active power transmitted through crosssections.

Materials and methods. For operative determination of a stability level of the current states, and solution of other technological tasks, the information about the parameters of this mode, that can be received as a result of power system state estimation, is needed.

Results. An electrical state of power system, that is examined at stability, is characterized by small deviations of its parameters caused by random changes of load and reaction on them of automatic control devices of voltage and power of generators of power stations and other objects of power system. As a result, the power crossflows on the controlled lines and sections have a random component. In this connection, the normative document provides an account of irregular oscillations when calculating the stability resources of power in the section of power system.

Therefore at each steady state calculation by the program of mode estimation with a cycle in 10 seconds the values of active power crossflows are determined and accumulated for the controlled lines and sections. Since operational calculations of transient stability and estimation of resources of the capacity of controlled lines and sections are produced with a cycle of 10 minutes, then the value of the resources can be estimated taking into account the irregular oscillations of power in them. To estimate statistical characteristics in each ten-minute interval with a discreteness of 10 seconds, a selection of 60 values is formed. In this case, the anomalous members are eliminated from the selection, a trend component is allocated using piecewise-polynomial approximation, the deviations of the selection members are calculated from the trend component. The obtained selection of deviations is checked for the normal distribution law. Depending on the obtained results: a selection does not conflict with the normal law of distribution, a distribution density is unimodal or the law of selection distribution is arbitrary and a confidence interval around the trend component is built in ten-minute point with a high probability. Determination of the resources on the active power demands the mode overloading by redistributing active power on different sides of the controlled section. For the predicted for 10 min. mode, it is advisable to perform this overloading by increasing the load of deficient area, based on a vector, the components of which are predicted increases (in relative units) of nodal loads.

Based on the assumption that statistical characteristics of irregular oscillations in the predicted and previous point of daily schedule remain unchanged, the confidence intervals of power oscillations are determined in the controlled lines and sections. For the current mode its type and type of the current scheme should be indicated, under which the normative disturbance is selected and its stability is checked, and, if a signal about the need to reduce the transmitted power is generated to the dispatcher. It is developed software which provides simulation and stability analysis of dynamic transition at large disturbances.

Conclusions. The results of state estimation for statistical processing and determination of the confidence interval of cross flows random oscillations is used to control electric power systems, and progress in improving simulation techniques and software to control EPS.

References.

The power systems stability, Guidelines, Minenergovugillya Ukrainy, Kiev, 2012, p.35 (Ukr).

7. Estimation of the power interconnection state

Dmytro Lovyn, Natalia Yunieieva
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. General basis for dealing with this problem is a huge increase in the productivity of electronic computing means used to control electric power systems (EPS), and progress in improving simulation techniques and software to control EPS.

Materials and methods. A statistical processing of the state estimation results allows for particular sections in the current state to determine a probable value of irregular oscillations, which should be considered when determining the reserves of a steady state stability in the EPS sections.

Results. For operative determination of a stability level of the current or expected states, and solution of other technological tasks, the information about the parameters of this mode, that can be received as a result of power system state estimation, is needed. There are different approaches to solve this task. In the program used by NEC "Ukrenergo", a model of the net state is formed as a result of the solution of the following tasks: synthesis of a calculation net; checking the observability of the state; deleting the errors in the net topology task; deleting anomalous measuring; calculation of the state in accordance with the accepted criterion of estimation. An algorithm is implemented using the method of weighted least squares. In a matrix form an objective function is as follows:

$$F(U) = [\bar{V} - V(U)]^T \cdot R \cdot [\bar{V} - V(U)], \quad (1)$$

where \bar{V} – n-measure vector of the measured parameters of the state; $V(U)$ – a vector-function of calculation parameters of the mode; R – an error covariance diagonal matrix $n \times n$.

To minimize function (1), the Newton's method is used. Linearization of nonlinear dependencies makes it necessary to find a minimum of quadratic function (2) at each iteration of a computational process.

$$F = [\Delta V^{(i)} - J^{(i)} \cdot \Delta U]^T \cdot R \cdot [\Delta V^{(i)} - J^{(i)} \cdot \Delta U]. \quad (2)$$

The point of function (2) minimum is determined from the solution of the system of equations (3):

$$J^T \cdot R \cdot J \cdot \Delta U = -J^T \cdot R. \quad (3)$$

As a result of $G = J^T \cdot R \cdot J$ and $g = -J^T \cdot R$ replacements, system (3) will be as follows:

$$G \cdot \Delta U = g. \quad (4)$$

As a rule, the matrices of coefficients G of the system of equations (4) are conditioned considerably worse, than the matrices of Jacobi when calculating a steady state in the traditional formulation of the problem. Therefore, a numerical instability of both processes – the process of solving the systems of linear equations, and iteration process of function (1) minimization, – is possible.

Conclusions. A method of the power system stability level supervision is proposed. It uses the results of a periodical state estimation of a power grid, provides a calculation of the predicting stationary state, using the forecast of nodal loads.

References.

V. Avramenko., V. Krylov, V. Prykhno, P. Chernenko, Mathematical models and software for solving tasks of automated dispatcher control of power systems. Lazurit-poligraf, Kyiv, 2012, p.303 (Rus).

8. Модель післяварійного режиму електроенергетичної системи

Валентин Рудь, Наталія Юнєєва, Ігор Ізволєнський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розрахунки усталених електричних режимів є необхідним елементом автоматизованих систем диспетчерського управління електроенергетичними системами (ЕЕС), тому актуальність їх моделювання завжди існує.

Матеріали та методи. Для розв'язання системи рівнянь, яка описує післяварійний режим, будується ітераційний процес, який передбачає лінеаризацію системи на кожній ітерації шляхом заміни навантаження провідністю, з використанням напруги і частоти попередньої ітерації і лінеаризації $P_{елі}$.

Результати. Для розрахунку усталених режимів електроенергетичної системи використовувались математичні моделі розрахунку режиму з балансуєчим вузлом (за класичним методом вузлових напруг) та модель післяварійного режиму. Післяварійний режим описується нелінійною системою алгебраїчних рівнянь:

$$P_{mi} - P_{елі} = 0, \quad i \in G, \quad (1)$$
$$\sum_{i \in G} P_{елі} = \sum_{i \in N} P_{нj} + \Delta P_{мережі}$$

де G - множина генераторних вузлів системи, N -множина вузлів системи, $P_{нj}$ - активна потужність навантаження в вузлах, $\Delta P_{мережі}$ - втрати активної потужності в мережі.

$$P_{mi} = P_{ном.і} \frac{\omega_c - \omega_0}{\omega_0 \sigma_I},$$
$$P_{min,і} \leq P_{mi} \leq P_{max,і}, \quad (2)$$

$P_{нj} = f_{нj}(U_j, \omega_c)$ – відповідно до статичною характеристики навантаження (СХН) в вузлі. Трактуючи післяварійний режим як режим ЕЕС, який встановлюється під дією автоматичних регуляторів без втручання персоналу, слід врахувати не тільки дію автоматичних регуляторів частоти обертання (АРЧО), що змінюють механічну потужність генераторів відповідно до (2), але і дію автоматичних регуляторів збудження (АРЗ) щодо регулювання напруги. Статизм АРЗ по напрузі можна відобразити, заміщаючи генератори ЕРС за реактивним опором

$$x_{ei} = \frac{x_{qi}}{(|b_i|+1)},$$

де x_{qi} - реактивний опір за поперечною вісю, b_i - коефіцієнт регулювання збудження за відхиленням напруги. При цьому через обмеження ЕРС E_{qi} , пропорційної струму ротора, $E_{qmin,і} \leq E_{qi} \leq E_{qmax,і}$, повинні враховуватися обмеження струму ротора і струму статора, які здійснює АРЗ. Кут ЕРС за опором x_{ei} позначимо δ_i . Вектори ЕРС генераторів $E_i^{(0)}, \delta_i^{(0)}$, необхідні для розрахунку післяварійного режиму, обчислюються для доаварійного усталеного режиму, який повинен бути отриманий за допомогою програм розрахунку нормального усталеного режиму (у звичайній постановці). При такій моделі генераторів шуканими змінними системи (1) є сукупність кутів δ_i , а також частота системи ω_c , оскільки електричний режим системи і його параметри - $U_i, U_j, P_{елі}, P_{нj}, \Delta P_{мережі}$ - повністю визначається цими змінними.

Висновки. Обґрунтовано модель самоусталеного за напругою післяварійного режиму ЕЕС, яка враховує дію автоматичних регуляторів напруги синхронних машин, що сприяє створенню адекватних моделей електроенергетичних систем.

9. Вантажний компенсатор стріли провисання ЛЕП

Олег Мащенко, Володимир Шестеренко,
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Компенсація температурних стріл провисання проводів повітряних ліній електропередачі (ЛЕП) дозволяє суттєво підвищити надійність роботи і оптимізувати будівельну частину ЛЕП.

Матеріали та методи. Використовувались фізичне та математичне моделювання процесів роботи проводу ЛЕП спільно з термокомпенсатором, алгоритми експертного оцінювання, метод аналізу ієрархій.

Результати обговорення. Вантажні пристрої компенсації були довгий час найбільш простими, зручними і очевидними пристроями компенсації. Дані пристрої роблять безпосередній силовий вплив на провід.

Найбільш простими і відомими є пристрої для натягування проводів, зокрема, повітряних ЛЕП, що включають компенсатор у вигляді вантажу, закріпленого на тязі, що утримує провід (Рис.1).

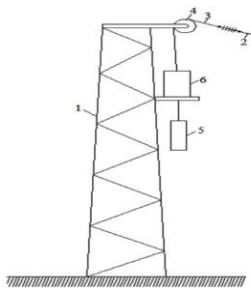


Рис. 1. Вантажний компенсатор

1 - опора; 2 - провід; 3 - гнучка тяга; 4 - нерухомий блок; 5 - основний вантаж;
6 - додатковий вантаж

Величини вантажів 5 і 6 можуть бути визначені, наприклад, за таких умов. Величина вантажу 5 може бути прийнята рівній допустимому середньому тяжінню по проводу 2, а загальна вага вантажів 5 і 6-величині тяжіння по проводу при наявності на ньому ожеледі з нормативною товщиною стінки, за відсутності вітру. Загальна вага вантажів 5 і 6 виявляється при цьому, як правило, менше найбільшого допустимого тяжіння по проводу, що дозволяє знизити навантаження на опорні (кінцеві) конструкції. У цьому випадку відстань між вантажем 5 і 6 має дорівнювати нулю при середньоексплуатаційних умовах.

Однак наявність допоміжного вантажу, що розміщується на опорі і має значну масу, ускладнює конструкцію опор. Зберігати розрахунковий габарит проводів за будь-яких ожеледних навантаженнях можливо за рахунок встановлення обмежувача переміщення вантажу вгору. Обмежувач переміщення вантажу може бути виконаний у вигляді гнучкої тяги, при кріпленні одного кінця до вантажу, а іншого до фундаменту опорної конструкції.

Висновки. Результати даних досліджень можуть бути застосовані для ЛЕП підприємств харчової промисловості.

10. Компенсація реактивної потужності в сучасних системах електропостачання

Олег Машенко, Андрій Шевченко, Володимир Шестеренко,
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблема керування реактивною потужністю має значний вплив на надійну та ефективну роботу електроенергетичних систем.

Матеріали і методи. Використовувались матрична алгебра, теорія графів, декомпозиція, положення теорії автоматичного керування, методи лінійного та нелінійного програмування.

Результати. Міжнародний комітет по поліпшенню коефіцієнта потужності назвав в 1929 році реактивною потужністю складову позірної потужності

$$Q = \sum_1^v U_v I_v \sin \varphi_v = \frac{1}{2\pi} \sum_1^v \frac{1}{V_0} \int U_v di_v$$

Фізичний зміст цього виразу не був узгоджений, але рішення було прийнято по двом причинам:

- 1) Вираз дійсний для синусоїдальних лінійних систем,
- 2) В несинусоїдальних системах вираз можна подати, як

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2},$$

де D - потужність спотворення .

3) Має відчутний вплив на вартість електроенергії шляхом зміни величини витрат на транспортування електроенергії.

Критерієм раціонального вирішення задачі компенсації реактивної потужності є мінімум приведених витрат. Вони складаються з витрат на компенсуючі, регулюючі та супутні пристрої, з витрат на регулювання реактивної потужності та передачу її по елементах мережі.

Оцінювання втрат реактивної електроенергії можливе лише за умов співпадіння напрямків транзитів активної та реактивної потужності. На даний час з розвитком розосередженого генерування ця умова не виконується навіть для розподільних мереж 10 кВ, а надто для ЛЕП вищих класів напруги, що полягає у зростанні плати за перетікання реактивної потужності для розосереджених джерел (РД), які, фактично, забезпечують групову компенсацію реактивного споживання електромереж. Останнє негативно впливає на рентабельність інвестицій у розбудову відновлюваної енергетики і є одною з причин економічної недоцільності розбудови РД малих встановлених потужностей, хоча позитивний вплив останніх на режими електромереж був багаторазово підтверджений. Втілення концепції розосередженої генерації необхідна методика вибору альтернатив генерації, за результатами якої визначається фінансова доцільність проектування мікроенергосистеми на базі джерел РД огляду на актуальність, переваги та потенціал відновлювальних ресурсів в Україні, на базі отриманих методів має бути сформований алгоритм альтернативного енергозабезпечення об'єкту з використанням розосереджених джерел енергії.

Висновки. Подані рекомендації для створення розосередженої енергетичної інфраструктури, що дозволяє будувати структуру генерації сумісну із навантаженням, а це дозволить локалізувати процеси генерування-споживання і тим самим мінімізувати втрати у мережах за рахунок зменшення відстані передачі та оптимальної компенсації реактивної потужності.

11. Порівняння деяких сплавів з ЕПФ для використання їх в електроенергетиці

Володимир Романюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сплави з ефектом “пам’яті форми” (ЕПФ) після деформації, повертаються до своєї оригінальної форми внаслідок нагрівання. Такі сплави можуть бути використаними в електроенергетиці для вирішення багатьох інженерних задач.

Матеріали і методи. Теоретичні методи наукового дослідження: аналізу, синтезу, порівняння та ін.

Результати. ЕПФ був відкритий в першій половині ХХ століття. Практичне значення цього ефекту стало зрозумілим в другій половині ХХ століття, коли спеціалісти з військово-морської лабораторії США (Naval Ordnance Laboratory (NOL)) відкрили новий сплав нікелю та титану – нітинол (Nitinol) [2, с. 10]. Після відкриття цей сплав почали активно вивчати та в наш час нітинол залишається найбільш популярним сплавом з ЕПФ через відмінні електричні та механічні характеристики, міцність, стійкість до втоми, стійкість до корозії та біосумісність [2, с. 15; 3].

На сьогоднішній день є альтернативні сплави, які мають потенціал замінити собою сплав нітинол. Наприклад: сплави на основі міді та сплави на основі заліза. Ці сплави є дешевшими за нітинол та мають кращу здатність до обробки. Нітинол в свою чергу має більше виражений ЕПФ ніж сплави на основі міді і ще більш ніж сплави на основі заліза. Сплави з ЕПФ на основі міді мають низку проблем, які поки що повністю не вирішені – підвищену крихкість, схильність до старіння та втоми матеріалу. Сплав нітинол (як і сплави на основі міді) володіє наделастичністю, на відміну наприклад від такого сплаву з ЕПФ на основі заліза як Fe-Mn-Si [1].

Деякі застосування сплавів з ЕПФ в електроенергетиці передбачають роботу їх при високих температурах (сотні °С). Тернарні сплави на основі міді (Cu-Al-...) можуть бути використані навіть в ширших термічних рамках ніж нітинол, однак їх механічні характеристики є помітно гіршими [1].

Сплави на основі заліза мають суттєвий гістерезис, що сильно обмежує їх використання [1].

Висновки. Сплав нітинол є найбільш досконалим сплавом з ЕПФ. Основними недоліками його є висока вартість, складність виготовлення та обробки. Сплави на основі міді та заліза можуть виступати дешевшою та більш легкооброблюваною альтернативою сплаву нітинол, однак вони мають дещо гірші характеристики, що потрібно враховувати при їх застосуванні.

Література.

1. Alaneme K. K., Okotete E. A. (2016), Reconciling viability and cost-effective shape memory alloy options – A review of copper and iron based shape memory metallic systems. *E n i*
2. Arun D.I., Chakravarthy P., Arockia Kumar R., Santhosh B. (2018), Shape Memory Materials. CRC Press.
3. Datta, S., Raza, M. S., Saha, P., & Pratihari, D. K. (2019). Effects of process parameters on the quality aspects of weld-bead in laser welding of NiTiInol sheets.

M

a

t

è

n

g

a

B

s

i

**Оцінка балансуєного потенціалу електромобілів,
підключених до електромережі України**

Володимир Романюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Якщо використати певну частину ємності акумуляторів, підключених до мережі електромобілів (скажімо 5 %), можна отримати значні додаткові балансуєчі потужності.

Матеріали і методи. Теоретичні методи наукового дослідження: аналізу, синтезу, дедукції, формалізації та ін.

Результати. На листопад 2019 року в Україні було зареєстровано 17710 електромобілів [1]. Середня ємність їх акумуляторів становить 56,1 кВт·год (якщо брати до уваги найпопулярніші електромобілі та розрахунок проводити для сучасних моделей за даними ресурсу [2]), 5 % від цієї ємності становить: 2,8 кВт·год. Для всіх автомобілів: $2,8 \cdot 17710 = 49588$ кВт·год $\approx 49,6$ МВт·год.

Припустимо, що автомобілі будуть підключені через мережу 220 В. Розглядаємо найменш оптимістичний варіант, тому максимальна потужність, що може передаватись через зарядний пристрій, підключений до мережі 220 В становить 3,6 кВт (еквівалентно звичайній домашній розетці). Для всіх автомобілів: $3,6 \cdot 17710 = 63756$ кВт $\approx 63,8$ МВт.

Отже, за попередніми розрахунками маємо еквівалент електричній мережевій акумуляторній станції ємністю 49,6 МВт·год та максимальною потужністю 63,8 МВт. Це порівняно, наприклад з станцією Gannawarra Storage System, спорудженою в Австралії (25 МВт та 50 МВт·год) [3].

Для реалізації такого проекту потрібні зарядні станції з можливістю віддачі електроенергії в мережу (з системою централізованого управління), також енергетичні компанії повинні укласти договори на використання частини ємності акумуляторів електромобілів з їх власниками (за певну фінансову компенсацію або за іншим принципом).

Висновки. Електричні автомобілі в Україні можуть бути використаними як балансуєчі потужності, які складають десятки МВт та мають ємність, яка складає десятки МВт·год (на кінець 2019 року – 49,6 МВт·год та 63,8 МВт відповідно).

Література.

4. Ivan Lubarsky (2019), *Реєстрації легкових та легких комерційних електромобілів і гібридів в Україні у листопаді 2019 р.* URL:

5. E

1 6. WIRSOL Energy (2020), *Projects*. URL: <https://www.wirsol.com.au/projects/>

e
c
t
r
i
c

V
e
h
i
c
l
e

D
a

Зарядні станції для електромобілів як електричні навантаження

Володимир Романюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поширення електромобілів вимагає можливостей для їх заряджання. Розглянемо деякі зарядні станції для них з точки зору електричних навантажень.

Матеріали і методи. Теоретичні методи наукового дослідження: аналіз, порівняння та ін.

Результати. Характеристики різних зарядних станцій наведено в табл. 1. Представлені станції різних класів потужностей. Дані для таблиці взяті з офіційних сайтів виробників відповідних зарядних станцій.

Таблиця 1. Електричні характеристики зарядних станцій різної потужності

Зарядна станція	Потужність заряджання	Повна потужність
Schneider Electric EVH3S11P04K	11 кВт.	12,1 кВА.*
ТОКА SF336-CSC	По 7 кВт. на кожен порт або 22 кВт. на один	39,6 кВА.*
ABB Terra 54 CJ	50 кВт.	55 кВА.
ABB Terra CE 184 CJ 0-7M-0-0	По 90 кВт. на кожен порт або 180 кВт. на один.	192 кВА.

*Для деяких зарядних станцій повна потужність не вказується (для невеликих потужностей використовується зарядний пристрій, вбудований в авто). В таких випадках розраховую повну потужність як потужність заряджання +10%.

Потужність зарядних станцій може досягати досить великих значень. Варто звернути увагу також на те, що часто встановлюють принаймні декілька станцій в одному місці (рис. 1). Наприклад, в Німеччині є зарядний парк на перехресті Kreuz Hilden, де планується розмістити навіть більше 100 зарядних станцій.

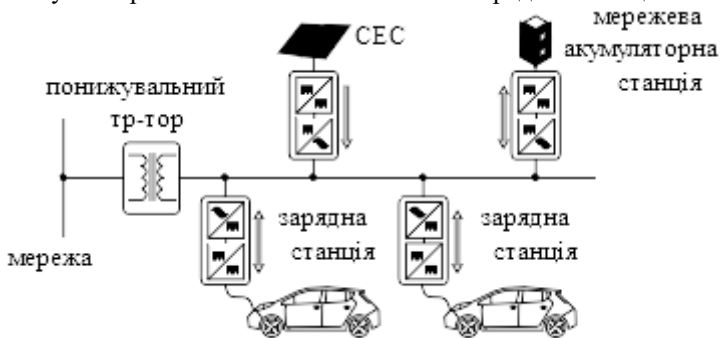


Рис. 1. Можлива схема підключення "швидких" зарядних станцій до мережі [1]

Висновки. "Швидкі" зарядні станції можуть споживати потужності в межах сотень кВт. Це створює суттєве навантаження на електричні мережі, що потрібно враховувати при оцінці майбутнього розвитку електромобільної інфраструктури.

Література.

S. (2019), Extreme Fast Charging Technology—Prospects to Enhance Sustainable

14. Врахування динамічних характеристик навантаження в розрахунках стійкості енергосистем

Дмитро Ільїн, Наталія Юнеєва, Ігор Изволенський
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Можливість передбачати у схемі реальні асинхронні двигуни (АД) і враховувати для них режими з порушенням стійкості є важливим елементом динамічної моделі енергосистеми для розрахунку її динамічної стійкості.

Матеріали та методи. В розрахунках динамічної стійкості енергосистем нехтують електромагнітними процесами в елементах електричної мережі. Заступна схема АД набуває вигляд Г-подібної схеми, з реактивними опорами намагнічування

X_{μ} і розсіювання ротора X_k та активним опором r_2/s , де s – ковзання АД.

Результати. Режими АД у широкому діапазоні зміни швидкості обертання призводять до витіснення струмів у роторі двигуна і відповідно до змінення параметрів заступної схеми АД (рис 1.). Із збільшенням ковзання (частоти струмів у роторі) зростає активний опір r_2 і зменшується індуктивний опір X_k . Аналіз цих залежностей показує, що прийнятну для даної задачі точність може дати кусочно-лінійна апроксимація (рис.2). Можна прийняти $S_1=S_{кр}, S_2=0.5\dots 0.9$ (в залежності від типу АД).

Використовуючи каталожні дані, можна обчислити (у відносних одиницях):

$$X_{k0} = \frac{1}{2m_{\max} \cos \varphi_{\text{ном}}}, \quad X_{k1} = \frac{X_{\mu}}{I_n X_{\mu} - 1}, \quad r_{21} = \frac{1 - \sqrt{1 - 4X_{k1}^2 m_n^2 \cos^2 \varphi_{\text{ном}}}}{2m_n \cos \varphi_{\text{ном}}},$$

З використанням такої апроксимації у чисельному розрахунку електромеханічного перехідного процесу енергосистеми з урахуванням ДХН на кожному інтервалі часу визначаються параметри заступної схеми, які використовуються в рівняннях динаміки двигуна.

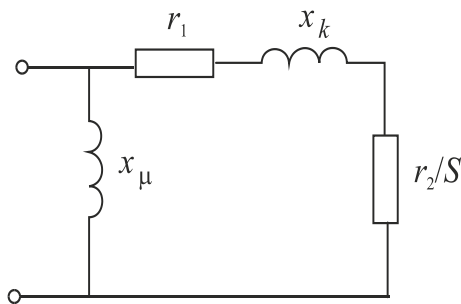


Рис. 1. Заступна схема АД

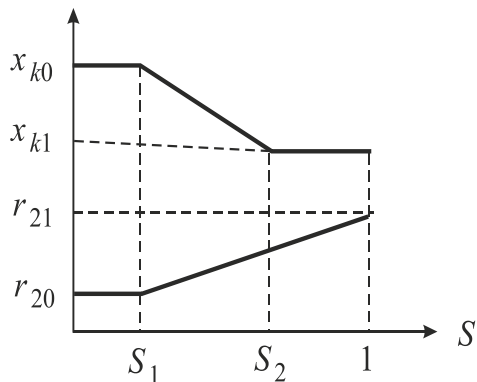


Рис.2. Залежність опорів від ковзання

Висновки. Виконана модифікація моделі ДХН дозволяє виконувати розрахунки перехідних режимів з порушеннями стійкості АД і повертанням їх до нормального режиму (самозапуском) після тривалого КЗ і певних дій протиаварійної автоматики.

15. Вплив несинусоїдальності напруги на роботу компенсуючих пристроїв

Антон Марек, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблема роботи конденсаторів при наявності вищих гармонік має значний вплив на надійну та ефективну роботу електроенергетичних систем.

Матеріали і методи. Використовувались матрична алгебра, положення теорії автоматичного керування, методи лінійного та нелінійного програмування.

Результати. Вищі гармоніки викликають додаткові втрати в конденсаторах. Втрати в діелектриці конденсатора

$$\Delta P' = U_{ном}^2 \omega C_{ном} tg \delta_{ном} \sum_{v=2}^N \left(\frac{U_v}{U_{ном}} \right)^2 v \frac{tg \delta_v}{tg \delta_{ном}},$$

де: $U_{*v} = \frac{U_v}{U_{ном}}$ - відносне значення гармонічної складової напруги,

$\Delta P_{ном} = U_{ном}^2 \omega C_{ном} tg \delta_{ном}$ - номінальні втрати в конденсаторі від основної гармоніки.

В діапазоні частот 50 ... 1000 Гц можна прийняти $tg \delta$ незмінним, в діапазоні 1000 ... 3000 Гц значення його збільшується в 1,5 рази

$$\Delta P' = \Delta P_{ном} \left(\sum_{v=2}^{20} U_{*v}^2 v + 1,5 \sum_{v=21}^{60} U_{*v}^2 v \right).$$

При коефіцієнті несинусоїдності меншому від 5% рекомендується застосовувати для компенсації батареї конденсаторів у комплекті із захисним реактором або фільтром. При цьому напруга БК буде

$$U_{БК} = \frac{v_{мін}^2 U_{ном}}{(v_{мін}^2 - 1)}$$

де $U_{ном}$ - номінальна напруга мережі, в якій установлюється конденсатор, що захищається реактором; $v_{мін}$ - мінімальний порядковий номер гармоніки.

У разі застосування БК з послідовно ввімкненим захисним реактором необхідно забезпечити індуктивний характер кола для гармоніки з найменшою частотою з гармонік, що генеруються сумарним нелінійним навантаженням. Індуктивний опір захисного реактора на частоті 50 Гц

$$x_p \geq \frac{1,1 \cdot U_{БК.ном}}{(v^2 Q_{БК.ном})}$$

де $Q_{БК.ном}$ - реактивна сумарна потужність БК за даними заводу-виготовлювача.

При коефіцієнті несинусоїдності 5% і більше рекомендується застосовувати силові фільтри вищих гармонік. Розрахунок фільтрів треба розпочинати з фільтра найменшої гармоніки. Необхідно перевірити допустимість завантаження фільтрів струмом відповідних гармонік. Фільтри створюють короткозамкнений шлях з малим опором для окремих вищих гармонік. Потужність фільтра визначається його реактивною потужністю на основній частоті і дорівнює неактивній потужності конденсаторів.

Висновки. Втрати призводять до перегрівання конденсаторів та виходу їх з ладу. Крім того, на одній з вищих гармонік можливий резонанс, що інколи призводить до збільшення напруги вище номінальної та пробую ізоляції.

16. Особливості проектування системи електропостачання котеджного містечка при застосуванні технологій Microgrid

Олександр Соловйов, Юлія Куєвда

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технології Microgrid дозволяють встановити оптимальне співвідношення між генерацією та споживанням електроенергії невеликою локальною групою споживачів, таких як котеджні містечка.

Методи досліджень. В дослідженні використані методи системного аналізу, інтелектуального керування електропостачанням та електроспоживанням, технології Microgrid.

Результати і обговорення. Мета дослідження полягає в аналізі підходів до проектування системи електропостачання котеджного містечка із застосуванням технологій Microgrid.

Під Microgrid розуміють локальну енергетичну мережу з можливістю внутрішнього управління, що означає, що вона може відключатися від традиційної мережі та працювати автономно.

Під час проектування Microgrid-систем постають задачі, що дещо відрізняються від тих, які виникають під час класичного проектування електропостачання групи об'єктів. Серед таких задач можна вказати на такі першочергові, як контроль над перехідними процесами, які виникають при плановому або аварійному від'єднанні мікромережі від зовнішньої системи, внутрішнє керування системою в режимі ізоляції, стійкість системи та надійність електропостачання, а також утримання показників якості електроенергії [1].

При створенні системи управління Microgrid необхідно керуватись принципами енергетичного менеджменту, що дозволяє координувати відновлювальні джерела енергії та керовані навантаження. В проєктах Microgrid можна найбільш повно реалізувати концепцію керування попиту на електроенергію (Demand Side Management, DMS), яка є однією з технологій більш загального підходу – мереж Smart Grid [2].

Проектування Microgrid також потребує оптимізації витрат на придбання та технічного обслуговування необхідного обладнання, що впливає на визначення економічної доцільності впровадження подібного проєкту в котеджному містечку. Ще одним важливим фактором при проектуванні є оцінка впливу Microgrid на оточуюче середовище.

Висновок. З аналізу застосування технологій Microgrid при проектуванні системи електропостачання котеджного містечка можна зробити висновок, що в рамках саме такого об'єкту можливо та доцільно реалізувати необхідний для цих технологій інтегральний підхід до реалізації, який охоплює організаційні та технічні заходи.

Література

1. Venkatraman R., Khaitan S. K. (2015), A survey of techniques for designing and managing microgrids, *IEEE Power & Energy Society General Meeting, Denver, CO, USA, 2015*, pp. 1-2.
2. Опришко В.П. (2016), Регулювання режимів електропостачання в локальних системах microgrid, *Технічна електродинаміка*, № 4, с. 77-79.

17. Компенсація реактивної потужності – радикальний засіб підвищення ефективності систем електропостачання

Богдан Кізко, Владислав Корнієнко, Володимир Шестеренко, Ігор Изволенький
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Показаний вплив потоків реактивної потужності на електромагнітні та технологічні втрати, що проявляється у зростанні втрат потужності та енергії, зменшенні терміну служби обладнання.

Матеріали та методи. Використовувались положення теорії автоматичного регулювання, фізичне та математичне моделювання процесів, методи багатокритеріального прийняття рішень.

Результати. Під час передачі реактивної потужності спостерігаються значні втрати активної потужності:

$$\Delta P = P^2 \cdot (1 + tg^2 \varphi)$$

Збільшується переріз провідників, тому що переріз вибирають за струмом навантаження, а струм залежить від реактивної потужності:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

При цьому спостерігається перевитрата провідникового матеріалу. Нераціонально використовується потужність трансформаторів

$$S_r = P \cdot \sqrt{(1 + tg^2 \varphi)}$$

Виникають додаткові втрати напруги

$$\Delta U = \frac{Q_x}{10 \cdot U_{ном}^2}$$

де x - реактивний опір елементів системи електропостачання.

Якщо двигун працює з повним навантаженням,

$$\beta = 1, \quad \cos \varphi = \cos \varphi_{НОМ} \approx 0.8$$

У разі зниження завантаження коефіцієнт потужності знижується:

$$\beta = 0.5, \quad \cos \varphi \approx 0.6$$

$$\beta = 0.25, \quad \cos \varphi \approx 0.4$$

На холостому ході $\cos \varphi \approx 0,1 \dots 0,3$

Якщо середній коефіцієнт завантаження менший від 45%, заміна завжди доцільна. При завантаженні 70% і вище заміну провадити не слід, бо зниження втрат можна не одержати. У разі завантаження двигунів на 45-70% питання заміни можна розв'язати тільки на основі техніко-економічного розрахунку.

Заміна неможлива, якщо двигун вмонтований в технологічний механізм або вибраний за вимогами електропривода.

Зниження напруги для зменшення споживання реактивної потужності у малозавантажених двигунів здійснюється з допомогою регуляторів напруги. За рубежом для цього використовуються тиристорні регулятори

Сучасні електронні, інформаційні, телекомунікаційні, обчислювальні технології вдосконалюють процеси керування енергетичними потоками на підприємствах, роблять їх надійними, безпечними і ефективними, наділяють споживача новими можливостями.

Висновки: Компенсація реактивної потужності призведе до оптимізації вартості електроенергії для споживача, зниження витрат на централізовану передачу та розподіл електричної енергії.

18. Іноваційні засоби підвищення надійності електропостачання

Едуард Салахов, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто шляхи підвищення надійності систем електропостачання з використанням новітніх матеріалів – сплавів з ефектом пам'яті форми. Приведена коротка характеристика унікальних властивостей матеріалів з ефектом пам'яті форми.

Матеріали та методи. Використовувались положення теорії автоматичного регулювання, фізичне та математичне моделювання процесів, методи багатокритеріального прийняття рішень.

Результати. Невикористаний резерв підвищення надійності електропостачання - запобігання аварійних відключень шляхом використання діагностичних пристосувань.

Сигналізатор перегрівання контактних з'єднань, що спрацьовує з високим ступенем надійності, може бути створений при використанні матеріалу з ефектом пам'яті форми (ЕПФ).

Технічна суть запропонованого затискача пояснюється кресленнями, на яких зображено:

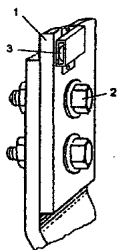


Рис.1

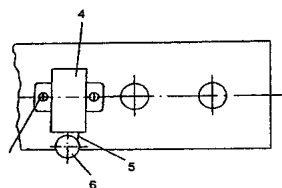


Рис.2

Рис. 1 – апаратний затискач у зібраному стані;

Рис. 2 – корпус затискача з індикатором критичного нагрівання.

Затискач апаратний складається з корпусу 1 та контактної пластини, з'єднаних болтами 2. До контактної пластини 1, кріпиться індикатор критичного нагрівання 3, що складається з касети 4, фігурного термочутливого елемента із матеріалу з ЕПФ 5, флажка 6 та гвинтів 7 кріплення індикатора до контактної пластини. Температура зворотного мартенситного перетворення матеріалу з ефектом пам'яті форми дорівнює максимальній допустимій температурі апаратного затискача.

При пошкодженні затискача температура його починає підвищуватися. Корпус касети 4 є теплопроводом і нагріває елемент 5 із матеріалу з ЕПФ. При досягненні температури зворотного мартенситного перетворення матеріал елемента 5 різко змінює свої характеристики і намагається набути форму, яку він мав при виготовленні, випрямляється із значним зусиллям, виводячи флажок 6 із паза касети 4. Індикатор критичного нагрівання спрацьовує, відкриваючи яскраву поверхню флажка 6, сигналізуючи про приховану несправність затискача. Після відключення електрообладнання, температура затискача знижується, матеріал з ЕПФ втрачає свої пружні властивості, але у вихідне становище самостійно не повертається. Це суттєва перевага пристрою, оскільки несправність обладнання виявляється експлуатаційним персоналом в зручний час.

Конструкція індикатора критичного нагрівання відзначається високою технологічністю.

Висновки. Постійну діагностику контактів можна забезпечити за допомогою новітніх матеріалів – сплавів з ЕПФ.

19. Застосування технології Predictive maintenance в технічному обслуговуванні та ремонті системи кабельних електромереж міста

Федір Абрамов, Юлія Куєвда

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальність теми визначається тим, що в перспективних планах енергопостачальних компаній, зокрема в Плані розвитку системи розподілу ПРАТ «ДТЕК Київські електромережі» на 2021-2025 роки, одним з найважливіших напрямків розвитку виступає реалізація предикативної аналітики ремонтів і реконструкцій [1].

Методи досліджень. Методи системного аналізу, в тому числі аналізу складних систем, методи теорії надійності, прогнозного обслуговування, аналізу даних.

Результати і обговорення. Мета дослідження полягає в аналізі перспектив використання технології прогнозного обслуговування (Predictive maintenance) в області технічного обслуговування та ремонту системи кабельних електромереж міста як складової частини комплексної системи предикативної аналітики ремонтів і реконструкцій.

Прогнозні технології технічного обслуговування дозволяють виконувати ефективний обсяг обслуговування у практично доцільний час. Часто цей підхід називають технічним обслуговуванням на основі стану, тож засоби прогнозного обслуговування повинні відстежувати стан обладнання, що експлуатується, постійно в онлайн режимі або періодично. При такому підході кількість аварійних відмов на об'єкті може бути зменшена, оскільки багато технологій інтелектуального обслуговування виконуються на вбудованому обладнанні. Регулярний доступ до поточного стану обладнання забезпечує цінну інформацію для визначення моменту, коли слід проводити технічне обслуговування обладнання. З економічної точки зору це повинно відбуватись ще до того, як обладнання втратить оптимальну продуктивність [2].

Для оперативної оцінки стану кабельних ліній необхідна наявність систем розподіленого температурного моніторингу, контролю наявності дефектів в ізоляції кінцевих і з'єднувальних муфт за наявністю часткових розрядів, діагностики наявності дефектів в ізоляції високовольтного кабелю [3].

Висновок. Використання технології прогнозного обслуговування є доцільним в сфері технічного обслуговування та ремонту системи кабельних електромереж міста при умові економічного обґрунтування встановлення додаткового вбудованого обладнання для збору даних про стан електричних кабельних ліній.

Література

1. *План розвитку системи розподілу ПРАТ «ДТЕК Київські електромережі» на 2021-2025 роки*, ПРАТ «ДТЕК Київські електромережі», режим доступу: <https://www.dtek-kem.com.ua>.
2. Waterer S.F. (2012), *7 Predictive Maintenance Technologies That Enhance Power Equipment Reliability (White paper on Predictive Maintenance Technologies)*, Schneider Electric USA, Document Number 1910DB1208, режим доступу: schneider-electric.com.
3. Белковский С.В., Ботов С.В., Германенко Д.В., Русов В.А., Школьник А.Б. (2015), *Оперативный контроль технического состояния высоковольтных кабельных линий, Энергоэксперт*, № 3, с. 64-68.

20. Обґрунтування засобів компенсації реактивної потужності в електричних мережах споживачів

Анатолій Омельчук, Дмитро Канюка
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Зазвичай в технологічних процесах навантаження синхронного двигуна (СД) на валу становить 50...100% від номінального, тому можна використовувати приводи із СД в якості конденсаторів реактивної потужності.

Матеріали і методи. Визначається пріоритетність розміщення джерел реактивної енергії, обґрунтовуються їх параметри із забезпеченням максимального економічного ефекту в електричній мережі підприємствах. Приводиться порівняльна характеристика джерел реактивної енергії, аналізується чинна нормативна база, котра регулює питання балансу реактивної енергії в електричній системі, перетоки реактивної енергії на межі балансової приналежності електричної мережі.

Результати. При такому навантаженні, а також при регулюванні напруги, підведеної до двигуна, останній повинен працювати з випереджаючим коефіцієнтом потужності.

Оптимальна величина генерованої реактивної потужності СД визначається техніко-економічними розрахунками, з урахуванням активного навантаження СД та реактивного навантаження мережі споживача, теплового режиму СД та питомих втрат активної потужності в СД. Із зменшенням номінальної потужності і частоти обертання СД величини питомих втрат значно зростають.

При вирішенні задачі компенсації реактивної потужності на підприємствах з високовольтними СД, для обґрунтування параметрів низьковольтних конденсаторних установок (НКУ), необхідно знати величину економічного реактивного завантаження СД. При цьому необхідно враховувати і допустиме реактивне завантаження СД, обумовлене нагріванням обмоток ротора і статора.

Для СД однозмінних підприємств межі економічного реактивного завантаження мають більші величини і більшу залежність від активного завантаження та швидкості СД, ніж двох- і трьохзмінних підприємств.

Для СД багатозмінних підприємств економічні завантаження мають порівняно малі значення і практично не залежать від частоти обертання і активного завантаження СД, що вказує на низьку економічну ефективність використання цих СД для КРП споживачів. Із зменшенням номінальної потужності і номінальної швидкості СД величини питомих втрат значно зростають, що пояснює зменшення економічного реактивного завантаження СД, а, отже, і меншу ефективність використання малопотужних і тихохідних СД для КРП.

Наявність трансформатора та інших суміжних елементів між СД і місцем встановлення НКУ робить малоефективним використання СД для КРП споживачів внаслідок втрат активної потужності (3) в цих елементах.

Висновки і перспективи. Знаючи економічно доцільну потужність, котру може генерувати СД в мережу, можна визначити необхідну потужність низьковольтної конденсаторної установки для компенсації реактивної потужності споживачів.

Література. Енергозберігаючі режими в системах електропостачання: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. - 257 с.

21. Дослідження способів виконання захистів ліній електропередачі з розосередженими джерелами генерації (РДГ)

Анатолій Омельчук

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Вступ. З розвитком розподілених джерел генерації розподільчі мережі з розосередженим електричним навантаженням отримують секціонування та резервування шляхом спорудження перемичок, обладнаних пунктами автоматичного вмикання резерву (АВР) між лініями, котрі живляться від різних джерел.

Матеріали і методи. Лінії з РДГ та резервуванням можуть працювати в нормальному і післяаварійному або планово-ремонтному режимах, коли обидві лінії, зв'язані пунктом АВР, отримують живлення від одного або другого джерела. Максимальний робочий струм $I_{р.макс}$ по лінії зв'язку від потужних електросистем до шин РДГ, значно перевищує номінальний струм, котрий визначається потужністю РДГ. В той же час струми короткого замикання від РДГ обмежені значним реактивним опором генераторів РДГ і часто співмірні з максимальним робочим струмом ліній. Це ускладнює забезпечення необхідної чутливості захисту на таких лініях

Результати. Захист ліній з двостороннім живленням, котрі зв'язують з потужними електричними системами окремі місцеві електростанції, в тому числі РДГ, місцеві системи і РДГ між собою, повинні задовольняти загальні вимоги забезпечення необхідної чутливості, селективності дії при різних видах пошкоджень. Труднощі в забезпеченні необхідної чутливості при використанні максимальних струмових захистів на таких лініях пов'язані з малим рівнем струмів короткого замикання від РДГ і місцевих електричних систем.

При середніх параметрах РДГ і ліній зв'язку відносна величина сталого значення струму трифазного короткого замикання при пошкодженні в кінці лінії складає $2,3 \cdot I_n$ (де I_n – номінальне значення струму в лінії, котре визначається потужністю генератора).

Для забезпечення коефіцієнта чутливості $K_c=1,5$ необхідно, щоб величина струму трифазного короткого замикання в кінці ділянки лінії, котра захищається, складала:

$$I_{к.з.}^{(3)} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot K_c \cdot I_{с.з.} = \frac{2 \cdot K_n}{\sqrt{3} \cdot K_{пов}} \cdot K_c \cdot I_{р.макс.}, \quad (1)$$

де $K_n, K_{пов}$ – коефіцієнти надійності та повернення реле захисту; $I_{с.з.}$ – струм спрацювання релейного захисту лінії, А.

Максимальний робочий струм лінії, котрий споживається з електричної системи, в 2...3 рази перевищує номінальний струм, котрий визначається потужністю генераторів РДГ. При цьому струми короткого замикання від генераторів малопотужних РДГ виявляються співрозмірними з максимальними робочими струмами лінії.

На лініях з двостороннім живленням, котрі зв'язують з потужною електричною системою місцеві системи і РДГ між собою, максимальні струмові направлені захисти забезпечують селективність і є основними видами захистів таких ліній.

До недоліків цих захистів відноситься наявність «зони нечутливості» при близьких к.з., величина незахищеної ділянки лінії визначається згідно виразу:

$$l_x = \frac{n_n \cdot n_T}{\sqrt{3} \cdot Z_{л}} \cdot \frac{S_{ср.мін}}{(I_{к.з.}^{(3)})^2 \cdot \cos(\varphi_p + \alpha)} = \frac{n_n}{\sqrt{3} \cdot I_n^2 \cdot Z_1 \cdot \cos(\varphi_p + \alpha)} \cdot \frac{S_{ср.мін}}{n_T \cdot k^2}, \quad (2)$$

де Z_1 – питомий опір прямої послідовності лінії, Ом/км; φ_p – кут між векторами струму і напруги, котра підводиться; α - додатковий кут, що визначається типом реле; n_n, n_T – коефіцієнти трансформації трансформаторів напруги і струму; $S_{ср.}$ – потужність спрацювання реле, ВА.

Висновки і перспективи. Величина «зони нечутливості» в середньому складає 3...4 км, тобто до 15% довжини лінії. Імовірність трифазного короткого замикання, при котрих може виникнути пошкодження в «зоні нечутливості», не перевищує 5% загального числа пошкоджень.

При застосуванні струмових відсічок на лініях з двохстороннім живленням більше 50% довжини лінії залишається незахищеною. Це пов'язано з відносно малою зміною струму короткого замикання вздовж лінії, оскільки відносна величина повного опору лінії в загальному опорі схеми заміщення складає 12...25%.

В поєднанні з максимальними струмовими направлененими захистами струмові відсічки доцільно використовувати для надійного відключення близьких коротких замикань.

В тих випадках, коли максимальні струмові направлені захисти не забезпечують необхідної чутливості, на розглядуваних лініях також як і на лініях з мережевим резервуванням, доцільно використовувати дистанційні захисти з залежною витримкою часу. Підвищення чутливості захисту при цьому обумовлено значним зниженням напруги на шинах РДГ при зовнішніх коротких замиканнях через відносно великий реактивний опір генераторів малої і середньої потужності.

Список літератури

1. Омельчук А.О. Вдосконалення способів виконання захистів ліній зв'язку з підставними розосередженими джерелами генерації / А. О. Омельчук, С. М. Волошин, О. І. Тарасюк // Енергетика і автоматика.-2019, №5. - с.107-115.

22. Development of technologies of "intelligent" power grids in the conditions of development of renewable energy sources.

Oleksander Stolyarov

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The development of "smart" power grids (Smart Grid) will determine the key role in the successful solution of urgent energy problems, including increasing the reliability of energy supply with improving the environmental condition.

Materials and methods. The European Commission interprets Smart Grid as electrical networks that can cost-effectively integrate electricity generation and consumption processes, ensuring minimization of losses during the transmission and distribution of electricity, a high level of quality, reliability and safety. The rules for the development and development of "Smart Grids" are defined in the EU through the "European Smart Power Grid Platform" (Smart Grid, European Technology Platform) [1].

Results. NEC "Ukrenergo" identifies problems of electricity generation by alternative energy, in particular solar power plants, which is stochastic in nature and requires appropriate forecasting and balancing in the power system. Based on these goals, the Ukrenergo Power Transmission System Development Plan for 2020-2029 identifies the following key segments, which will be significantly affected by the development of Smart Grid technologies: energy accounting; automation of distribution networks; management and monitoring of electrical equipment; automation of transmission system and nodal substations and flow regulation; electrical networks and consumer installations; unconventional and renewable energy sources [2].

The Smart Grid Project is being implemented under the IBRD-funded Electricity Transmission Project-2 with the assistance of the Clean Technology Fund (loan amount - \$ 48.5 million). Currently, the Ministry of Energy of Ukraine, with the support of the World Bank, is finalizing the draft Concept for the implementation of "smart" networks in Ukraine until 2035. Demand Response technology can be singled out, i.e. the ability to involve end users in the regulation of the power system [3].

Conclusions. The introduction of smart technologies in the electricity industry of Ukraine, firstly, will provide better and variable accounting of electricity consumption, and secondly, network operators will be able to more effectively manage the processes of production, transportation and consumption of electricity. This will help increase the reliability of its supply and quality, make possible the process of Ukrenergo's accession to ENTSO-E and further synchronous integration of Ukraine's UES with the grid of the European Community.

References

1. Status and prospects of development of technologies of "intelligent" power grids, demand management and regime management systems in the conditions of development of renewable energy sources in the foreign energy sphere, NEC UKRENERGO Kyiv, 2018;
2. <https://ua.energy/majbutnye-ukrenergo/smart-grid>;
3. <https://ua-energy.org/uk/posts/elektrychni-merezhi-stanut-rozumnymy>.

19.3.

Electrical engineering

Chairperson – professor Oleksandr Mazurenko
Secretary – Dmytro Kolomiets

19.3.

Електротехніка

Голова – професор Олександр Мазуренко
Секретар – ст. викл. Дмитро Коломієць

1. Порівняння характеристик електроактиваторів періодичної дії

Ольга Пронських, Анастасія Клімова, Олександр Мазуренко
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Низькотемпературний електроліз води викликає особливу зацікавленість працівників різних сфер діяльності: від медичної галузі до відновлюваної енергетики. Іони в електролітах рухаються хаотично, поки на них не почне впливати зовнішнє електричне поле, під дією якого розпочинається їхній упорядкований рух до відповідних електродів і в рідині виникає електричний струм.

Матеріали та методи. Аналізували технічні характеристики електроактиваторів типу «ЕкоВод», надані в доступних джерелах інформації.

Результати. Розповсюдження мають апарати, технічна характеристика яких наступна:

Параметр	Од. вим.	Тип, марка		
		ЭАВ-3 двокамерний	ЭАВ-6 трикамерний	ЭАВ-9 трикамерний
Ємність робоча номінальна	л	3	6	9
Ресурс	л	7000	10000	15000
Тривалість процесу	хв	20-60	20-60	20-60
Умовна продуктивність	10 ³ кг/с	2,5÷0,8	5÷1,6	7,5÷2,5
Ступінь очистки від солей жорсткості, не менше	%	70	70	70
Ступінь очистки, не менше: - від заліза, цинку, свинцю, нітратів;	%	до 97	до 97	до 97
- від нітритів;	%	98,5	98,5	98,5
- від мікроорганізмів	%	100	100	100
Значення рН: анодит/катодит	рН	3/11	3/11	3/11
Redox-потенціал: анодит/катодит	mV	+1000/ -800	+1000/ -800	+1000/ -800
Напруга живлення	V	220 ±33	220 ±33	220 ±33
Середня спожита потужність	кВт	0,4	0,9	1,1
Розташування електродів	-	паралельне	компланарне	компланарне
Габаритні розміри, не більше	см	24x16x20	30x25x22	30x25x28
Маса (нетто), не більше	кг	2	4	4

Для приготування активованої води в камери апарату заливається водопровідна вода або з будь-якого іншого джерела.

Висновок. В результаті електроактивації води є можливість отримати воду з корисним для людини Redox-потенціалом до -100 мВ.

2. Експериментальна установка для дослідження роботи електроактиваторів періодичної дії

Тетяна Мучич, Ольга Розмерія, Дмитро Коломієць, Олександр Мазуренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При виникненні електричного поля між електродами іони разом з хаотичним тепловим рухом будуть здійснювати впорядковане переміщення - позитивно заряджені іони будуть рухатись до негативного електроду, негативно заряджені іони будуть рухатись до позитивного електроду. На електродах іони нейтралізують свої заряди і перетворюються в нейтральні частинки.

Матеріали та методи. Досліджували роботу електроактиватора періодичної дії типу «ЕкоВод-6 Жемчуг» в процесі електроактивації води із водопровідної мережі за Проби води відбирали згідно ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT) та діючої Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу

Результати. Дослідна установка складалася з промислового трикамерного апарата «ЕкоВод-6 Жемчуг» з рознесеним розташуванням електродів, електрична схема якого була доповнена вимірювальними приладами струму та напруги (рис.1).

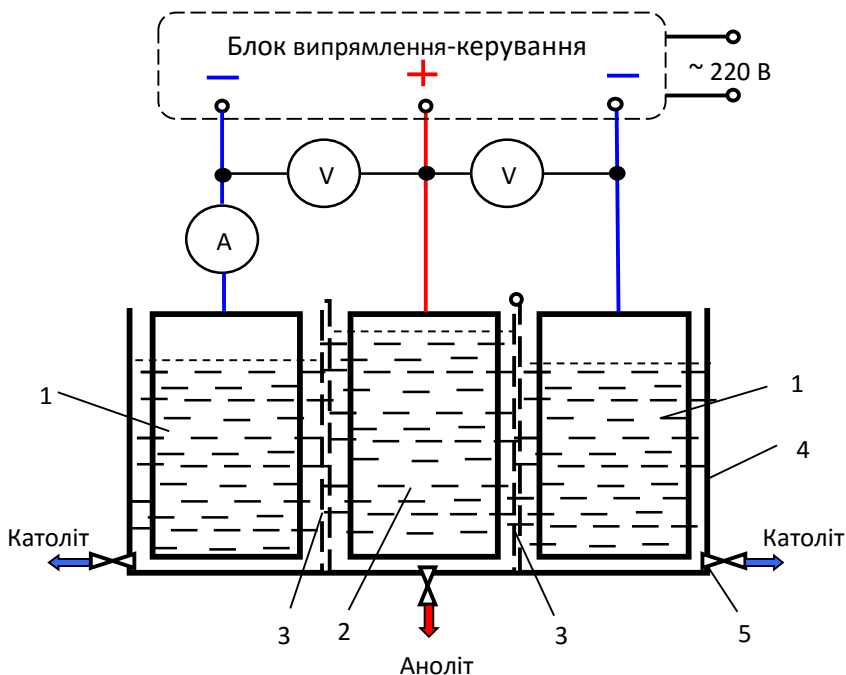


Рис.1. Схема електроактиватора з компланарними електродами: 1 – катодна камера; 2 – анодна камера; 3 – мембрана напівпроникна; 4 – корпус апарата; 5 – кран спускний.

Висновок. Було встановлено, що від електронного блоку на електроди апарата подається постійний струм напругою 160 В, а сила струму, продуктивність апарата та тривалість електроактивації води залежать від рівня її в камерах апарата.

3. Електрична схема заміщення електроактиватора типу «ЕкоВод-6 Жемчуг»

Оксана Горнік, Валентин Рудь, Петро Кандибка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Електроактиватори типу «ЕкоВод-6 Жемчуг» - це трикамерні апарати, прямокутні плоскі електроди в яких розташовані в одній площині (компланарно). Моделювання електричного та електромагнітних полів активізації електроліту в таких апаратах викликає певні труднощі.

Матеріали та методи. Водопровідну воду, що заповнює камери електроактиватора, розглядали як провідник з еквівалентним опором зі змінними площею поперечного перерізу та довжиною. Через камери з водою пропускали постійний струм напругою 160 В, яку отримують від блока випрямляча.

Результати. При накладенні різниці потенціалів в кожній із заповнених водою камер утворюється електричне коло для проходження постійного струму через електроліт, а об'єм води між електродами піддається впливу електромагнітного поля, під дією якого активності електронів та іонів відхиляються від рівноважного стану.

Відомо, що із всіх процесів руйнування органічних речовин у воді найбільш потужним є електролітичне окислювання на аноді. Розчинені у воді гази (CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2 , H_2S , Cl_2 , O_2 , H_2) виділяються в приелектродних зонах. Особливі форми сполук активного хлору, що утворюються на аноді та беруть участь у реакціях окислювання, виключають утворення токсичних хлорорганічних речовин і забезпечують повну окисну деструкцію діоксинів ($\text{C}_{12}\text{H}_4\text{O}_2\text{C}_{14}$).

У катодній камері вода збагачується високоактивними відновниками, що приводить до утворення нерозчинних гідроксидів металів, які випадають в осад: $\text{Me}^{+} + n\text{OH}^- \rightarrow \text{Me}(\text{OH})_n$. Гідроксиди легких металів (Na, K) повністю залишаються в розчиненому виді. Крім того, в катодній камері відбувається пряме відновлення багатозарядних катіонів (тобто, осадження молекул металів): $\text{Me}^{+} + ne \rightarrow \text{Me}^0$.

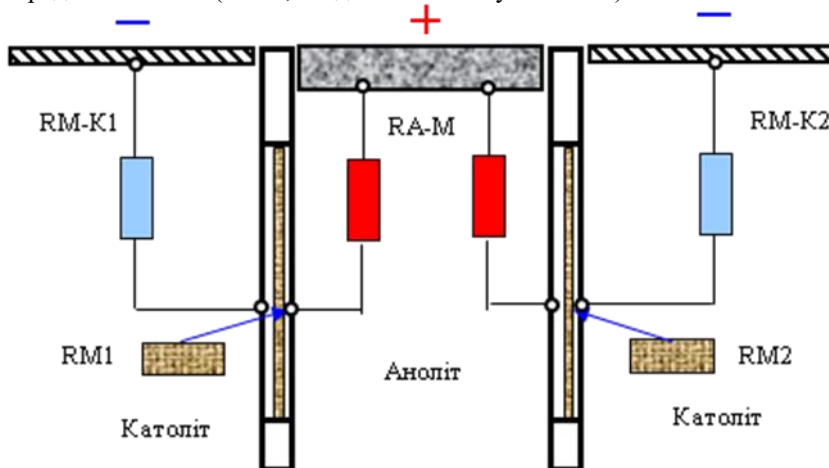


Рис. 1. Принципова схема проходження струму через прошарки електроліту

Висновок. Проходженню струму утворюється загальний еквівалентний опір, що складається з послідовно з'єднаних еквівалентного опору об'єму води в анодній камері R_{A-M} , опору мембрани R_{A-M} та еквівалентного опору об'єму води в катодній камері R_{M-K} між анодом та катодом з врахуванням опору мембрани.

4. Дослідження впливу рівня води на продуктивність електроактиватора періодичної дії

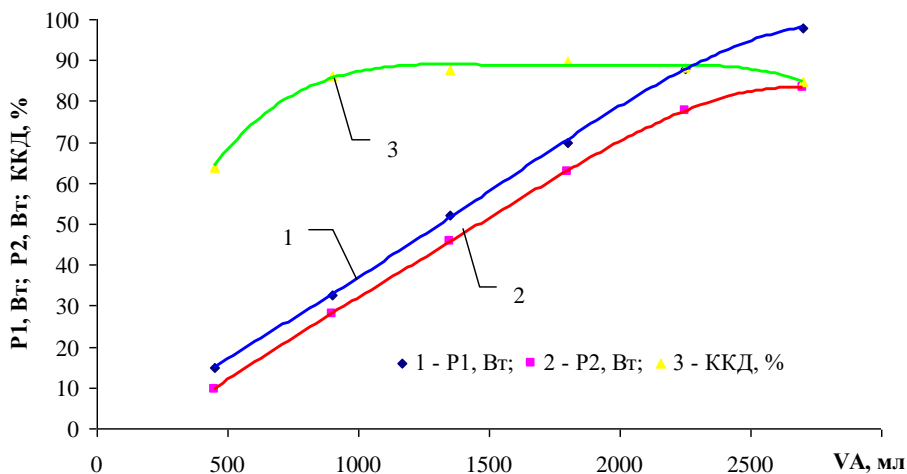
Ольга Розмерія, Тетяна Мучич, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Час очищення води в електроактиваторах залежить від рівня води в камерах, ступеню її забруднення та електрофізичних характеристик.

Матеріали та методи. Досліджували зміни сили струму, величини напруги та спожитої потужності в залежності від об'єму водопровідної води в камерах електроактиватора «ЕкоВод-6 Жемчуг». Проби води відбирали згідно ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT) та діючої Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу.

Електричні параметри мережі вимірювали за допомогою вимірювача типу PZEM-021 максимальна приведена похибка якого становила 0,2 %. Параметри кола постійного струму визначали за показами комбінованого приладу типу Щ4300.

Результати. При накладенні різниці потенціалів утворюється електричне коло і через воду проходить електричний струм, а об'єм води між електродами піддається впливу електромагнітного поля. В результаті цього системи електричної активації рідких середовищ працюють на принципі індукованого зовнішнім електричним впливом спрямованого відхилення від рівноважного стану активності електронів та іонів у воді. Вони стають носіями зарядів через границю розділу фаз «електрод-електроліт» і через напівпроникну мембрану, розміщену в розчин електроліту. З графіків, наведених на рис. 1, видно, що потужності P_1 (крива 1), яка споживається з мережі, та використана P_2 (крива 2), при збільшенні об'єму води V_A в анодній камері пропорційно збільшується. При цьому коефіцієнт корисної дії апарата ККД (крива 3) при заповненні апарата на (40–85) % змінюється незначно.



Висновок. Результати досліджень показали високу електричну ефективність процесу електроактивації води в триелектродних апаратах періодичної дії.

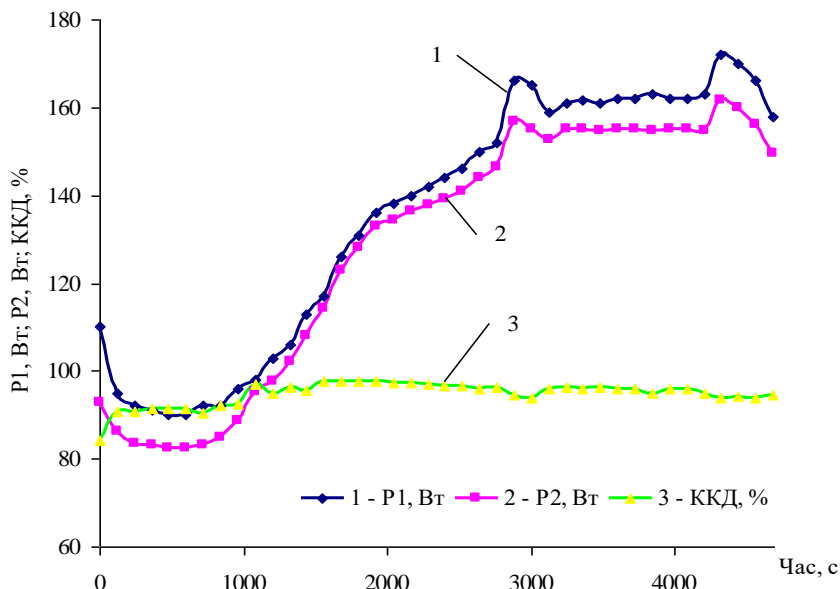
5. Зміна потужності електроактиватора «ЕкоВод-6 Жемчуг» при роботі в номінальному режимі

Юліана Забродська, Лілія Харченко, Дмитро Коломісць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системи електричної активації рідких середовищ працюють на принципі індукваного зовнішнім електричним впливом спрямованого відхилення від рівноважного стану активності електронів та іонів у воді. Вони стають носіями зарядів через границю розділу фаз «електрод-електроліт» і через напівпроникну мембрану, розміщену в розчині електроліту.

Матеріали та методи. В якості електропровідного середовища була використана водопровідна вода. Проби води відбирали згідно ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Електричні параметри мережі вимірювали за допомогою приладу PZEM-021. Параметри кола постійного струму визначали за показами комбінованого приладу типу Щ4300.

Результати. Анодну камеру заповнювали водопровідною водою по верхній край мембран, а в катодні - заливали стільки води, що її рівень був на 2 см менше ніж в анодній. Після цього апарат накривають кришкою і включають в мережу змінного струму напругою 220 В (загориться сигнальна лампочка). Під дією електричного поля позитивні іони рухаються до катода (катіони), а негативні — до анода (аніони) і замикають електричне коло. При цьому разом із зарядом переноситься речовина. Зміна спожитої P_1 (крива 1) та використаної P_2 (крива 2) потужностей і коефіцієнта корисної дії ККД (крива 3) в процесі електроактивації водопровідної води в номінальному режимі показані на рисунку



Висновок. В процесі активації води в апараті, потужність, що споживається ним з мережі істотно змінюється. Разом з тим, апарат має високий ККД.

6. Дослідження змін електрохімічних властивостей води в процесі її електроактивації

Юліана Забродська, Лілія Харченко, Дмитро Коломісць

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Застосування електроактивованої води, отриманої в діафрагменних електроактиваторах, є одним із найбільш перспективних способів безреагентного регулювання властивостей різних систем і знаходить все більшого застосування у виробництві харчових продуктів.

Матеріали та методи. Проводили електроактивацію води із водопровідної мережі за адресою м. Київ, вул. Володимирська, 70. Проби води відбирали згідно Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT) та діючої Інструкції з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу. рН води вимірювали за допомогою приладу рН-метр Ezodo 5011A, що має діапазон вимірювання (0...14.0) та роздільну здатність ± 0.01 рН. Для вимірювання одночасно солемісту TDS, електричної провідності EC і температури іонного середовища використовували комбінований прилад TDS & EC meter (hold), який поєднує в собі солемір, кондуктометр і термометр, з функцією HOLD для фіксації результатів вимірювань на дисплеї. Діапазон виміру: солемісту (0-9999) ppm, провідності (0-9999) $\mu\text{S/cm}$, температури (0-80) °C (32-176 °F). Крок вимірів: 1 ppm; 1 $\mu\text{S/cm}$; 0.1 °C / 0.1 °F. Похибка: $\pm 2\%$ повної шкали.

Результати. Шляхом відповідного вибору типу мембрани і різниці потенціалів на електродах обсяг води між електродами піддається впливу електричного поля високої напруженості і через воду протікає електричний струм. Солі металів розкладаються, перетворюються в гідроксиду і випадають в осад, що впливає на властивості води. Зміни електрохімічних властивостей водопровідної води в процесі електроактивації в активаторі «ЕкоВод-6 Жемчуг» наступні:

Продукт	Аноліт водопровідної води									
Час, с	0	60	180	300	600	1200	1800	4000	5800	8500
рН	7,7	8	8,1	7,6	7,3	7	6,4	5,9	3,7	3,1
EC, $\mu\text{S/cm}$	483	432	455	455	455	428	412	349	704	1232
TDS, ppm	222	219	214	218	209	205	192	163	336	510
Продукт	Католіт водопровідної води									
рН	7,6	8,1	8,25	8,3	8,5	8,65	9	9,15	9,55	9,35
EC, $\mu\text{S/cm}$	471	442	461	440,5	455,5	436	441,5	335	330,5	374
TDS, ppm	207	215	209	215	209	209,5	205	157,5	167	156
t, °C	15	15,2	15,9	16,1	16,9	17,6	19,1	22,2	26,2	38

Висновки. В процесі низькотемпературного електролізу водопровідної води в катодній камері апарата утворюється лужна (жива) вода, а в анодній - кислотна (мертва) вода.

7. Можливості застосування методів розсіювання та поглинання електромагнітних хвиль для дослідження властивостей рослинних екстрактів

Богдана Ніколаєнко, Вікторія Ватилик, Петро Кандибка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Частоти власних (нормальних) коливань молекули є характерною особливістю для кожної речовини. Взаємодія пучків електронів, нейтронів, атомів, а також рентгенівських квантів з речовиною, яка спричиняє їх розсіювання та утворення відхилених (дифрагованих) пучків, спрямованих під певними кутами до первинного пучка, є основою так званих дифракційних методів аналізу. Для аналізу та ідентифікації речовин, зокрема, лікарських, широко застосовують спектральні методи аналізу, що базуються на розсіюванні або поглинанні спектрів світла.

Матеріали та методи. Розглянуто можливості використання спектральних методів для дослідження хімічного складу рослинних екстрактів.

Результати. УФ-абсорбційної спектроскопія - один із видів оптичної спектроскопії, що базується на отриманні та дослідженні спектрів поглинання в УФ-ділянці спектра в діапазоні довжин хвиль $\Delta\lambda$: 190/400 нм (вакуумна УФ-ділянка $\lambda < 190$ нм малопридатна для роботи через сильне поглинання хвиль повітрям). Поглинання УФ-випромінювання зумовлене електронними переходами в атомах з основного енергетичного стану в більш високий (збуджений); у молекулах - зі зв'язувальної орбіталі (основний стан) на розпушувальну орбіталь (збуджений стан).

Оптична спектроскопія (видимий діапазон, $\Delta\lambda$: 400/700 нм) базується, як і УФ-спектроскопія, на квантових переходах між електронними енергетичними рівнями атомів і молекул.

ІЧ-спектроскопія - вид оптичної спектроскопії, який базується на отриманні та дослідженні спектрів поглинання в ІЧ-ділянці спектра ($\Delta\lambda$: 1/2,5 мкм — ближня, $\Delta\lambda$: 2,5/50 мкм — середня і $\Delta\lambda$: 50/300 мкм — дальня ІЧ-ділянка спектра).

Поглинання ІЧ-ділянки зумовлене енергетичними переходами у квантовій коливальній системі атомів у молекулі (в основному, середня ІЧ-ділянка), а також квантовими переходами в оберտальній енергетичній системі молекули (дальня ІЧ-ділянка). ІЧ-спектр - сукупність смуг поглинання, їх положення та інтенсивність - характерний для даної речовини і дозволяє визначити молекулярну структуру речовин та їх хімічний склад.

КРС-спектроскопія або Раман-ефект базується на розсіюванні світла молекулами, яке супроводжується зміною частоти розсіяного світла за рахунок того, що енергія первинного світлового кванта може перевести молекулу на інші коливальні та оберտальні рівні енергії порівняно з початковим. При цьому частоти нових ліній у спектрі розсіювання є комбінаціями частоти світла, що падає на речовину, і частот коливальних та оберտальних переходів у молекулі (так звані стоксові та антистоксові лінії). Спектри КРС та ІЧ не дублюють, а доповнюють один одного, оскільки визначаються різними правилами добору і при сумісному використанні цих методів може бути одержана максимальна інформація про коливальні та оберտальні спектри досліджуваної речовини.

Висновки. Сучасні варіанти спектрального аналізу використовують ефект поглинання електромагнітних хвиль речовиною є більш чутливими та одержаними в більш контрольованих умовах порівняно зі спектрами випромінювання.

8. Методика дослідження екстракту листя *Momordica charantia* L. методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Лілія Харченко, Богдана Ніколаєнко, Дмитро Коломієць Сергій Чумаченко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наразі рослина *Momordica charantia* L., яка є представником сімейства Cucurbitaceae, широко вирощується та споживається в Азії, Східній Африці, Індії та Південній Америці. Тому для широкого загалу населення України вона практично невідома, хоча за даними зарубіжних дослідників характеризується як надзвичайно складний за хімічним складом, але дуже корисний продукт харчування. Багато сполук цієї рослини синтезуються вперше, тому надзвичайно важливо проводити їх комплексне дослідження з використанням методів, що відрізняються високою чутливістю та здатністю визначати елементи в надзвичайно малих концентраціях, наприклад, методу мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІСП/МС).

Матеріали та методи. Досліджували екстракти, отримані шляхом екстракції доведеного до повітряно-сухого стану свіжозірваного листя *Momordica charantia* L. етиловим спиртом, з об'ємним вмістом етанолу 96 %. Маса листя становила 0,7288 г, об'єм етилового спирту в кінцевому екстракті - 136 мл, сухий залишок екстракту становив 168,64 мг. Застосовували метод ІСП-МС, який заснований на використанні індуктивно-зв'язаної плазми в якості джерела іонів і мас-спектрометра для їх поділу і детектування. Метод дозволяє проводити ізотопний аналіз обраного іона.

Результати. Мас-спектроскопія з індуктивно-зв'язаною плазмою – це різновид мас-спектрометрії. Плазма - це газ, що містить істотні концентрації іонів і електронів, що робить його електропровідним. Плазма, яка використовується в електрохімічному аналізі, практично електронейтральна через те, що позитивний іонний заряд компенсується негативним зарядом вільних електронів. У такій плазмі позитивно заряджені іони переважно однозарядні, а число негативно заряджених дуже невелике, і, таким чином, в будь-якому обсязі плазми число іонів і електронів приблизно однакове. У спектрометрії ІСП підтримується в пальнику, що складається з трьох концентричних трубок, зазвичай виготовлених з кварцу. Кінець пальника розташований всередині котушки індуктивності, через яку протікає радіочастотний електричний струм. Між двома зовнішніми трубами продувається потік аргону (зазвичай 14-18 л/хв). Для появи в потоці газу вільних електронів на короткий час пропускається електрична іскра. Ці електрони взаємодіють з радіочастотним магнітним полем котушки, прискорюючись то в одному, то в іншому напрямку, що залежить від напрямку поля (зазвичай 27.12 млн циклів в секунду). Прискорені електрони зіштовхуються з атомами аргону, і іноді ці зіткнення призводять до втрати аргоном одного зі своїх електронів. Утворений електрон також прискорюється в мінливому магнітному полі. Процес триває до тих пір, поки число новоутворених електронів не компенсується рекомбінацією електронів з іонами аргону (атомами, від яких вже відірвався електрон). В результаті утворюється середовище, що переважно складається з атомів аргону з досить невеликим вмістом вільних електронів та іонів аргону. Температура плазми досить велика і досягає 10000 К. При цій температурі значна кількість атомів багатьох хімічних елементів іонізується, при цьому атоми втрачають найменш пов'язаний електрон, переходячи в стан однозарядного іона.

Висновок. Метод ІСП-МС володіє здатністю визначати ряд металів і декількох неметалів в концентраціях до 10^{-10} %, тобто одну частинку з 10^{12} .

9. Ідентифікація мікроелементного складу екстракту з листя *Momordica charantia* L. методом мас-спектрометрії

Богдана Ніколаєнко, Лілія Харченко, Дмитро Коломієць, Сергій Чумаченко
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мікроелементи рослинних екстрактів широко використовують в харчовій, медичній та косметологічній галузі. Їх цінність та безпека застосування залежать від точності та повноти ідентифікації мікроелементного складу.

Матеріали та методи. Досліджували екстракти, отримані шляхом екстракції висушеного листя *Momordica charantia* L. етиловим спиртом, з об'ємним вмістом етанолу 96 %. Маса листя становила 0,7288 г, об'єм етилового спирту в кінцевому екстракті - 136 мл, сухий залишок екстракту - 168,64 мг. Для визначення мікроелементного складу екстракту *Momordica charantia* L. використовували метод мас-спектрометрії з індуктивною зв'язаною плазмою (МС/ІЗП).

Результати. Результати дослідження наведено в таблиці:

Хімічний елемент		Вміст компоненту в дослідному зразку						
		Дослід 1		Дослід 2		Дослід 3		X _{сер}
назва	симв	мкг	%	мкг	%	мкг	%	%
цинк	Zn	117,7	48,8129	137,9	44,152	122,7	46,3777	46,448
хром	Cr	35,58	14,7558	76,21	24,401	53,66	20,2822	19,813
стронцій	Sr	19,3	8,0041	25,47	8,1549	21,49	8,1227	8,0939
купрум	Cu	20,76	8,6096	21,76	6,9671	20,4	7,7107	7,7625
барій	Ba	9,02	3,7408	11,44	3,6628	9,82	3,7117	3,7051
рубідій	Rb	9,27	3,8445	10,2	3,2658	9,34	3,5303	3,5469
алюміній	Al	8,89	3,6869	7,17	2,2957	7,71	2,9142	2,9656
манган	Mn	7,19	2,9819	8,56	2,7407	7,56	2,8575	2,8600
нікель	Ni	4,04	1,6755	3,82	1,2231	3,77	1,4250	1,4412
селен	Se	4,13	1,7128	3,11	0,9958	2,37	0,8958	1,2015
арсен	As	1,95	0,8087	3,02	0,9669	2,39	0,9034	0,8930
літій	Li	2	0,8294	2,23	0,7140	2,03	0,7673	0,7702
плюмбум	Pb	0,6	0,2488	0,49	0,1569	0,52	0,1965	0,2008
галій	Ga	0,3	0,1244	0,44	0,1409	0,36	0,1361	0,1338
кадмій	Cd	0,08	0,0332	0,2	0,0640	0,14	0,0529	0,0500
аргентум	Ag	0,091	0,0377	0,093	0,0298	0,09	0,0340	0,0338
ванадій	V	0,08	0,0332	0,09	0,0288	0,08	0,0302	0,0307
кобальт	Co	0,08	0,0332	0,05	0,0160	0,07	0,0265	0,0252

Було виявлено чотири мікроелементи (індій, вісмут, уран, талій), вміст яких незначний (менше 0,007 %).

Висновок. Підтверджено високу ефективність методу МС ІЗП для ідентифікації мікроелементів рослинних екстрактів, зокрема з листя *Momordica charantia* L.

10. Вибір методів досліджень фізичних та електрохімічних властивостей екстрактів з листя *Momordica charantia* L.

Лілія Харченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Несприятлива екологічна обстановка, щоденне підвищене психологічне навантаження негативно впливають на стан шкіри та волосся людини і збільшують потребу населення в косметологічній допомозі. Особливо привабливим є використання при цьому фітocosметології, яка розробляє і впроваджує засоби догляду за шкірою людини на основі іоновмісних екстрактів рослин, які позитивно впливають на стан шкіри тіла, лица та волосся не тільки з естетичної сторони, а й проявляють лікувальну дію.

Матеріали та методи. Досліджували рослинні екстракти, отримані методом дрібної мацерації. Для цього відбирали наважку (до 3 g) попередньо висушеного листя *Momordica charantia* L. подрібненого до розміру часток від 0,63 до 2 mm, яке засипали у плоскодонну колбу і додавали до нього 300 ml відповідного екстрагента. Мацерацію БАР проводили при безперервному перемішуванні з використанням магнітної мішалки типу RCTbasik.

Результати. Органолептичні показники якості екстрактів доцільно визначати за класичними методами сенсорного аналізу: прозорість та колір - візуально в прохідному світлі; смак та аромат - в дегустаційному келиху, заповненому екстрактом в кількості 30...40 cm³.

Фізико- та електрохімічні властивості екстрактів бажано визначати за наступними методами: вміст екстрактивних речовин та об'ємної частки спирту - рефрактометричним методом (по залишку перегінної колби та дистиляті після перегонки екстракту за загальноприйнятою методикою); титровану кислотність - після відгонки спирту з екстракту та охолодження залишку; кислотність (в cm³) - за кількістю розчину гідроксиду натрію або калію концентрацією 1 mol/dm³, що витрачається на титрування 100 cm³ екстракту при індикаторі фенолфталеїні; розчинність 1 cm³ екстракту в 100 cm³ води - шляхом їх змішуванням та оцінювання прозорості після трьох годин вистоювання; загальний вміст фенольних сполук - з використанням реактиву Фоліна-Чокальтеу, який здатний окислювати фенольні сполуки та забарвлювати розчин; оптичну густину - на спектрофотометрі при довжині хвилі 750 nm в кюветі 10 mm; масову частку фенольних речовин (в mg/dm³) - в перерахунку на галлову кислоту за градувальним графіком з врахуванням коефіцієнта розведення; для сумісних вимірювань TDS (солемісту), EC (електричної провідності) і температури робочих середовищ - комбінований прилад TDS & EC meter (hold), який поєднує в собі 3 прилади: солемір, кондуктометр і термометр, з функцією HOLD для фіксації результатів вимірювань на дисплеї. Діапазон виміру: TDS - 0-9999 ppm, EC - 0-9999 μ s / cm, температури 0-80 °C (32-176 °F). Крок вимірів: 1 ppm, 1 μ s / cm, 0.1 °C (0.1 °F). Точність: \pm 2% повної шкали.

Висновок. У багатьох випадках для отримання екстрактів доцільно використовувати рослини, що чинять багатогранну дію на організм людини, наприклад таких, як *Momordica charantia* L. Визначення властивостей екстракту доцільно проводити комплексно з одного зразка, що дає змогу коригувати між собою отримані результати.

11. Визначення електрохімічних властивостей коньяків

Ольга Вітковська, Олександра Кужинівська,
Лілія Харченко, Дмитро Коломісць

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Спиртовмісні напої, які користуються надзвичайно широким попитом у населення, і за технологією вироблення нескладні, є особливо привабливими для фальсифікації. Фальсифікація товарів проводиться виключно з корисливою метою і спрямована на отримання незаконних прибутків, тому для різних суб'єктів ринкових відносин спостерігаються різні її наслідки, зокрема, економічно-соціальні. Якщо для фальсифікаторів та реалізаторів – це прибутки, то для покупця ж – матеріальні та моральні збитки в кращому разі, в гіршому - шкода здоров'ю, інколи фатальна.

Матеріали та методи. Досліджували: Зразок 1 - марочний коньяк України V.S.O.P. (Very Superior Old Pale) «п'ять зірок» виробництва ТМ «SHABO REZERVE» (дата виготовлення / номер партії відповідно: 21.11.20 / К-118). Склад: вітчизняний та (чи) імпортований коньячний спирт середнього віку витримки не менше 5 років, пом'якшена вода, цукровий колер, цукровий сироп. Вміст вуглеводів 1,3...1,5 g (г) на 100 g (г) продукту. Зразок 2 - коньяк України ординарний «три зірки» «Десна» виробництва ПрАТ «Одеський коньячний завод» виготовлений за ДСТУ 4700-2006 код ЕДРПОУ 00412056 (дата/зміна - 28.01.21/1). Склад: спирти коньячні вітчизняного та/чи імпортованого виробництва витримані не менше 3 років, вода питна пом'якшена, цукровий сироп, натуральний барвник - цукровий колер. Вміст вуглеводів 1,58 g (г) на 100 g (г) продукту. Зразок 3 - коньяк України ординарний «три зірки» «KOBLEVO COGNAC» виробництва ТОВ «Миколаївський коньячний завод» виготовлений за ДСТУ 4700-2006 (дата/партія L 02/02/21 K167). Склад: спирти коньячні витримані не менше 3 років, вода питна пом'якшена та цукор. Вміст вуглеводів 1,5 g (г) на 100 g продукту. Продукт сертифікований.

За стандартними методиками визначали фізико-хімічні та електрофізичні характеристики зразків та встановлювали відповідність якості цих напоїв вимогам, закладених в державних стандартах і технічних умовах на їх виробництво.

Результати. Відомо, що фальсифікація коньяків проводиться шляхом надання їм окремих ознак, наприклад, відповідного зовнішнього вигляду, кольору, консистенції тощо при загальному погіршенні або повній втраті окремих найбільш значимих властивостей, харчової цінності та, головне, безпеки. Для оцінки якості коньяків часто недостатньо класичних методів визначення фальсифікату, тому необхідно використовувати інші, які хоча й не передбачені стандартами, але дозволяють додатково характеризувати властивості продукту, наприклад:

Номер зразка	Вміст спирту, %	ρ , kg/m ³	pH, pH	Red-Ox, mV	ЕС, $\mu\text{S/cm}$	TDS, ppm
1	38	950,0	4,26	264	74	35,5
2	38,5	939,0	3,69	289	77,5	37
3	37,5	950,7	3,41	269	115	53

Висновок. Усі розглянуті напої відповідають ДСТУ 4700-2006 за органолептичними характеристиками, разом з тим вони є сильними оксидантами і, потрапляючи в організм людини, віднімають електрони у його клітин та тканин, які на 70-90 % складаються із води та мають Red-Ox від -50 до -100 мВ (зокрема кров). Отже, чим вище додатній ОВП напою, тим більше шкоди від нього для людини.

12. Контроль світлотехнічних параметрів об'єктів

Валентин Рудь, Вадим Калита, Олександр Мазуренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Колір — це властивість тіл викликати те чи інше зорове відчуття згідно зі спектральним складом відбитого або випромінюваного ними світла. Сприйняття кольору - складний психофізичний процес впливу електромагнітного випромінювання різних частот на зоровий апарат людини. Цифрова обробка зображень дозволяє використовувати потужний математичний апарат для аналізу та корекції зображень.

Матеріали і методи. Проводили цифрування зображень, отриманих фотографуванням у відбитому або прохідному світлі. В залежності від характеру світлорозподілу досліджуваного світлового приладу, визначалася відстань між випромінювачем і екраном, обирався екран, виконувалася реєстрація сигналу у відбитих або прохідних променях. Знімки отримано при одному й тому ж відносному отворі (діафрагменому числі) $A = 8,0$. Час експозиції - $1/60$ с, $1/125$ с, $1/250$ с, $1/500$; $1/1000$. Відстань фотографування - 3м. Виконувалися дві серії реєстрації: при фокусній відстані об'єктива $F = 6$ мм і $F = 72$ мм. Отримані зображення записано у форматі JPEG.

Результати. Растрове зображення є матрицею дискретних пікселів, кожен з яких має певні горизонтальні і вертикальні координати усередині сітки. Монохромне зображення є двовимірною матрицею яскравості в просторових координатах. Аналіз цифрового зображення зводиться до аналізу матриці, в якій значеннями є яскравість.

Дослідження двовимірних цифрових сигналів, пов'язані з розкладанням сигналу на складові для їх розгляду окремо, успішно виконуються в програмному середовищі математичного моделювання MatLab. У цьому програмному пакеті створюється сигнальний процесор або група процесорів, які виконують необхідні перетворення вихідного сигналу. Результати перетворень, представлені в чисельної формі або у формі тривимірних графіків, використовуються для вимірювання відповідних параметрів вихідного сигналу.

Для встановлення кількісних співвідношень між яскравостями окремих пікселів зображення потрібно отримати цифрові зображення, створювані випромінювачами на екрані при різних експозиціях.

Для перевірки можливості оцінки світлотехнічних характеристик світлодіодних пристроїв за допомогою обробки цифрових зображень було досліджено світлотехнічні характеристики ряду світлодіодів ламбертівського типу, в тому числі, з різними варіантами додаткових оптичних пристроїв. Одночасно, отримано цифрові зображення світлових плям, створених світлодіодними випромінювачами на спеціальних екранах.

Висновок. На основі виконаних розрахунків експериментальних даних можна зробити висновки:

- цифрова обробка зображення освітленого за допомогою світлодіодів екрану дає можливість виконати попередній аналіз світлового розподілу випромінюючих пристроїв без застосування розподільчого фотометру;

- для реєстрації цифрових зображень бажано використовувати пристрої, здатні зберігати дані в форматі RAW, який транслює інформацію з фотосенсора без обробки процесором фотоапарата, в цьому випадку обробка інформації виконується на комп'ютері, можливості якого значно більші, ніж у мікропроцесора фотоапарата.

13. Аналіз світлотехнічних параметрів світлодіодних приладів

Ольга Пронських, Вадим Калита, Дмитро Коломієць, Олександр Мазуренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Застосування СВД для освітлення суттєво змінило підходи встановлення вимог до характеристик світильників із цими джерелами світла в порівнянні з вимогами до світильників із лампами розжарювання (ЛР) і розрядними лампами (РЛ). Це пояснюється відмінністю конструкцій СВД від традиційних джерел світла та особливостями їх ресурсних, світлотехнічних, кольорних та інших характеристик.

Матеріали і методи. Метою даної роботи був пошук та розробка методів і алгоритмів, що дозволяють за допомогою обробки цифрових зображень світлових плям, створюваних на освітлюваних цими пристроями екранах, отримувати інформацію про характеристики світлорозподілу – криві сили світла (КСС) в перерізах фотометричного тіла.

Результати. Світловипромінюючі діоди (СВД) характеризуються просторовим розподілом випромінювання у дальньому полі або діаграмою спрямованості. В процесі виготовлення і використання світлодіодних пристроїв виникає необхідність контролю світлотехнічних характеристик та якісної оцінки загального стану цих виробів. Питанням моделювання параметрів світлових приладів на основі світлодіодів та розробці методик розрахунків світлотехнічних характеристик таких приладів останнім часом приділяють велику увагу.

Для виконання світлотехнічних розрахунків за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм потрібно мати докладну інформацію про використовувані світлові прилади (СП). Фотометричні дані повинні бути записані в спеціальні файли за певними правилами. Для створення подібних файлів потрібно мати високоточне лабораторне обладнання, здатне забезпечити вимірювання сили світла для азимутальних та полярних кутів з кроком $\sim 1^\circ$.

У більшості випадків для створення СВД-світильників із заданою КСС потрібно також застосовувати додаткову вторинну оптику (лінзи, рефлектори). При використанні додаткової оптики світлорозподіл СВД може змінюватися в широких межах, але коефіцієнт використання світлового потоку при неправильному виборі оптики може значно зменшитися. Перевірка світлотехнічних характеристик пари «світловипромінюючий діод – оптичний пристрій» на гоніофотометричній установці потребує часу і значних зусиль. Тому в даній роботі пропонується оцінювати світлорозподіл світлодіодних виробів на основі аналізу оптичного зображення світлової плями, що утворюється на освітлюваному цими приладами білому матовому екрані. В першому наближенні екран, що використовується у роботі, розглядається як ламбертівська поверхня.

Висновок. Отже, враховуючи, що просторовий світлорозподіл випромінювачів може мати достатньо складний характер, то можливість швидкої, хоча і наближеної, оцінки основних світлотехнічних характеристик цих пристроїв без залучення складного та коштовного обладнання дозволяє:

- оцінити можливість практичного використання пристроїв;
- перевірити ефективність використання вторинної оптики з обраними світлодіодами;
- перевірити, чи не змінилися характеристики світлорозподілу в процесі тривалої роботи;
- оцінити світловий потік пристроїв.

14. Цифрові фільтри з функцією збереження параметрів

Анастасія Клімова, Настя Парака, Олександр Мазуренко, Петро Кандибка
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Людське око розрізняє в гамі ахроматичних кольорів близько 3 тис. відтінків. Хроматичні кольори — це ті кольори та їхні відтінки, які ми розрізняємо в спектрі (червоний, жовтогарячий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий). На сьогодні практично неможливо отримати права на використання програмного коду професійних продуктів з обробки зображення [1]. Цифрові значення параметрів, які необхідні для повноцінної роботи з даним інструментом, або заховані від оператора в фонових розрахунках, або надаються не в повній мірі.

Матеріали і методи. Весь інструментарій з доступних програмних засобів, що виконує обробку зображення таким інструментом як цифрові фільтри.

Результати. В результаті роботи розроблена програмна підсистема, яка реалізує наступні інструменти: пом'якшуючі фільтри, фільтри підвищення контрасту, фільтри з заданим напрямком фільтрації (горизонтальні, вертикальні, діагональні), база фільтрів з функцією повного супроводу конфігурацій фільтрів, інструмент регулювання яскравості вихідного зображення, а також інструмент регулювання загального контрасту вихідного зображення. Така програмна підсистема реалізована в технології програмування Delphi, на базі операційної системи Windows.

Підсистема являє собою сукупність інструментів для обробки зображення за допомогою цифрових фільтрів. Вона представляє собою лише частину комплексного продукту (системи) по обробці зображення з дуже широкою сферою застосування. Зображення, які надаються системі для подальшої обробки підсистемами, мають вигляд прямокутних масивів, кожний елемент яких це окрема точка в колориметричній системі RGB. Система обробляє зображення практично будь-якого розміру. Модифікація або кодування параметрів цифрових фільтрів виконується за допомогою оператора – користувача підсистеми. Але в підсистему вбудована база даних для зберігання налаштованих та найбільш розповсюджених фільтрів, що вигідно відрізняє розроблену підсистему від існуючих подібних підсистем.

В підсистемі вагові коефіцієнти фільтрів задаються як натуральні цифри, але не виключена можливість, за допомогою відповідного масштабу, використання і дробових коефіцієнтів. Для роботи з фільтрами розроблено спеціальне тестове вікно.

Після маніпуляцій з фрагментом зображення фільтр з підібраними параметрами можна застосувати до всього зображення.

Висновок. Обробка зображення за допомогою цифрових фільтрів може бути застосована в таких областях як дефектоскопія: дефектоскопія поверхні дороги (використовується ІЧ частоти для фіксування знімку), дефектоскопія деталей різноманітних машин (використовується УЗ для дослідження поверхонь), дефектоскопія кісток людини (знімки виконані за допомогою рентгенівських променів) та внутрішніх органів (зображення отримане за допомогою томографа), дефектоскопія грошових одиниць (сукупність УФ спеціальних знаків на валюті) та ІЧ знімків), поліграфії, експертизи тощо.

Література

1. Гонсалес Р. «Цифровая обработка изображений»// Р. Гонсалес, Р. Вудс - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.

Section 20

Automation and computer-integrated technologies

Секція 20

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

20.1.

Automation and computer-integrated technologies

20.1.

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

1. Керування нестационарними об'єктами за допомогою алгоритмів робастних систем

Микола Білецький, Дмитро Крищенко,
Анатолій Ладанюк, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проектування моделей робастних систем на основі критерія гіперстійкості дозволяє вирішити задачу управління складним динамічним об'єктом.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали критерії гіперстійкості та показники динамічних систем. В роботі використано методи математичного моделювання. Методи теорії стійкості нелінійних динамічних систем, теорія робастності.

Результати і обговорення. Приклад значущості отриманих алгоритмів робастного керування полягає у їх універсальності, а також у достатньо якійсній поведінці та збереженні системою бажаних характеристик в умовах апріорної невизначеності, навіть при значних параметричних варіаціях моделі, в умовах постійної дії збурень, при наявності значної нестационарності, нелінійності, запізнення. При цьому розглянуті робастні алгоритми керування мають можливість бути модифікованими без зміни вимог до об'єкта.

Ключовою особливістю побудови робастних алгоритмів керування на основі критерія гіперстійкості являється те, що їх структура заздалегіть невідома і в ході забезпечення виконання умов побудови сформується явний вид алгоритму керування, що являється центральним етапом.

Відмітимо, що в моделях систем з запізненням нейтрального типу вибір структури алгоритму робастного керування значною мірою залежить від об'єму апріорної інформації в деякій матриці A . Передбачається, що елементи цієї матриці є невідомим чином мінливими в заданих діапазонах.

Також було розглянуто задачі розробки моделей гібридних систем робастного керування, побудова яких спирається на метод безперервних моделей. Таким чином для моделі об'єкта керування з запізненням нейтрального типу у випадках скалярного керування власні значення деякої матриці A лежать в межах одиничного кола, гіперстійкість системи забезпечується цифровим алгоритмом робастного керування.

Якість керування в системі оцінюється за допомогою таких прямих показників якості: час регулювання, час перегулювання, автоматичний розрахунок яких виконується за бажанням користувача.

Висновки. Було проаналізовано математичні моделі робастних систем керування нестационарними об'єктами зі зміном вектором стану у випадках явної та неявної еталонної моделі.

Література

Ладанюк А. П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу: монографія А. П. Ладанюк, В. М. Решетюк, В. Д. Кишенько, Я. В. Смітюх. – К.: Центр учбової літератури, –2014. – 280 с.

2. Аналіз нормалізованого диференційно-вегетаційного індексу використанням БПЛА

Олексій Засць

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Створення та використання безпілотних літальних апаратів стало великим проривом в інтелектуальних досягненнях. Використання БПЛА у промисловості та сільському господарстві підвищує ефективність, продуктивність, та безпеку праці.

Матеріали та методи. Аналіз нормалізованого диференційно-вегетаційного індексу потребує використання безпілотного літального апарату на борту якої повинна бути встановлена мультиспектральна камера високого розширення від 5-10 см/піксель. БПЛА може бути мультироторного чи планерного типу з апаратурою управління великої площі покриття. Локальна підсистема аналізу в реальному часі з доступом до хмарного сервісу збереження даних.

Результати. Актуальність і потреба застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в агропромисловому комплексі обумовлено необхідністю отримання оперативної достовірної інформації за весь період вегетації. Розроблено технічну структуру системи, яка включає в себе: БПЛА з додатковим бортовим компютером, наземна система керування з функціями зв'язку з хмарними сховищами. Головною перевагою використання БПЛА для отримання вегетаційних індексів є надійність і легкість їх отримання, а також широкий діапазон вирішених задач за їх використання. Вегетаційний індекс NDVI є основним інструментом при проведенні більш складних типів аналізу, результатом яких є тематичні карти сільськогосподарських земель.

Сучасні безпілотні системи вирішують наступні завдання:

- Визначення станів рослин, які візуально непомітні;
- Виділення проблемних ділянок вже на ранніх етапах вегетації;
- Планування методів обробки посівів: пересіву, додаткового підживлення;
- Визначати появу бур'янів, відразу після проведення посіву, так як бур'яни активніше набирають масу, і вони добре відображаються на спектрі;
- Своєчасно ідентифікувати хвороби і шкідників в період, коли пошкодження ще не помітні візуально.

В результаті обстеження полів за допомогою БПЛА підвищується швидкість обробки даних.

Висновки. Аналіз посівів за допомогою БПЛА протягом сезону дає змогу забезпечити менеджмент оперативними і точними даними про наявні проблемні зони, своєчасно відкоригувати технологічні процеси та створити оптимальні умови для розкриття потенціалу врожайності культурних рослин. БПЛА використовують в якості повітряних роботів, які можуть виконувати функцію обробки інформації аерофотознімків, так і для виконання складних функцій не тільки в аграрному секторі а і в промисловості в цілому.

3. Автоматизоване керування випарною станцією на основі інтелектуальних регуляторів

М.П. Грама, В.М. Сідлецький

Національний університет харчових технологій

Випарні станції призначені для випаровування дифузійного соку до заданого значення вмісту сухих речовин при визначеній продуктивності цукрового заводу. Також випарна станція забезпечує вторинними соковими парами теплообмінну апаратуру цукрового заводу та котельну установку конденсатом для живлення котлів, а завод – аміачною водою для технологічних потреб. Для випарювання соку використовується 5-ти корпусна випарна установка, яка дозволяє послідовно багаторазово використовувати пару, яка поступає на перший корпус.

Розклад та карамелізація сахарози призводить до зниження лужності. Таким чином сокові пари та конденсати (аміачні води) з випарки містять аміак, вуглекислий газ та вуглекислий амоній [1].

Такі установки складаються з кількох корпусів. Первинною парою обігрівается розчин, що надходить у перший корпус. Далі вторинна пара з першого корпусу надходить у другий корпус[2]. Так як процес випарювання неперервний, а кількість соку, який поступає та відбір сокової пари змінюється у часі, то підтримання оптимального режиму роботи ВС можливе тільки за умови автоматичного управління процесом випарювання [3]. Це пов'язано з тим, що кількість соку, що надходить до випарника, змінюється з часом, а сам процес є безперервним [4]. З метою підвищення якості процесу необхідно розробити інтелектуальну систему керування випарною установкою з використанням нечіткої логіки. Використання нечіткого регулятора порівняно з іншими призведе до зменшення перерегулювання до 5%, зменшення часу перехідного процесу до 10 секунд, число коливаний до закінчення часу перехідного процесу становитиме не більше двох [5].

Література

1. M. Hrama, V. Sidletskyi, I. Elperin, "Comparison between PID and fuzzy regulator for control evaporator plants," 2019 IEEE 39th International Conference on electronics and nanotechnology (ELNANO), Conference proceedings, pp. 54–59, Apr. 2019.
2. Korobiichuk, I., Sidletskyi, V., Ladaniuk, A., Elperin, I., Hrama, M. "Use of methods of tensor analysis in the evaporator plant operating system," MECHANOTRONICS 2019, Conference proceedings, pp. 502-512, 2019
3. Hrama M., Sidletskyi V., Elperin I. Justification of the neuro-fuzzy regulation in evaporator plant control system. Ukrainian Food Journal. 2019. Volume 8. Issue 4. pp. 873–890.
4. V. Polupan, V. Sidletskyi, "Genetic algorithm usage for optimization of saturator operation," Ukrainian food journal, Vol. 7, Issue 4, pp. 754 – 762, 2018.
5. V.M. Sidletskyi, I.V. Elperin, V.V. Polupan: Analiz ne vymiriuvalnykh parametriv na rivni rozpodilenoho keruvannia dlia avtomatyzovanoi systemy, ob'ektiv i kompleksiv kharchovoi promyslovosti. Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii, vol. 22(3), pp. 7–15, 2016.

4. Дослідження процесу модернізації печей в хлібопекарській промисловості.

Цяпенко Роман, Заєць Наталя

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хлібопекарська промисловість витрачає велику кількість палива на випікання хлібобулочних виробів. Застосування хлібопекарських печей з раціональною системою обігріву, оснащених приладами і засобами автоматизації, дозволить значно скоротити витрати різних видів енергії. Тому в хлібопекарській промисловості взятий курс на заміну застарілих тупикових печей на безперервнодіючі наскрізні печі з сітчастим подом.

Матеріали і методи. В якості об'єкта для аналізу було взято діючу систему автоматизованого управління (АСУ) хлібопекарської безперервнодіючої наскрізної (тунельної) печі ПХС – 25 з сітчастим подом призначеної для виготовлення широкого асортименту хлібобулочних виробів з більшим діапазоном по розважуванню.

Результати. Завдяки незначній тепловій інерції для розігрівання такої печі потрібно 1-1,5 год, тому вони можуть експлуатуватися в одну-дві зміни. Конвеєр, що зазвичай виготовляється з плантинчатих елементів, замінений в цих печах сітчастим подом, який є менш інерційним в тепловому відношенні. У тунельних печах часто застосовують принцип рециркуляції гріючих газів. У каналах газу, що отримуються при спалюванні палива, змішуються з рециркуляційними, які повертаються після обігріву пекарної камери. Температура суміші гріючих газів в каналах не перевищує 550 °С. Це гарантує довговічну роботу металевих гріючих каналів і дозволяє основну їх частину виконувати із звичайної нержавіючої сталі. Ці печі легко транспортуються в розібраному стані. Провідний барабан конвеєра встановлений з боку вивантаження. Натяжний механізм конвеєра вантажного типу. Ведений барабан (він же натяжний) сполучений з пристроєм, що коригує, і дозволяє змінювати міру натягнення правою і лівою сторін сітчастого конвеєра. Холоста гілка сітчастого конвеєра підтримується опорними рамками. Для обмеження бічних зміщень сітки встановлені бічні ролики. Привід конвеєра складається з електродвигуна, двох ремінних передач, варіатора і комбінованого редуктора; вихідний вал редуктора сполучений з валом приводного барабана парою зубчастих коліс. Для очищення сітки від забруднення (крихти, нагар) під нижньою гілкою сітки з боку вивантаження розташований щітковий механізм з індивідуальним приводом і періодичним ввімкненням. Обгороджування печі бочно-каркасного типу з ізоляцією з мінеральної (шлаковою) вати. Пекарна камера є тунелем шириною 2420 мм, заввишки 220 мм і завдовжки 12 000 мм із стінками з листової сталі. У ній розташовано два окремі контури обігріву, один з яких обслуговує зону посадочної частини, а інший (більший за розміром) - зону вивантажувальної частини печі. Кожен контур має паливний пристрій і пов'язану з ним систему огрівальних каналів і перепускних газоходів. Обидва паливні пристрої розташовано над першою половиною печі. Пальник складається з камери згорання і камери зміщення. Камера згорання є циліндричною муфілью, виконаною з жаростійкої сталі, футерованої з боку факела горіння вогнетривкою масою.

Висновок. Проведений аналіз по заміненню хлібопекарської печі із застарілих тупикових на сучасні модернізовані, дозволить значно скоротити витрати різних видів енергії, збільшити обсяг продукції широкого асортименту, здешевити вартість готової продукції.

Література. Ладанюк, А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості : підруч. / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 224 с.

5. Управління процесами підвищення якості пива.

Микола Романов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Якість пива може бути оцінено кваліметричними методами за допомогою комплексного показника [60]. Виробництво пива є масовим і тому величина комплексного показника якості виробів змінюється.

Матеріали і методи. Метою процесу в цілому є підвищення прибутковості та конкурентоспроможності підприємства за рахунок підвищення якості продукції та всіх супутніх процесів, що можна оцінити за допомогою параметрів якості.

Результати. Так, зміна фізико-хімічних властивостей суслу та параметрів затирання та бродіння є основними показниками, які впливають на результат. Крім названих основних дій, на якість готового пива дуже впливають вологість товарного солоду, дотримання пауз затирання, вміст ферментів та інші фактори. Через це величина комплексного показника якості готового пива змінюється випадково та має ймовірнісний характер [7].

Показники якості готового пива – вміст білкових речовин, колоїдна стійкість, вміст діацетилу, гіркота, аромат – залежать як від властивостей сировини, що використовується та технології затирання, бродіння, дозрівання, так і від дотримання рецептури виробництва даного сорта пива [7,8].

З використанням принципів кваліметрії були отримані комплексні показники оцінки якості продукції ($K_1 - K_8$).

Стадія отримання свіжопорослого солоду:

$$K_1 = 0,271\Phi A + 0,162W_{\text{сол}} + 0,216M_{\text{озн}} + 0,243E_{\text{сол}} + 0,108B$$

Стадія приготування товарного солоду:

$$K_2 = 0,072Fr + 0,132W_{\text{сол}} + 0,17\Phi A + 0,118E_{\text{сол}} + \\ + 0,126\text{ЧК} + 0,176E_{\text{сол}} + 0,116N + 0,09\beta_{\text{зт}}$$

Стадія приготування затору:

$$K_3 = 0,043W_{\text{сол}} + 0,05W_{\text{зер}} + 0,117m_{\text{сол}} + 0,126m_{\text{зер}} + 0,132E_{\text{сол}} + 0,121E_{\text{зер}} + \\ + 0,069n_{\text{сол}} + 0,073n_{\text{зер}} + 0,133B_{\text{сус}} + 0,039\eta_{\text{зат}} + 0,117\tau_{\text{оз}}$$

Стадія фільтрації (отримання суслу):

$$K_4 = 0,258\tau_{\text{фільт}} + 0,322B_{\text{суфільт}} + 0,194\eta_{\text{сус}} + 0,226A_{\text{скл}}$$

де ΦA – ферментативна активність (зімазна активність), од. активності; $E_{\text{сол}}$ – екстрактивність солоду, %; $M_{\text{озн}}$ – морфологічні ознаки (величина пагінця, величина корінця), мм; B – масова частка білка, %; $K_{\text{зат}}$ – титрована кислотність (загальна); ЧК – число Кольбаха, %; $\beta_{\text{зт}}$ – β -глюкан, мг/100г.; N – концентрація вільного амінного азоту (FAN), %; Fr – покази фріабіліметра (борошністість та скловидність), %; $W_{\text{сол}}$ – вологість солоду, %; $W_{\text{зер}}$ – вологість зерна.

Висновки. На основі принципів та методів кваліметрії розроблені моделі якості, сировини.

Література. Федюкин В. К. Основы кваліметрии. Управление качеством продукции /В. К. Федюкин. – М. : Информационно-издательский дом «Филинь», 2004.–296с.

6. Інтелектуальна підсистема оцінки якості процесу бродіння при виробництві ігристого сидру

Альона Дробот, Євген Проскурка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Для проведення оптимального процесу бродіння при виробництві ігристого сидру оператора необхідно забезпечити системою підтримки та прийняття рішень. Дана система підтримки та прийняття рішень працюватиме у вигляді інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу бродіння та буде надбудовою до розробленої стандартної системи автоматизації процесу бродіння при виробництві ігристого сидру.

Матеріали і методи

Пропонується створити інтелектуальну підсистему оцінки якості процесу бродіння при виробництві ігристого сидру на основі методів нечіткої логіки.

Результати

На першому етапі створення інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу бродіння при виробництві ігристого сидру з використанням методів нечіткої логіки необхідно провести лінгвістичну апроксимацію вхідних та вихідних технологічних змінних, що задіяні під час проходження процесу бродіння.

Лінгвістична апроксимація вхідних та вихідних технологічних змінних, що задіяні під час проходження процесу бродіння проводиться з задіянням експерта даної предметної області – процесу бродіння при виробництві ігристого сидру.

Також за допомогою експерта предметної області створюється база знань інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу бродіння.

База знань інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу бродіння включає правила, які описують процес бродіння, а також опис подій, які можуть виникнути під час проходження процесу бродіння та дії, які необхідно виконати оператору для проведення оптимального процесу бродіння при виникненні даних подій.

Проведена лінгвістична апроксимація вхідних та вихідних технологічних змінних та розроблена база знань дозволяють створити інтелектуальну підсистему оцінки якості процесу бродіння при виробництві ігристого сидру з використанням методів нечіткої логіки.

Використання створеної інтелектуальної підсистеми оцінки якості процесу бродіння на основі методів нечіткої логіки дозволить оператору оптимально проводити процес бродіння при виробництві ігристого сидру та надати оператору підтримку при виникненні подій, під час проведення процесу бродіння, які можуть негативно вплинути на оптимальне проведення процесу бродіння.

Висновки

Оптимальне проходження процесу бродіння при виробництві ігристого сидру забезпечить збільшення якості готової продукції та зменшення витрати енергоресурсів для проходження процесу бродіння, що в свою чергу забезпечить збільшення прибутковості підприємства.

7. Використання ультразвукового розпилювача для підвищення продуктивності сушильної установки при виробництві сухого молока

Анастасія Жураківська, Євген Проскурка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Виготовлення сухого молока обумовлене корисним складом, який майже не поступається натуральному молоку пройшовши пастеризацію. Але виникає проблема пришвидшення процесу сушки молока, так як час висушування вологи з молочного продукту досить великий. При цьому потрібно враховувати фактори, які сприяють скорочення часу виробництва сухого молока при використанні розпилювальних сушильних установок.

Матеріали і методи

Пропонується застосувати для розпилювальної сушильної установки ультразвуковий розпилювач, який може збільшити продуктивність виробництва сухого молока.

Результати

На сьогоднішній день виробництво сухого молока потребує модернізації сушильних установок для підвищення їх ефективності, збільшення виходу готової продукції при зменшенні енерговитрат на виробництво.

З огляду на те, щоб підвищити продуктивність розпилювальної сушильної установки для процесу сушки молока потрібно підібрати розпилювач таким чином, щоб пришвидшити темпи сушіння харчового продукту.

Зменшення часу протікання процесу сушки молока можна здійснити за рахунок зменшення розмірів частинок продукту і тим самим пришвидшити поглинання частини вологи сухим повітрям.

Для цього пропонується застосовувати ультразвуковий розпилювач для сушильних установок, який створює високі коливання і виробляє краплі малих розмірів, які мають велику швидкість при контакті з сухим повітрям.

Витіснення вологи з краплі і утворення сухого порошку триває за рахунок дотримання певних умов по температурі і швидкості потоку повітря. Температура повітря на вході розпилювальної сушильної установки не повинна перевищувати температуру закипання молока, адже це безпосередньо впливає на якість готової продукції.

Завдяки використанню ультразвукового розпилювача в сушильних установках при виробництві сухого молока можна досягнути точного розподілу крапель та інтенсивного розпилення. Також застосування даного розпилювача забезпечує високу пропускну здатність при стабільній якості випуску готової продукції.

Висновки

Використання розпилювальної сушильної установки з ультразвуковим розпилювачем при процесі сушки молока дає можливість значної інтенсифікації процесу – збільшення його продуктивності. Підвищення продуктивності процесу при незмінній якості готової продукції забезпечить збільшення прибутковості підприємства.

8. Розробка структури інтелектуальної системи моніторингу та прогнозування параметрів якості очищення стічних вод

Роговик Андрій, Засць Наталія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропоновано синтезувати інтелектуальну систему, яка б вирішувала завдання оцінки якості стоків, котрі надходять на очищення та їх якість після очищення; із передачею інформації на локальні системи керування електротехнологічними комплексами.

Матеріали і методи. Відсутність повноти інформації щодо конкретного комплексного процесу водопідготовки, складність (неможливість) його адекватного дослідження; відсутність або низькі точність та швидкодія сучасних засобів автоматичних вимірювань у режимі реального часу складу води - нелінійність показників кількості та якості стоків призводить до неякісної очистки стічних вод.[1, 2].

Результати. Авторами пропонується розробити інтелектуальну підсистему збирання, розрахунку та прогнозування параметрів якості води та перебігу процесу водоочищення. Дана система повинна забезпечувати не лише збір та обробку даних від наявних датчиків, а і прогнозування параметрів якості стічних вод, що визначаються лише лабораторним шляхом. Інтелектуальний модуль з системою підтримки прийняття рішення забезпечить корегування керуючого впливу до системи управління з урахуванням параметрів роботи поточного режиму технологічного процесу та можливістю вибору вхідних даних (від датчиків та лабораторії чи від підсистеми збору даних).



Рисунок 1 – Архітектура системи управління водоочистки

Висновки. Синтезована система забезпечить якісний і енергоефективний процес водоочистки та попередження виникнення нештатних ситуацій за допомогою використання інтелектуальної системи моніторингу параметрів якості стічних вод.

Література.

1. Заєць Н. А., Роговик А. В. Система моніторингу технологічного процесу для виявлення нештатних ситуацій на харчових підприємствах. Енергетика і автоматика. 2019. № 1. С. 91–106.
2. Заєць Н. А., Штепа В. М. Систематизація електротехнологічних комплексів водоочищення харчових виробництв. Енергетика і автоматика. 2018. № 4. С. 49–62.
3. Гавриленков А. Ч. Экологическая безопасность пищевых производств. Санкт-Петербург, 2006. 304 с.

9. Фрактальне прогнозування хаотичних часових рядів технологічного комплексу цукрового заводу

Олександр Ромащук, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливою рисою технологічного комплексу цукрового заводу як складної організаційно-технічної системи є переміжність поведінки, яка характеризується наявністю окрім детермінованої та стохастичної ще і хаотичної складової, що вимагає при прогнозуванні цього об'єкта специфічних методів.

Матеріали і методи. Всі прояви хаотичності можна встановити за допомогою хаотичних часових рядів, які породжуються складними нелінійними системами, опис яких у вигляді диференціальних рівнянь або дискретних відображень зазвичай пов'язаний з великими труднощами. Однак надійно встановлено, що такі ряди, як правило, є фракталами [1]. Тому для проведення прогнозування використовувався фрактальний аналіз.

Результати. Було проаналізовано часові ряди основних технологічних змінних цукрового виробництва як витрати соку, вапнякового молока, бурякової стружки, сиропу; температури в апаратах; рН соку та інших. Хаотична поведінка об'єкта керування викликана низкою внутрішніх факторів і дуже часто відіграє конструктивну роль у адаптації складних систем через самоорганізацію [2]. При дослідженні отриманих часових рядів необхідно визначити ряд особливостей, а саме:

- 1) визначити характер поведінки (детермінована, хаотична, стохастична), тобто встановити поведінка системи описується деяким детермінованим законом чи є повністю випадкова;
- 2) провести реконструкцію атратора, тобто за відомими часовими рядами відновити систему рівнянь, що описує таку поведінку;
- 3) визначити горизонт прогнозу, тобто передбачити поведінку системи і визначити імовірність того, як поведе себе система в той чи інший момент часу.

Для дослідження часових рядів за наведеними вище ознаками необхідно застосовувати адекватні методи дослідження, а саме для визначення характеру поведінки системи необхідно застосувати апарат нелінійної динаміки серед яких:

- 1) аналіз фрактальної розмірності системи;
- 2) оцінка ентропії Колмогорова;
- 3) визначення показника Херста.

За визначеними показниками встановлені межі прогнозу для досліджуваних змінних технологічного комплексу цукрового заводу.

Висновки. На основі фрактального аналізу, було встановлено, що розмірність вкладення, ентропія Колмогорова та старший ляпуновський показник дозволяють в практичних використаннях оцінювати час прогнозування системи.

Література

1. Wang J. Chaotic time series method combined with particle swarm optimization and trend adjustment for electricity demand forecasting / J. Wang, D. Chi, J. Wu, H. Lu // Expert Systems with Applications. – 2011. – №38, – P. 8419–8429.

2. Gromov V.A. Chaotic time series prediction with employment of ant colony optimization / V.A. Gromov, A.N. Shulga // Expert Systems with Applications. – 2012. – №39. – P. 8474-8478.

10. Використання технологій промислового Інтернету речей в системах автоматизації пастеризаційними установками

Дмитро Сімак, Олександр Пупена

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хоч сучасні автоматизовані системи керування в класичному виконанні забезпечують автоматизацію основних функцій, вони не використовують всі наявні технічні можливості. Зокрема накопичені дані по технологічним параметрам відображаються на трендах і виводяться в звітах, хоча б могли стати основою для виконання аналітичних функцій, а доступ до інформації обмежується тільки засобами SCADA/HMI. На прикладі АСКТП пастеризаційною установкою пропонується рішення з використанням технологій промислового інтернету речей, яке дасть можливість максимально використати наявні технічні ресурси та полегшити обслуговування обладнання.

Матеріали і методи. Застосування технології Інтернету речей в обслуговуванні установок дозволяє контролювати етапи роботи системи пастеризації будь де, а використання хмарних сховищ дає можливість формування баз даних для подальшої аналітики.

Результати. Застосування технологій Інтернету речей (далі IoT) дасть можливість використати ресурси локальної та промислових мереж підприємства для взаємодії великої кількості компонентів та підсистем підприємства між собою. Розроблена технічна структура та ведуться роботи по розробці програмного забезпечення для IoT-шлюзів для АСКТП пастеризаційно-охолоджувальної установки, які надають системі наступні додаткові функціональності.

1. Моніторинг стану технічних засобів та параметрів з будь-якого місця на виробництві, де це потребується.

2. Відправлення повідомлень тривоги працівникам, які відповідальні за виконання процесу та за проведення обслуговування. Це збільшує швидкість реагування при виникненні незвичайних ситуацій і виключає необхідність пошуку та використання засобів людино-машинного інтерфейсу ремонтному персоналу.

3. Швидке отримання конкретної інформації про стан обладнання та необхідної документації за місцем. Після отримання повідомлення працівник може перевірити стан засобу, що бачить перед собою, вибираючи необхідний елемент на планшеті зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

Звичайно така система має ідентифікувати хто саме намагається переглядати або вносити зміни в процес підготовки молока до подальшого використання. Для цього існують дані для входу, що може надати керівник підрозділу або адміністрація індивідуально кожному працівнику.

4. Збереження даних в хмарних сховищах та їх аналіз. Аналіз даних з віддаленого архіву дає можливість визначити проблеми як з кінцевим продуктом технологічного процесу так і з технічними засобами пастеризаційно-охолоджувальної установки

5. Використання цифрових двійників. Введення архіву в хмарному сховищі дає можливість створити віртуальну модель цифрового двійника у відповідності з реальними даними з установки.

Наведені можливості реалізуються невеликою кількістю засобів, що мають невелику вартість, але надають надзвичайно великий обсяг корисних функцій.

Висновки.

Впровадження промислового IoT в системи автоматизації керування пастеризаційно-охолоджувальними установками дає можливість спростити її обслуговування, зменшити простой та запобігти погіршенню якості продукту.

11. Аналіз та дослідження прогнозного регулятора в SIMATIC PCS7

Наталія Луцька, Руслан Байдась

Національний університет харчових технологій

Вступ. Застосовуючи сучасні методи регулювання (Advanced Process Control), реалізовані в сучасних інженерних програмах, харчова промисловість має реальні важелі для зменшення втрат та підвищення якості виробництва.

Матеріали і методи. Як матеріали використовується опис принципів роботи функціонального блоку «ModPreCon» програмного забезпечення SIMATIC PCS 7. Використовувані методи: аналіз, структурування і алгоритмізація.

Результати. Застосування модельного прогнозного регулятора, передбачено в SIMATIC PCS 7 (функціональний блок «ModPreCon»). Блок «ModPreCon» використовується для управління багатозв'язними динамічними процесами. Він може обробляти до чотирьох залежних маніпульованих і керованих змінних, а також одну вимірювану змінну збурення. У особливих ситуаціях блок «ModPreCon» також може використовуватися для управління SISO (single-input single-output) об'єкта з особливо складною динамікою. Він працює краще, ніж ПІД-регулятор, наприклад, в системах з немінімальною фазою або сильно коливальним відгуком.

«ModPreCon» працює лише для стабільних процесів із кроковою реакцією, яка змінюється на фіксоване значення за скінченний час. Якщо процес нестабільний або включає інтегральну складову (наприклад, регулятор рівня в баку), відповідна передаточна функція повинна бути стабілізована за допомогою веденого регулятора.

Основний підхід до налаштування модельного передбачуваного регулятора дуже схожий на введення в експлуатацію ПІД-контролера на базі комп'ютера. Завдяки матричній формі параметрів управління всередині MPC взаємодія між блоком управління та конфігуратором організована по-різному. Конфігурація виконується в кілька етапів:

- Керування процесом за допомогою регулятора в ручному режимі, застосовуючи серію регульованих східчастих змін.
 - Запис вимірних даних на SFC-тренд та експорт у архівний файл.
 - Використовуючи конфігуратор MPC, створення вихідного коду SCL для блоку даних користувача (DB). Він містить моделі та матриці, необхідні для екземпляра «ModPreCon».
 - Компілювання вихідного коду SCL в інженерній системі та завантаження до PLC.
- MPC алгоритм базується на якісному критерії який складається з помилки регулювання та зміна керуючих сигналів:

$$J = (\bar{w} - \bar{y})^T \cdot R \cdot (\bar{w} - \bar{y}) + \Delta \bar{u}^T \cdot Q \cdot \Delta \bar{u}$$

Діагональні зважувальні матриці R і Q впливають на інтенсивність дії регулятора.

Висновки. Прогнозний регулятор реалізований в блоці «ModPreCon» в SIMATIC PCS7 спрощує обробку складної динаміки процесу, дозволяє завчасно усувати помилки, враховує обмеження процесу та дозволяє здійснювати складне комплексне регулювання процесом.

Література

1. Pfeiffer, B.-M., Lorenz, O. Unit-orientierte Musterlösungen für Advanced Control (Unit-oriented solution templates for advanced control) – Beispiel Destillationskolonne (Example distillation column). Automation 2008, Baden-Baden. VDI-Berichte 2032, S. 11-14, VDI-Verlag, Düsseldorf.

12. Апаратно-програмна реалізація системи оптимального керування двоетапним процесом кристалізації цукру

Іван Бокоч, Віктор Трегуб

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З метою знаходження оптимальних режимів двоетапного процесу кристалізації при якому стадія кристалоутворення та безпосередньо сам процес варіння цукру відбуваються в окремих апаратах та для підвищення ефективності роботи утфельних вакуум-апаратів періодичної дії (ВАПД) проводиться оптимізація даного процесу.

Матеріали і методи. Критерій оптимізації повинен змінюватися в залежності від поточної ситуації, що виникла на виробництві, тобто автоматична система керування вибирає необхідний режим в залежності від ситуації, що визначається за вхідною поточною інформацією.

Результати. Апаратно-програмна реалізація системи оптимального керування утфельного ВАПД у вигляді структурної схеми показана на рис.1. В запропонованій АСУ керуванням на нижньому рівні займаються регулятори стабілізації (тиску пари та розрідження в апараті) та програмний регулятор підкачки сиропу в апарат, що керують відповідними клапанами. Оптимізацією основних показників займається верхній рівень на чолі з PLC. Блок логічних обчислень, опираючись на дані з блока завдання на виробництво, блока визначення оптимального значення кінцевого вмісту кристалічного цукру в маточному утфелі та бази знань, реалізує необхідний алгоритм роботи установки, обраховує оптимальний режим варіння утфелю за кінетичної оптимізації для даного випадку, та визначає оптимальні значення змінних керування, після чого передає дані на блок прийняття рішень, що формує режим роботи установки для конкретного випадку. В залежності від вибраного режиму блок оптимізації формує відповідні сигнали для регуляторів.

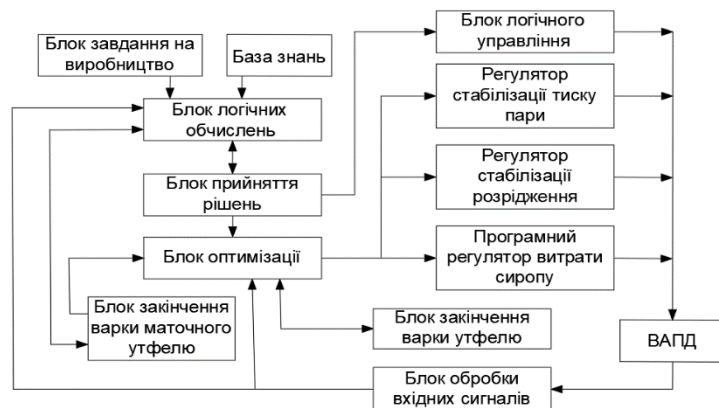


Рис.1 Структура системи керування комбінованим ВАПД

Висновок. Застосування запропонованої системи дасть можливість оперативного та якісного регулювати процес варки, що в свою чергу дасть змогу оптимізувати час варіння та вихід готового продукту.

Література. 1. Трегуб В.Г. Оптимальне керування технологічним комплексом апаратів періодичної дії / В.Г. Трегуб, М.С. Глушенко // Наукові праці НУХТ. –2006. – №18.– С. 74-76

13. Автоматизоване управління процесом виробництва вершкового масла

Скворцов Олександр, Засць Наталія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основне завдання молочної промисловості – забезпечення сталого постачання населенню країни молочних продуктів у широкому асортименті, високої якості, збалансованих за основними поживними речовинами, а це в свою чергу пов'язано із глибокою комплексною переробкою тваринницької продукції.

Матеріали і методи. Неповнота інформації щодо комплексного процесу масловиготовлювання, складність нормального дослідження; відсутність швидкодії та низька точність засобів автоматичних вимірювань у режимі реального часу призводить до складності регулюванню і погіршенню праці людей. Доцільно доповнити існуючі системи автоматизації процесу виготовлення масла системою моніторингу технологічного процесу та підтримки прийняття рішень з метою попередження виникнення нештатних ситуацій та їх локалізації.

Результати. Вершкове масло є концентратом молочного жиру, який має найвищу серед природних жирів харчову та біологічну цінність. У маслі міститься не менше 82,5% жиру, не більше 16% – води, до 1,5% солі, 1...1,9% сухого знежиреного молочного залишку. Його калорійність складає близько 32682 кДж/кг за середньої засвоюваності жиру 97% і сухих речовин плазми 94,1%. Біологічна цінність доповнюється вітамінами А, В, Е та В1 В2, С . В Україні нараховується близько 200 підприємств – виробників масла. Український ринок масла на сьогоднішній день характеризуються повним домінуванням вітчизняних виробників . Виготовляють вершкове масло двома способами: збиванням вершків і перетворенням високожирних вершків. Другий спосіб більш ефективний (за часом), тому підходить для виробництва великих партій даного продукту. Так, для початку беруть молоко, яке гріють, сепарують і пастеризують. Отримані вершки додатково сепарують і обробляють, щоб підвищити відсоток їх жирності. Далі їх обробляють у маслоутворювачі протягом 140-200 секунд залежно від пори року, перетворюючи в масло. Готове фасоване масло витримується в холодильнику до 5 днів, для поліпшення його смаку . Основою підвищення ефективності переробки молочної сировини і виробництва молочних продуктів є впровадження досягнень науковотехнічного процесу, нових технологій і ефективної техніки.

Висновок. Використання установок з мікропроцесорними системами управління, комплексно автоматизованих ліній, цехів і підприємств, дасть змогу підвищити рівень автоматизації виробництва, істотно змінити характер і якість праці людей.

Література.

1. Поліщук Г.Є. Технологія молочних продуктів: підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. – К. : НУХТ, 2013. – 502 с.
2. Вышемирский Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное / Ф.А. Вышемирский. – СПб: ГИОРД, 2004. – 720 с.
3. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры. Том 2. Масло коровье и комбинированное / Л.И.Степанова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 336 с.

14. Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу з використанням сучасних програмно-технічних засобів

Науменко Денис, Смітюх Ярослав

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропоновано розробити систему автоматизації, яка б вирішувала завдання регулювання технологічних процесів в колонному дифузійному апараті із передачею інформації на системи керування цукрового заводу.

Матеріали і методи. Відсутність повноти інформації щодо конкретного комплексного процесу сокодобування, складність його адекватного дослідження, регулювання; відсутність або низькі точність та швидкодія сучасних засобів автоматичних вимірювань у режимі реального часу.

Результати. Добування цукру з бурякової стружки — один з основних процесів цукрово-бурякового виробництва, яким у значній мірі визначаються якість і кількість одержуваного цукру й ефективність роботи заводу в цілому. На вітчизняних цукрових заводах цей процес здійснюють, як правило, на дифузійних апаратах безперервної дії, що прийшли на зміну дифузійним батареям періодичної дії Роберта. Авторами пропонується розробити систему, яка б забезпечувала якісне регулювання матеріального балансу дифузійного апарата. Так як сокодобуваюче відділення фактично задає темп роботи всього заводу, дана система повинна забезпечувати як збір та обробку даних від інтелектуальних датчиків, так і регулювання параметрів та процесів за допомогою сучасних програмно-технічних комплексів.

Висновки. Система автоматизації забезпечить якісне регулювання та отримання даних про технологічні параметри, за допомогою чого організовується попередження виникнення нештатних ситуацій та краща якість продукції.

Література.

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. Часть 2 под ред. В.О. Штангеева. – К.: ЦукорУкраїни. 2004. – 320 с.
2. Пупена О.М., Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. Видавництво Ліра-К. 2013 р.
3. Трегуб, В.Г. Автоматизация периодических процессов в пищевой промышленности / В.Г. Трегуб. – К.: Техніка, 2002. – 160 с. Трегуб, В.Г. Проектирование систем автоматизации: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К,

15. Розробка системи автоматизації лінії виготовлення твердого сиру з використанням сучасних програмно-технічних засобів

Сімейко Марина, Смітюх Ярослав

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропоновано розробити систему автоматизації, яка б вирішувала задачі регулювання технологічних параметрів, що дає можливість проводити процес отримання кисломолочного сиру в оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів.

Матеріали і методи. Проведений аналіз діючої лінії виготовлення твердого сиру, визначені технологічні параметри які потребують контролю та якісного регулювання відповідно до технологічних вимог виробництва для отримання найкращої якості продукту.

Результати. Перспективним для виробництва сиру кисломолочного зі знежиреного молока є використання високотехнологічних ліній, укомплектованих сепараторами для відділення сироватки від білкового згустку. Сучасні технології і способи фасування, що передбачені в лініях, подовжують термін зберігання готового продукту до 7 діб при температурі 2...6 °С, а за термізації білкового згустку — до 21 доби. Пропонується розробити систему яка б слідувала та регулювала технологічні параметри, здійснювала обмін даними між вищими та нижчими системами керування за допомогою сучасних програмно-технічних комплексів.

Висновки. Дана система якісно впливає на якість готової продукції, зменшує кількість браку та нештатних ситуацій.

Література. 1. Трегуб, В.Г. Автоматизація періодичних процесів в харчовій промисловості / В.Г.Трегуб. - К.: Техніка, 2002. - 160 с. Трегуб, В.Г.

2. Ладанюк, А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості : підруч. / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 224 с.

3. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів,- 2006.-347

20.2.

Information technology

Chairperson – professor S.M. Chumachenko

Secretary – associate professor M.P. Kostikov

20.2.

Інформаційні технології

Голова – проф. С. М. Чумаченко

Секретар – доц. М. П. Костіков

1. Comparison of LoRa and LoRaWAN

Serhii Chumachenko, Andrii Moshenskyi, Maksym Sukalo
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The Internet of Things (IoT) quickly grows in the Western Europe and in the Ukraine also. IoT requires the introduction of new technologies of wireless sensor networks. First step is the data transfer technology choice.

Materials and methods. Basically, such networks are built in accordance with the ISM license in the 433-866-915 MHz bands. Sigfox in Ukraine is much less widespread than LoRa (LoRaAPRS) and LoRaWAN. We will try to make the simple comparison of those two technologies.

Results. You can see short summaries in the table and figures below.

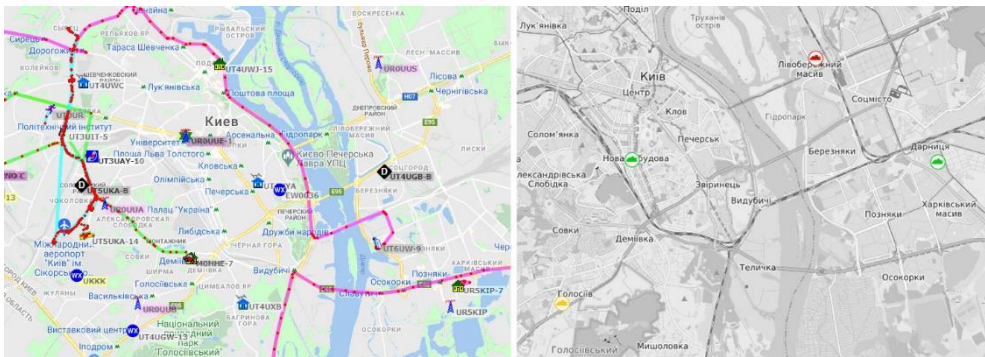


Figure 1. APRS map and LoRaWAN map

Table 1. Comparison of LoRa and LoRaWAN

Features	LoRa (APRS)	LoRaWAN (Ukraine)
Band 433 MHz	Yes	No (Yet...)
Channels in the band	3	0 but 2 (Factic usage...)
Band 866 MHz	No (ISM)	Yes
Channels in the band	No	8
Encryption	No	Yes
Mapping built-in	Yes	No
Data	Open	Private
Communication	2-way	1-way

Conclusions. You can use APRS sector of LoRa technology with 2-way multipeer communication, good built-in mapping service and a wide park of gates only if Your data is not encrypted and open. LoRaAPRS can use the LoRaWAN. Your choice!

References

1. *Google Maps APRS* (2021) [online]. URL: <https://aprs.fi>
2. *TTN mapper* (2021) [online]. URL: <https://ttnmapper.org/>
3. Горілий, В. О., Мошенський, А. О. Програмно-апаратний комплекс для моніторингу торф'яних пожеж на радіоактивно забрудненій території, *Наукові праці НУХТ*, 2019, т. 25, № 2, с. 16–21.

2. Application of the Spectral Analysis Method for Determining Fluctuations in Digital Signals of Illegal Means of Obtaining Information

Serhii Chumachenko, Valerii Popel

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The article is devoted to the problem of separating a signal emitted by a device intended for illegal removal of information from a data transmission channel. The proposed method has an advantage when the signal-to-noise ratio is small, or in a small observation interval of the process under study.

Materials and methods. Classical methods based on the use of the Fourier transform were analyzed in the study.

Results. In cases where the classical methods based on the use of the Fourier transform do not provide the required accuracy, it is possible to use the methods of parametric spectral analysis. This situation occurs when the signal-to-noise ratio is small, or in a small observation interval of the process under study. In the latter case, to improve the accuracy of determining the spectral density, it is necessary to use a priori information on the behavior of the process under study outside the observation interval.

The means of illegal obtaining of information usually emits a random signal. To detect and recognize this random signal against the background of legal radio signals, it is necessary to present this signal in a convenient form for digital analysis.

Therefore, the purpose of the study is to represent the signal in the form of a model based on matrix transformations that most accurately reflects the signal and allows one to determine the statistical characteristics of the signal.

The Prony method is a method of analyzing short segments of a signal based on the approximation of a signal to a finite sum of complex exponents, which approximates the sequence of complex data of a model consisting of p damped complex exponents:

Then the model (the model contains a $2p$ component) will look like:

$$\hat{x}(n) = \sum_{k=1}^{2p} A_k \exp[j2\pi f_k(n-1)T + j\theta_k] = \sum_{k=1}^{2p} h_k z_k^{n-1}, \quad (1)$$

where $1 \leq n \leq N$, $h_k = A_k \exp(j\theta)$, $z_k = \exp(j2\pi f_k T)$, considering that z_k has a unit module $|z_k| = 1$.

If h_k and z_k are complex conjugated pairs and $f_k \neq 0$ or $f_k \neq 1/2T$ then the sequence from the readings of the real data can be approximated by a model consisting of an even and odd number p of real non-attenuating sine waves. The values of these parameters are completely arbitrary.

Application of the method allows you to isolate the signal that the illegal device emits against the background of the noise level.

Conclusions. A new spectral analysis method is proposed, based on the classical Prony method which has been improved by replacing damping sinusoids with the use of non-damping sinusoids, which allows to distinguish the signal very accurately and to determine its characteristics against the background of many obstacles of the air space.

References

1. Laptiev, O. (2020). *Methodological Fundamentals of Automated Search Digital Means of the Illegal Obtaining Information*: monograph. Kyiv, 326 p.

3. AR Enabled IoT for a Smart and Interactive Environment

Mariia Fedosieieva, Rostyslav Lisnevskyi

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Introduction. Virtual reality (AR) and the Internet of Things (IoT) are currently receiving considerable attention as key technologies to make space more interactive. Where AR is a type of interactive environment that provides a view of the real world in enlarged space through spatial visualization and helps people understand the world and enhances their intelligence to solve problems and perform real tasks, IoT refers to a network of physical devices and everyday objects embedded with minimal computing elements for sounding, collecting, communication and even interaction with the objects themselves.

Materials and methods. Scientific abstraction, synthesis, analysis, extrapolation, comparison and deductive method were used. Analysis were used for specification of the main gains. Were defined the main advantages of integration of the AR and IoT.

Results. AR and Internet of Things might have different objectives with seemingly unrelated concepts, but they can, in fact, be complementary to each other. First, AR offers a convenient and intuitive way for users to visualize and interact with Internet of Things objects and their associated data [2]. Principally, a spatially registered and visually augmented interface offers a direct and semi-tangible interface and is, thus, easy to comprehend and highly useful, particularly for everyday and/or anywhere usage. For example, user wants to study the functionalities of her new TV and he is playing the AR manual for the TV. The AR manual provides step-by-step instructions to learn operations, and visual AR contents of next operation in the TV's parts are registered with AR tracking information. Although user has prebuilt feature datasets, he cannot have robust AR tracking performance due to small feature points of the textureless TV. Thus, he pushes a graphical user interface (GUI) button for guided AR tracking, then she is able to execute robust registration selected by the TV's tracking characteristic, which is the stored object's tracking attribute in the IoT sensor.

This example shows a possible architecture of such combination as a basis for smart and interactive AR services. The AR service client interacts directly with the IoT object of interest in the immediate area and, upon connection, immediately receives context-relevant AR datasets (for tracking or customized service content) [1]. Depending on the context, appropriate and available services, such as a simple product information display, appliance control, or an instruction manual, are shown in the proper form (for example, through a mobile graphical user interface (GUI), AR glasses, mobile AR, voice, spatially registered AR, or simple overlay) with which to interact.

Conclusions. After a while, IoT users will work and interact with physical objects that can receive virtual reality (AR) data sets anytime, anywhere and can enrich their visual perception. There are also open issues that require further research to improve the AR experience of IoT users in the environment.

References

1. White, G., Cabrara, C., Palade, A., Clarke, S. (2018). Augmented reality in IoT; *Proceedings of the 8th International Workshop on Context-Aware and IoT Services*; Hangzhou, China. 12–15 Nov. 2018.
2. Phupattanasilp, P., Tong, S. (2019). Augmented reality in the integrative Internet of Things (IoT): Application for precision farming, *Sustainability*, 11:2658, doi: 10.3390/su11092658.

4. Use of Automated Data Collection to Manage the Execution of Contracts

Serhii Hrybkov, Illia Kozhushko

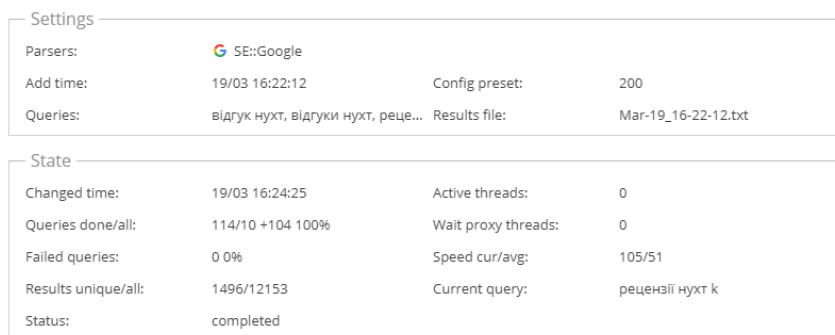
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine


Introduction. The urgent task today is the automated collection of large amounts of data for research or other purposes, including modeling.

Materials and methods. In the study of the process of managing the implementation of contracts using automated data collection used methods of theoretical generalization, namely the method of analysis and synthesis, generalization and scientific abstraction. The information base of the study is the work of domestic and foreign scientists.

Results. Investigating this decision-making process when concluding service contracts and planning them, modeling data such as feedback and reviews are important, which can be implemented using automated data collection.

Today, automated data collection from web resources is called «web scraping» (web collection or retrieval of web data) or «parsing» [1]. Since the legality of parsing is very different for different countries, which is covered in [2], which is devoted to the analysis of the rules and principles of legality of web scraping. The A-Parser software is used. The possibility and expediency of a web scraper for automated data collection in use for further modeling is determined. The speed and volume of data collection is determined if only 10 incoming requests are used. The collection of Google search engine data such as a link to the site, the name of the link (anchor) and the description of the link (snippet) is specified (Fig. 1.).



Settings			
Parsers:	 SE::Google		
Add time:	19/03 16:22:12	Config preset:	200
Queries:	відгук нухт, відгук нухт, реце...	Results file:	Mar-19_16-22-12.txt

State			
Changed time:	19/03 16:24:25	Active threads:	0
Queries done/all:	114/10 +104 100%	Wait proxy threads:	0
Failed queries:	0 0%	Speed cur/avg:	105/51
Results unique/all:	1496/12153	Current query:	рецензії нухт k
Status:	completed		

Fig. 1. Example of data collection

It is determined that web scraping allows you to automatically collect only 12 thousand results and almost 1500 unique results in 2 minutes of real time.

Conclusions. The development and use of web-scrapers allows you to quickly collect data for research where large amounts of initial data are needed, namely to model the execution of contracts using an evolutionary algorithm.

References

1. Hassanien, H. E.-D. (2019). Web Scraping Scientific Repositories for Augmented Relevant References Search Using CRISP-DM, *Appl. Syst. Innov.*, 2(4), 37, <https://doi.org/10.3390/asi2040037>.
2. FindDataLab (2020). *Legal Web Scraping for Legal Purposes* [online], July 7, 2020, URL: <https://finddatalab.com/web-scraping-legal>.

5. Перспективи хмарних технологій

Владислав Андрєєв

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хмарні технології — один із найперспективніших напрямів у ІТ, що стрімко набирає обертів і розвивається. Експерти вважають, що незабаром хмарні сервіси будуть на першому місці серед усіх технологій для розв'язання більшості бізнес-задач і досягнення бізнес-цілей.

Матеріали і методи. В дослідженні проведено аналіз сучасних можливостей та прогнозування перспектив подальшого розвитку хмарних технологій.

Результати. Хмарні технології — новий етап розвитку сукупності різних технологій, зокрема широкого розповсюдження високошвидкісного інтернету. Користувачеві надається динамічний і масштабований спосіб доступу до різних сервісів через інтернет-з'єднання. Застосування хмарних структур дає певні переваги, такі як скорочення капітальних вкладень в інфраструктуру, витрат на її підтримку, фахівців та ін., але пов'язано і з ризиками, особливо в державних структурах.

Найповніше переваги хмар проявляються в умовах public cloud. Але нині жоден із національних архівів країн, де розробляють хмарні стандарти, не рекомендує держустановам користуватись публічними хмарами. Наявні тенденції показують, що в найближчому майбутньому це буде переглянуто, і нові стандарти, скоріше за все, набудуть чинності. Для хмарних технологій передбачається, аналізуючи сучасні тенденції та використання, такі зміни.

1. За допомогою IoT і хмарних обчислень стане можливим зберігати дані у хмарі для подальшого аналізу та забезпечення покращеної продуктивності.

2. Розмір індивідуальної програми разом зі складністю регулярно збільшується. Це призводить до того, що хмарні технології незабаром вимагатимуть попереднього системного мислення. Спостерігається розробка програмного забезпечення з багатьох боків, адже в майбутньому програми будуть зберігатися в інших місцях, крім хмари. Ця програма буде зберігатися на різних модулях, на серверах різних хмарних служб. Це також може зменшити вартість програмного забезпечення, адже розміщення компонентів програми на різних сховищах є економічно вигідним.

3. Ринок хмарних обчислень щороку зростає приблизно на 22,8%.

4. За допомогою хмарних технологій ми зможемо досягти бажаних цілей. Є багато досліджень, які довели, що хмарні обчислення будуть однією з провідних технологій у майбутньому, оскільки програмне забезпечення як сервісне рішення становитиме понад 60% робочого навантаження. Також передбачалося, що платформа як послуга та інфраструктура як послуга будуть поступово збільшуватися, як це використовувалося у більшості організацій.

Висновки. Результати дослідження показують переваги хмарних технологій і їхні майбутні перспективи. Обґрунтована доцільність використання хмарних обчислень, що є потужними та доступними, і в майбутньому будуть зростати та надавати багато переваг.

Література

1. Smith, D. M. (2011). *Hype Cycle for Cloud Computing*, Gartner, Inc., July 27, 2011, 74 p.
2. DataFlair (2021). *Future of Cloud Computing – 7 Trends & Prediction about Cloud* [online]. URL: <https://data-flair.training/blogs/future-of-cloud-computing>.

6. Поняття децентралізованих мереж, їх використання та порівняння з централізованими мережами

Віталій Бідочка, Сергій Палій

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження з метою визначення переваг використання децентралізованих мереж над централізованими мережами у різного роду проєктів.

Матеріали і методи. Матеріалами для досліджень стали досвід розробки централізованих мереж та децентралізованих мереж ІТ компаніями, а також статті порівняння цих двох типів мереж. Методами досліджень було порівняння типів мереж з точки зору практичності, вартості, а також безпечності їх використання.

Результати. Виведено найпростіші реалізації двох типів мереж: централізованої та децентралізованої (рис. 1), шляхи їх реалізації, зокрема методи досягнення анонімності користувачів, дотримання цілісності, незмінності та анонімності даних. А також була отримана порівняльна таблиця якостей двох типів мереж (рис. 2).

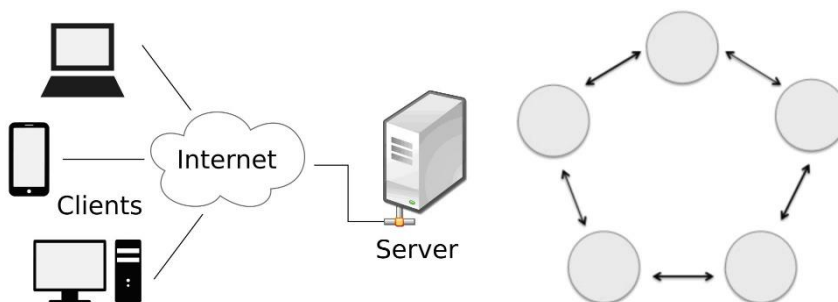


Рис. 1. Централізована і децентралізована мережа

Features	p2p network	Centralize network
Конфіденційність даних	✓	✗
Безпека даних	✓	✗
Анонімність	✓	✗
Простота реалізації	✗	✓
Масштабування	✓	✓

Рис. 2. Порівняльна таблиця якостей децентралізованої і централізованої мереж

Висновки. За отриманими порівняльними результатами, можна зробити висновок, що у випадку забезпечення 100 процентної безпеки та анонімності користувачів та їхніх даних слід використовувати децентралізовані мережі, але також слід враховувати їхню важкість та вартість розробки, що не завжди є конкурентно спроможною до централізованих мереж.

Література

1. *Peer-to-Peer (P2P) Network, The Complete Guide* (2021) [online]. URL: <https://coinpedia.org/beginners-guide/peer-to-peer-p2p-network>.
2. Coding Tech (2018) *Introduction to Decentralized P2P Apps* [online]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=oCS05QSQ-1k>.

7. Управління портфелями замовлень підприємств на основі опортуністичного підходу

Юлія Галайда, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Провідну роль в сучасних умовах нестабільності ведення бізнесу грає процес управління проектами та портфелями. Особливо це важливо для малого бізнесу, адже від ефективності кожного виконаного договору залежить доля таких підприємств, тому що необхідно виконати максимальну кількість договорів.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є процеси опису підприємницької діяльності як проектною та відбору проектів при формуванні портфеля замовлень малих підприємств на основі опортуністичного підходу. Теоретико-методологічну основу дослідження склали фундаментальні положення управління проектами з проблем портфельного управління.

Результати. Сучасні тенденції управління проектами та портфелями замовлень передбачають збільшення ролі ІТ. Тому на підприємствах, які займаються обслуговуванням замовлень, використовують ІТ-технології для управління проектами і портфелями. Завдяки цьому підвищується ефективність управління та зменшується відсоток незавершеності проектів та замовлень.

В проектно-керованих підприємствах і організаціях проектна діяльність є основним видом діяльності. Понад 50% продукції та послуг подібних компаній випускається під замовлення, а в управлінні широко застосовуються інструменти програмного і портфельного управління [1]. В проектно-орієнтованих підприємствах і організаціях проектна діяльність може охоплювати лише деякі сфери їх господарської діяльності. У цьому випадку тільки деякі замовлення або завдання виробничої діяльності розглядаються як окремі проекти. Разом з тим для реалізації проектно-орієнтованої діяльності необхідні відповідні умови: наявність компетентних фахівців, організаційних структур, прописаних процедур управління.

Останнім часом набув поширення опортуністичний підхід. Сутність опортуністичного підходу полягає в прагненні врахувати всі можливі фактори і використовувати можливості, що приходять з будь-якого боку. При цьому використовуються не тільки прямі можливості, а й непрямі. Під можливістю розуміється практична ідея, яка дозволяє отримати додатковий дохід протягом короткого проміжку часу (максимум року-двох). Причина виникнення опортуністичного підходу пов'язана з усвідомленням, що бізнес і його управління повинні бути гнучкими [2]. Підприємства з опортуністичним стилем управління зазвичай розраховують на свої кошти і неохоче використовують кредити, їх грошовий потік позитивний і вони стійкі до фінансових криз.

Висновки. Використання опортуністичного підходу для управління портфелем замовлень забезпечить мінімізацію ризику та підвищення техніко-економічних показників в цілому.

Література

1. Мамедов, К. В. (2011). Корпоративная система управления проектами, *ҚазЭУ хабаршысы. Журнал Қазақстан*, № 5,6 (83,84), с. 111–115.
2. Люке, Б. (2010). Дискуссия: Нельзя менять модель, *Ведомости*, № 78 (2596), 30.04.2010.

8. Використання S-BPM в управлінні проєктами з впровадження ІТ-систем

Мирослава Гладка¹, Ярослав Гладкий²

1 — Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

2 — Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Вступ. В управлінні ІТ-проєктами актуальним є використання суб'єктно-орієнтованих методів управління (S-BPM).

Матеріали і методи. Проведено дослідження S-BPM та виконано проєктування на основі в керуванні процесом розробки та впровадження інформаційної системи. Для проєктного управління та моделювання бізнес-процесів (БП) обрано систему управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM).

Результати. Суб'єктно-орієнтований підхід має велику перевагу перед іншими методами опису БП у вигляді уніфікації опису суб'єктів та об'єктів. Саме поєднання аспектів функціонування підприємства: безпосередня діяльність, моделювання діяльності та оперування даними. В бізнес-процесі в єдиному форматі поєднуються структура підприємства і повний опис всіх процесів та задач. Множина суб'єктів в організації має підлаштовуватись та обслуговувати множину потоків подій, як функціональних залежностей, що стимулюють досягнення мети.

Головним акцентом БП постає саме зв'язне логічне формування послідовності подій та функцій, а який суб'єкт призначити на виконання роботи чи функції являється вторинним фактором. В компаніях, що займаються розробкою та впровадженням інформаційних систем акцент ставиться на процесному управлінні, коли основною метою є чітко налагоджена та запущена в промислову експлуатацію система, тому весь штат проєктної команди має повноцінно залучатись до виконання робіт проєкту.

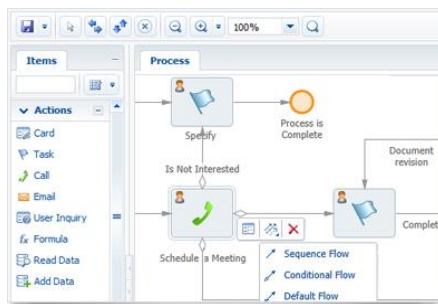


Рис. 1. Суб'єктно-орієнтоване моделювання бізнес-процесів

Висновки. Використання суб'єктно-орієнтованого методу в управлінні ІТ-проєктами забезпечує чіткий алгоритм залучення усіх членів проєктної команди до усіх функцій впровадження ІС.

Література

1. Fleischmann, A.; Schmidt, W.; Stary, C. (2015). *S-BPM in the Wild: Practical Value Creation*. Cham: Springer, 283 p.
2. Neubauer, M.; Stary, C. (2017). *S-BPM in the Production Industry: A Stakeholder Approach*, Cham: Springer, 232 p.

9. Використання автоматизованого збору даних для управління виконанням договорів

Сергій Грибков, Ілля Кожушко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею сьогодення є автоматизований збір великих обсягів даних для дослідницьких або інших цілей в тому числі при моделюванні.

Матеріали і методи. При дослідженні процесу управління виконання договорів з використанням автоматизованого збору даних використані методи теоретичного узагальнення: аналізу, синтезу, узагальнення та наукової абстракції. Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних і закордонних науковців

Результати. Досліджуючи процес прийняття рішень при укладанні договорів на виконання послуг та їх планування важливі такі дані для моделювання як відгуки та рецензії, що можливо реалізувати з використанням автоматизованого збору даних.

Сьогодні автоматизований збір даних із веб-ресурсів називають «веб-скрапінг» (від англ. – web scraping, scraping — вишкрібання, веб-збирання або витягнення веб-даних) або «парсинг» [1]. Оскільки легальність парсингу дуже різниться для різних країн, що висвітлено у роботі [2], яка присвячена аналізу правил та принципів легальності веб-скрапінгу. Використано програмний засіб «A-Parser». Визначено можливість та доцільність веб-скраперу для автоматизованого збору даних у використанні для подальшого моделювання. Визначено швидкість та обсяг збору даних якщо використати лише 10 вхідних запитів. Задано збір таких даних видачі пошукової системи Google як посилання на сайт, найменування посилання (анкор) та опис посилання (сніпет) (Рис. 1.).

Settings			
Parsers:	SE::Google		
Add time:	19/03 16:22:12	Config preset:	200
Queries:	відгук нухт, відгуки нухт, реце...	Results file:	Mar-19_16-22-12.txt

State			
Changed time:	19/03 16:24:25	Active threads:	0
Queries done/all:	114/10 +104 100%	Wait proxy threads:	0
Failed queries:	0 0%	Speed cur/avg:	105/51
Results unique/all:	1496/12153	Current query:	рецензії нухт k
Status:	completed		

Рис. 1. Приклад збору даних

Визначено, що веб-скрапінг дозволяє автоматично зібрати всього 12 тис. результатів та майже 1500 унікальних результатів за 2 хвилини реального часу.

Висновки. Розвиток і використання веб-скраперів дозволяє швидко збирати дані для досліджень де потрібні великі обсяги початкових даних, а саме для моделювання виконання договорів за допомогою еволюційного алгоритму.

Література

1. Hassanien, H. E.-D. (2019). Web Scraping Scientific Repositories for Augmented Relevant References Search Using CRISP-DM, *Appl. Syst. Innov.*, 2(4), 37, <https://doi.org/10.3390/asi2040037>.
2. FindDataLab (2020). *Legal Web Scraping for Legal Purposes* [online], July 7, 2020, URL: <https://finddatalab.com/web-scraping-legal>.

10. Можливості використання Jenkins для автоматизації процесу розроблення програмного забезпечення

Олександр Данченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При розробці програмного забезпечення (ПЗ) розробники зіштовхуються з певними трудомісткими завданнями, які займають багато часу на розв'язання. Автоматизувавши частину завдань, які не потребують участі людини, за допомогою Jenkins, розробники отримують більше вільного часу на виконання більш пріоритетних завдань, чим зменшать час на розробку ПЗ.

Матеріали і методи. Jenkins — це безкоштовний сервер автоматизації з відкритим кодом, написаний на Java. Він допомагає автоматизувати частини розробки ПЗ, пов'язані зі створенням, тестуванням та розгортанням, сприяючи безперервній інтеграції та постійній доставці. Це система на основі сервера, яка працює в серверних контейнерах, таких як Apache Tomcat. Він підтримує інструменти контролю версій, включаючи AccuRev, CVS, Subversion, Git, Mercurial, Perforce, ClearCase та RTC. Jenkins може виконувати проекти на основі Apache Ant, Apache Maven та sbt, а також довільні скрипти і команди пакетного Windows.

Результати. При розробленні ПЗ Jenkins може використовуватись у різних цілях. Наприклад, Jenkins зручно використовувати у роботі зі збірками (builds). Збірки можуть запускатися різними способами, наприклад:

- веб-хук, який запускається при натисканні комітів у системі контролю версій;
- планування за допомогою кронподібного механізму;
- запит конкретної URL-адреси збірки;
- після завершення інших збірок у черзі;
- викликані іншими збірками.

Для Jenkins були випущені плагіни, які поширюють його використання на проекти, написані іншими мовами, крім Java. Доступні плагіни для інтеграції Jenkins з більшістю систем контролю версій та баз даних про помилки. Багато інструментів побудови підтримуються за допомогою відповідних плагінів. Плагіни також можуть змінювати вигляд Jenkins або додавати нову функціональність. Існує набір плагінів, призначених для цільового модульного тестування, які генерують звіти про тестування у різних форматах (наприклад, JUnit у комплекті з Jenkins, MSTest, NUnit тощо) та автоматизоване тестування, яке підтримує автоматизовані тести. Збірки можуть генерувати звіти про тестування у різних форматах, що підтримуються плагінами (підтримка JUnit наразі в комплекті), а Jenkins може показувати звіти та генерувати тенденції та показувати їх у графічному інтерфейсі.

Jenkins дозволяє налаштовувати сповіщення електронною поштою для результатів побудови. Jenkins надсилатиме електронні листи зазначеним одержувачам, коли відбуватиметься певна важлива подія, наприклад:

- помилка збірки;
- нестабільна збірка;
- успішна збірка після невдалої збірки, що вказує на те, що криза закінчена;
- нестійка збірка після успішної, що вказує на те, що існує регресія.

Висновки. Запровадивши Jenkins до розроблення ПЗ, розробники підвищать ефективність та швидкість виконання завдань, а найголовніше — автоматизують свою власну працю.

11. Порівняння фреймворків UIKit і SwiftUI при розробленні мобільних додатків під iOS

Михайло Демченко, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наш час розроблено досить багато технологій для створення мобільних додатків, у тому числі й під iOS. Одними з популярних нині фреймворків є UIKit та SwiftUI. Перед новими розробниками в галузі може поставати питання, яку з цих технологій краще обрати для вивчення.

Матеріали і методи. У дослідженні проведено аналіз та порівняння фреймворків UIKit і SwiftUI з метою визначення їхніх особливостей, сильних і слабких сторін та можливостей застосування при розробленні мобільних додатків під iOS.

Результати. UIKit та SwiftUI — це фреймворки, що використовуються для розробки iOS-додатків. Вони надають можливість створення основних компоненти додатку: від ярликів і кнопок до таблиць і контролерів. Крім того, без них неможливо написати нативні додатки в XCode. А саме XCode — це офіційне середовище розроблення від Apple.

Яка різниця між цими двома технологіями? Основна відмінність полягає в тому, що UIKit — це імперативний фреймворк, а SwiftUI — декларативний.

Який із цих підходів краще? При використанні імперативного фреймворку треба вручну описувати зміни кожного стану при будь-яких змінах: чи то натискання кнопки, чи звичайне завантаження представлення. Натомість декларативний підхід є трохи іншим: розробнику не потрібно описувати послідовність виконання, а достатньо лише оголосити, чого саме він хоче досягти, і фреймворк зробить за нього всю необхідну «магію». Тому кожен індивідуально визначає, який підхід для нього зручніший.

Що стосується процесу розроблення, при використанні SwiftUI весь прогрес написання коду показується в окремому вікні. Тим часом у UIKit необхідно запускати симулятор для того, аби побачити результат свого коду. З цієї точки зору переваги SwiftUI очевидні.

То що краще використовувати? SwiftUI — доволі новий фреймворк, і він показує, яким може бути майбутній розвиток iOS. Однак поки що більшість компаній і розробників усе ж таки не поспішають одразу переходити на нове, а пишуть стандартний якісний код на UIKit. Отже, в нових розробників зараз є чудова нагода, опанувавши SwiftUI, стати якісним фахівцем із сучасної перспективної технології та вразити всіх своїми знаннями та навичками. Проте бажано не забувати паралельно дивитись і на UIKit, і тоді точно все вийде.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про те, що в наш час обидва розглянуті фреймворки мають свої переваги при розробленні мобільних додатків. Отже, вибір однієї з цих технологій залишається за розробником та може залежати від особистих уподобань. Однак, на думку авторів, майбутнє мобільної розробки під iOS — скоріше за все, за SwiftUI.

Література

1. Hudson, P. (2021). Answering the Big Question: Should You Learn SwiftUI, UIKit, or Both? [online]. *Hacking with Swift*, Feb 9, 2021, URL: <https://www.hackingwithswift.com/quick-start/swiftui/answering-the-big-question-should-you-learn-swiftui-uikit-or-both>.

12. Аналіз актуальності розроблення положень концепції Smart Grid та її адаптації до українських реалій

Ілля Живун, Сергій Чумаченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний розвиток паливно-енергетичного комплексу у глобальному та національному масштабах має відповідати не тільки новим цілям і тенденціям розвитку світової та національних економік країн у XXI сторіччі, але й новому характеру загроз економічного, екологічного та соціального характеру.

Матеріали і методи. Дослідження та аналіз перспектив розвитку енергетичної платформи на засадах концепції Smart Grid в Україні та світі дозволить провести структурну модернізацію всієї енергетичної платформи.

Результати. Сьогодні «інтелектуальна енергетика» стає терміном, що позначає нові принципи роботи енергетики як в Україні, так і за кордоном.

У зв'язку з цим виникла нагальна необхідність у розробці нових підходів до керування зростаючими та різноплановими за інтенсивністю і напрямками потоками паливно-енергетичних ресурсів, що дозволяє безпечно та ефективно їх використовувати в наявних і майбутніх енергетичних системах. Зокрема, необхідно відзначити актуальність розробка положень концепції Smart Grid та її адаптації до українських реалій.

В основу реалізації такої концепції мають бути покладені наступні принципові позиції:

- енергетика є інфраструктурною базою розвитку економіки, в якій зацікавлені всі інститути;
- оптимізація якості та ефективності використання всіх видів ресурсів і енергетичних активів;
- у сучасному і майбутньому суспільстві енергія розглядається як джерело, що забезпечує отримання людиною та суспільством певних споживчих цінностей ;
- споживач не повинен отримувати обмеження з боку енергетики, вибираючи, де йому жити, якими приладами та послугами користуватися, здійснювати свою діяльність і т.ін.;
- задоволення потреби в електричній енергії має здійснюватися при одночасному істотному зниженні тиску на екологію.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок про те, що реалізація технології Smart Grid надалі має істотно підвищити надійність та економічність функціонування й розвитку енергосистеми України, а також поліпшити якість обслуговування споживачів.

Література

1. Каплун, В. В., Козирський, В. В. (2011). Smart Grid як інноваційна платформа розвитку електроенергетичних систем, *Енергетика та електрифікація*, № 5 (333), с. 13–18.
2. Лисенко, О. І., Чумаченко, С. М., Урядникова, І. В., Туровець, Ю. С. (2014). Приклади моделей енергетичної політики у сучасних умовах, *Модернізаційні процеси державного та муніципального управління: матер. міжнар. наук.-практ. конф.* (04.04.2014), К.: Академія муніципального управління, ч. 2, с. 225–227.

13. Дослідження та прогнозування техніко-економічних показників відділу постачання підприємства з виробництва курятини за допомогою CASE-засобів

Лариса Загоровська, Євген Касьян

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасних умовах економічний аналіз господарської діяльності набуває особливого значення, стаючи ефективним засобом удосконалення системи управління. Він лежить в основі складання планів, прогнозів, програм, стратегій соціально-економічного розвитку підприємств та організацій міського господарства.

Матеріали і методи. Для дослідження і прогнозування техніко-економічних показників пропонується використовувати CASE- засоби та методологію IDEF0.

Результати. Дослідження велись на підприємстві з виробництва курятини. На базі реальних бізнес-процесів розроблено комплекс задач, який надає змогу розглянути роботу підприємства з економічної точки зору та, використовуючи CASE-засоби, вдосконалити процедури прийняття рішень завдяки використанню методів прогнозування. Задачі та CASE-засоби їх розгортання наведені в таблиці.

№	Задача	CASE-засіб для розгортання задачі та обґрунтування даного вибору
1	Дослідження діяльності підприємства для виявлення недосконалості бізнес-процесів. Обґрунтування доцільності розроблення інформаційно-аналітичної системи.	Для функціонального моделювання — AllFusion Process Modelerr7 BPwin із нотаціями IDEF0, IDEF3, DFD. Функціональна модель дала виявити недоліки та прийняти рішення щодо їх усунення.
2	Застосування методів прийняття управлінських рішень і рекомендацій, коригування засад управління ризиками підприємства.	На основі AllFusion Process Modeler r7 BPwin, Rational Rose, AllFusion Data Modeler побудовано модель даних, яка забезпечила інформаційну підтримку розроблення управлінських рішень та рекомендацій щодо управління ризиками підприємства.
3	Прогнозування попиту на продукцію з врахуванням впливу зовнішніх та внутрішніх чинників.	AllFusion Process Modeler r7 BPwin. Прогнозування техніко-економічних показників реалізовано з використанням теоретико-ігрових моделей.
4	Розробка інформаційно-аналітичної системи з використанням прогнозних моделей.	AllFusion Data Modeler r7 BPwin. Інформаційно-аналітична система реалізує моделі прогнозування для удосконалення економічної складової роботи підприємства.

Висновки. В умовах ринкових відносин техніко-економічний аналіз сприяє покращенню управління виробництвом, зміцненню його економіки, виконанню намічених цілей і планів, підвищенню ефективності діяльності підприємства.

Література

1. Маклаков, С. В. (2004). *Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler*. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 240 с.

14. Створення апарату ЕЕГ на основі AD8232

Микола Карпенко, Андрій Мошенський, Сергій Чумаченко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На основі показників активності мозку дізнаються емоційний стан або виявляють хворобу. ЕЕГ-моніторинг має вузький профіль застосування. Медична апаратура зазвичай громіздка та вимагає оператора-спеціаліста. Метою даної роботи є створення ЕЕГ-апарату для мобільного використання в ЗСУ.

Матеріали і методи. Основою приладу має стати датчик серцевого ритму AD8232 [1] із вмонтованим аналого-цифровим перетворювачем та мікроконтролер ATmega328. Плата ЕКГ датчику вже має необхідну кількість програмованих контактів і призначена для медичних цілей. Мікроконтролер ATmega328 має достатню кількість пам'яті та дискретизації, аби знімати ритми ЕЕГ.

Результати. У процесі виконання даної роботи було розроблено схему програмно-апаратного комплексу для зняття електропотенціалів шкірно-гальванічної реакції голови.

Ритмічна активність хвилових процесів поділяється α , β і θ -коливання. Кожна з них має власну частоту, амплітуду та область виявлення. Необхідні вимоги для виявлення сигналу обчислюється з урахуванням теореми відліків Віттакера — Найквіста — Котельникова — Шеннона, яка в цьому випадку полягає в розрахунку необхідної тактової частоти обробки даних.

Для виявлення найбільш поширеного α -ритму з частотним діапазоном 8–13 Гц і амплітудою 60–80 мкВ потрібне підсилення сигналу порядку 1000, яке буде виконуватись за рахунок додаткових підсилювачів.

Підвищення мобільності та простоти у використанні завжди несе за собою негативний ефект. У цьому випадку носієм спрощень є мала потужність датчиків та контролерів, а також бінарний метод кріплення електродів (порядок кріплення електродів визначається міжнародною системою 10–20). Він був обраний як мінімальний допустимий і полягає в розташуванні пасивного електрода на мочці вуха, а електроди фіксуються на позиціях F3 — O1 або F4 — O2[2]. Такий спосіб значно зменшує кількість датчиків, однак в такому разі ми поступаємось точністю вимірів, необхідних швидше в операційній, аніж у польових умовах.

Для показу результатів у вигляді графіків необхідний Led або Oled дисплей. Перетворення даних на рисунок графіку відбувається методом швидкого перетворення Фур'є — ортогональне розкладання досліджуваного тимчасового процесу $f(t)$ в ряд за тригонометричними функціями.

ДСТУ EN 60601-1-11:2015 стосується медичних електроприладів. Згідно зі стандартом в апаратній частині ЕЕГ має бути встановлена гальванічна розв'язка. Оскільки мова йде про мобільність приладу, живлення надходитиме від акумулятора

Висновки. Проведено підготовчу роботу для створення програмно-апаратного комплексу вимірювання шкірно-гальванічної реакції на основі ЕЕГ, проаналізовано способи вимірювань, обчислень, проведено відбір апаратних компонентів.

Література

1. AD8232 Datasheet (2021) [online], *AllDataSheet*, URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1007819/AD/AD8232.html>.
2. Международная система 10-20 (2021) [online], *CMI Brain Research*, URL: <https://cmi.to/ээг/система-10-20>.

15. Розроблення веб-додатку для МФО

Андрій Кобилянський, Андрій Гуржій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Веб-застосунок — це будь-яка комп'ютерна програма, яка виконує певну функцію, використовуючи веб-браузер у якості свого клієнта. Додаток може бути таким же простим, як дошка оголошень або контактна форма на веб-сайті, або настільки ж складний, як текстовий процесор або багатокористувацький мобільний ігровий додаток, який ви завантажуєте на телефон. Веб-додаток для МФО нестиме в собі інформацію про клієнтів, їхні позики тощо, що має спростити роботу працівникам компанії.

Матеріали і методи. У дослідженні і розробці розглянуто технології HTML, CSS, SCSS, JavaScript, React, Node.js, MySQL, PHP.

Результати. Обраний для дослідження стек технологій може дозволити реалізувати самостійно як і back-end частину, так і front-end. HTML та CSS дозволить нам зробити вигляд нашого веб-додатку, препроцесор SCSS допоможе нам у цьому, він спростить написання коду та надасть багато нових можливостей, які не має чистий CSS. За допомогою JavaScript, а саме бібліотеки jQuery ми зможемо зробити нашу front-end частину без перезавантажень та зможемо відправляти дані з нашого веб-додатку в базу даних, фреймворк React полегшить процес розроблення. Серверна частина буде написана за допомогою Node.js та за базу даних буде відповідати MySQL та за зв'язок із нею відповідно PHP.

Таким чином ми розробимо локальний продукт, який буде використовувати лише наша компанія, але на мою думку всі інші МФО, також мають схожий продукт, підігнаний під їх цілі, адже всі МФО є дуже схожими. Працівник компанії з легкістю зможе знайти інформацію з приводу клієнта перейшовши у відповідну вкладку, чи то буде інформація про його позику, чи то перевірка коректності введених даних (вкладка анкета та позики). Йому потрібно буде вказати номер телефону клієнта, ПІБ або ж ПІН, усе інше за нього зробить додаток, а саме перевірить наявність позики, покаже її статус тощо. Даний додаток значно покращить робочий процес в даній компанії, адже він матиме багато функцій, які потрібні працівникам компанії і які будуть реалізовуватись у декілька кліків (анулювання схваленої заявки, зміна номеру телефону клієнта, зміна продукту кредитування тощо). Також найбільшою перевагою даного додатку буде впровадження в нього такої програми, як «Скоринг». Це програма, яка буде перевіряти повторні заявки клієнтів, які раніше вже були схвалені вперше. Це заощадить багато часу верифікаторам (працівникам, які перевіряють заявку) та збільшить кількість видач, що призведе до більшої кількості погашень і до більшого прибутку. Отже, цей веб-додаток є великим кроком уперед у роботі компанії, адже він принесе велику користь у всіх робочих аспектах.

Висновки. Отже, наш веб-додаток слугуватиме не лише для підвищення ефективності та спрощення роботи наших працівників, а й для докладнішої інформації по певному клієнту або продукту (тип позики) та надасть змогу робити звіти за певні проміжки часу, а також матиме в собі інноваційне впровадження — «Скоринг», що повинно неабияк покращити прибуток компанії загалом.

Література

1. Морган, Н. (2016). *Javascript для детей: самоучитель по программированию*, М. : Манн, Иванов И Фербер, 336 с.

16. Матриця контент-плану для соціальної мережі Instagram як CRM-стратегія мережі фітнес-клубів Sport Life

Христина Коваль, Лариса Загоровська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Соціальна мережа Instagram стрімко розвивається та популяризується серед людей різного віку. Активне та грамотне введення сторінки в цій інтернет-спільноті дозволить піднести відносини з клієнтами на новий рівень.

Матеріали і методи. У дослідженні було проаналізовано в загальному діяльність мережі фітнес-клубів Sport Life, визначено тип контенту для Instagram та складено матрицю контент-плану.

Результати. Дослідження предметної області дали змогу визначити, що для мережі фітнес-клубів Sport Life найбільше підходить експертно-продаючий контент, оскільки головним завдання підприємства є продаж та надання спортивно-оздоровчих послуг. Контент-план постів на місяць був поділений на три основні блоки: інформаційний, продаючий та розважальний. Матриця контент-плану представлена в табл. 1.

Табл. 1. Матриця контент-плану постів для соціальної мережі Instagram

Інформаційний: корисний лайфхак	Продаючий : акція	Інформаційний: прояв експертності	Інформаційний: добірка	Продаючий : кейс	Інформаційний: залаштунки	Розважальний: інтерактив
Продаючий : про товар	Інформаційний: прояв експертності	Інформаційний: корисний лайфхак	Продаючий : відгук	Інформаційний: про компанію/ клуби	Інформаційний: про принципи	—
Продаючий : кейс	Інформаційний: обговорення	Інформаційний: огляд	Інформаційний: прояв експертності	Продаючий : про товар	Інформаційний: добірка	Розважальний: інтерактив
Інформаційний: огляд	Продаючий : про товар	Інформаційний: прояв експертності	Розважальний: розіграш	Продаючий : акція	Інформаційний: обговорення	Інформаційний: про компанію/ клуби
Інформаційний: прояв експертності	Інформаційний: корисний лайфхак	Продаючий : про товар				

Розшифрування значень деяких постів. Інформаційні: прояв експертності — пост про знання з власного досвіду клубів/тренерів; добірка — перелік цікавих речей, фаворитів на спортивну тематику; залаштунки — розповідь про запровадження послуг, вивчення предметної області; про принципи — пост про принципіальні основи роботи мережі. Продаючий: кейс — пост про результати клієнтів, їхні досягнення.

Висновки. Запропонована матриця контент-плану для інтернет-спільноти Instagram допоможе мережі фітнес-клубів Sport Life здобути більшу довіру у своїх потенційних клієнтів, дасть можливість збирати та аналізувати інформацію про те, чим більше цікавляться люди і публікації якого роду їм імпонують найбільше. Красиве візуальне представлення послуг, акції та розіграші сприятимуть активній зацікавленості людей, тим самим збільшуючи продажі та прибуток компанії.

17. Комплекс моделювання та оцінки властивостей системи автоматичного виправлення помилок у застосуванні до україномовних слів

Святослав Костенко, Валерій Литвинов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Значна частина методів автоматичного виправлення помилок правопису є залежними від мови. Розглядається імітаційна модель (ІМ) експериментальної оцінки властивостей методів, апробована для деяких україномовних застосувань.

Матеріали і методи. Для оцінки властивостей методів є суттєвими 3 фактори: типи помилок, алгоритми обробки помилкового слова і критерії оцінки. ІМ має модульну структуру і забезпечує можливість довільної зміни референтного орфографічного словника, генератора помилок та алгоритму.

Результати. Для заданої комбінації «словник — тип помилок — алгоритм» ІМ по черзі спотворює слова заданого словника помилкою і за допомогою алгоритму, що досліджується, шукає найбільш «близькі» слова-кандидати на виправлення помилкового слова. Звіт про результати проведеного дослідження містить:

- 1) загальну кількість коригованих помилкових слів за видами помилок;
- 2) кількість коректних пропозицій кандидатів;
- 3) кількість некоректних пропозицій;
- 4) кількість відсутніх пропозицій;
- 5) середню кількість кандидатів в пропозиціях.

Апробовано інструментарій та одержані пробні результати оцінки коригувальних властивостей оригінальних англійських фонетичних алгоритмів Soundex (S) та Metaphone (M), транслітерованих українською мовою, стосовно типових помилок тайпінгу — заміни, вставки, пропуски і перестановки символів. В процесі моделювання генерувалися однократні помилки відзначених видів та двократні (зважена суміш). Пошук слів-кандидатів виконувався у два етапи: попередній відбір за заданим алгоритмом, і остаточний відбір — на основі додаткової оцінки відстаней Дамерау — Левенштейна між помилковим словом і словами-кандидатами. Оброблено 59,6 млн помилкових слів, середній час обробки одного слова — 0,07 мс.

Експерименти показали, що результативність досліджуваних алгоритмів стосовно помилок тайпінгу недостатньо висока — в середньому 58,8% коректних пропозицій (КП) для S і 54,9% для M. Це помітно гірше, ніж для повного перебору варіантів корекції однократних помилок [1]. Шляхи підвищення ефективності коригування помилок тайпінгу полягають, з одного боку, у використанні безпосередньо українських літер і правил правопису, з іншого — у реалізації алгоритмів, орієнтованих, на відміну від фонетичних алгоритмів, саме на помилки тайпінгу. Попередні результати на першому шляху, одержані шляхом адаптації S до української мови, характеризуються значенням КП = 65,7%.

Висновки. Розроблена модульна ІМ може слугувати основою для відпрацювання відзначених шляхів вдосконалення алгоритмів, оцінювання властивостей словників тощо.

Література

1. Литвинов, В. А., Майстренко, С. Я., Хурцилава, К. В., Костенко, С. В. (2019). Оцінювання контролювальних і коригувальних властивостей референтного словника системи перевірки і виправлення орфографії, *Системні дослідження та інформаційні технології*, № 2, с. 49–64.

18. Особливості використання фреймворку NestJS для створення ефективних та масштабованих серверних додатків Node.js

Олександр Кривець, Олена М'якило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нині вже розроблено досить багато фреймворків Node.js, що використовують правильні архітектурні підходи та надають легкість у створенні та тестуванні масштабних серверних додатків високої якості. Одним із таких фреймворків є NestJS.

Матеріали і методи. NestJS використовує прогресивний JavaScript, побудований та повністю підтримує TypeScript, та поєднує елементи об'єктно орієнтованого програмування, функціонального програмування та функціонального реактивного програмування.

Результати. Всередині NestJS використані надійні бібліотеки, такі як Express і Fastify. NestJS забезпечує рівень абстракції над цими бібліотеками та звичайно надає розробнику їх API. Це дає розробникам свободу в використанні безлічі сторонніх модулів, доступних для базової платформи.

Nest надає нестандартну архітектуру додатків, яка дозволяє розробникам та командам створювати високотестовані, масштабовані, вільно пов'язані та легко підтримувані програми. Архітектура сильно натхнена Angular.

Щоб створити проєкт, за допомогою Nest CLI, достатньо лише написати декілька консольних команд:

- `npm i -g @nestjs/cli`
- `nest new project-name`

Основними елементами NestJS-додатку є:

- контролери — відповідають за обробку вхідних запитів и повертають відповідь клієнту;
- модулі — це клас з декоратором `@Module()`. Декоратор `@Module()` Надає метадані, які Nest використовує для організації структури програми. Кожна програма Nest має як мінімум один модуль;
- постачальники — основне поняття Nest. Багато базових класів Nest можуть розглядатися як постачальник — послуги, сховища, фабрики, помічники тощо.

Основна ідея провайдера полягає в тому, що він може вводити залежності. Це означає, що об'єкти можуть створювати одне з одним різні взаємозв'язки, а функція «підключення» екземплярів об'єктів може бути значною мірою делегована системі виконання Nest.

Декоратори є однозначною перевагою NestJS над іншими фреймворками. Вони використовуються в більшості архітектурних рішень, саме тому код програми виглядає простим та зрозумілим. Детальніше про різноманітні декоратори можна прочитати в офіційній документації NestJS.

Висновки. Після розгляду особливостей NestJS можна зробити висновок, що цей фреймворк безумовно спрощує процес створення серверних додатків завдяки спектру сучасних технологій, які він використовує.

Література

1. *NestJS: documentation* (2021) [online], URL: <https://docs.nestjs.com>.

19. Дослідження систем дистанційного навчання та практичної підготовки ІТ-фахівців і необхідність створення нової

Олександр Кривець, Олена М'якило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Електронні засоби навчання є основною частиною процесу самостійного навчання студентів, і тому їх розроблення та впровадження лишається нагальною потребою для всіх дисциплін і курсів, у тому числі пов'язаних із інформаційними технологіями.

Матеріали і методи. Авторами розглянуто сучасні веб-ресурси для дистанційного навчання ІТ-фахівців, зокрема CodeWars та HTML Academy. При дослідженні було використано наукові методи аналізу та порівняння.

Результати. Існує велика кількість різноманітних освітніх проєктів, що допомагають отримувати нові навички та освоювати нові спеціальності. Наприклад, такі як: CodeWars, HTML Academy.

Все більшої популярності набувають системи дистанційного навчання, які дають можливість набутися як теоретичні знання, так і практичні навички. Користувачами даних систем можуть бути різні люди, починаючи від студентів, та закінчують викладачами. Великої популярності подібні системи набули в сфері ІТ.

Список популярних освітніх систем дуже швидко поповнюється новими, але є системи які вже отримали визнання ІТ-спеціалістами. CodeWars та HTML Academy є одними з них. Ці сервіси пропонують обрати технологію та пройти по ній курс із теоретичними та практичними завданнями. Вони мають великий вибір технологій та задач.

Завдання бувають різної складності. Особливістю розглянутих у дослідженні систем є те, що вони вміють автоматично перевіряти практичні завдання та оцінювати їх. Окрім цього, вони мають унікальні характеристики.

Наприклад, на CodeWars користувачі після проходження завдання можуть переглянути розв'язки інших користувачів. Недоліком цих сервісів є те, що користувачі не можуть створювати власні завдання. На думку авторів, це досить погано, адже через це не зовсім зручно використовувати дані сервіси, наприклад, для навчання студентів в рамках дисципліни у ВНЗ.

Крім того, розглянуті сервіси не мають платформи, де користувачі змогли б обговорювати завдання та допомагати одне одному. Для отримання допомоги користувачі змушені користуватися іншими додатками.

Отже, виникає потреба у створенні сервісу, користувачі якого зможуть:

- створювати власні тестові та практичні завдання;
- розв'язувати практичні задачі та тестові завдання
- ставити запитання та спілкуватися з іншими користувачами сервісу за допомогою форуму;
- переглядати розв'язки інших користувачів та статистику виконання завдань;
- створювати та читати статті.

Висновки. Таким чином, є необхідність у створенні веб-додатку, в якому будуть поєднані всі особливості вже наявних сервісів і будуть виправлені деякі їх недоліки, що дозволить використати даний сервіс в навчальному процесі, та процесі підготовки ІТ-фахівців.

20. Прогнозування моделі продажів із використанням часових рядів

Антон Крохін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі успішна діяльність найрізноманітніших компаній у сфері продажу вимагає здійснення такої управлінської функції, як прогнозування. При цьому одні вважають, що прогнозування продажів полягає у складанні обґрунтованих графіків реалізації продукту. Тим часом інші під прогнозуванням обсягу продажів розуміють оцінку обсягу продажів, якого фірма очікує досягнути за певний проміжок часу.

Матеріали і методи. При дослідженні часових рядів застосували основні методи: кореляційний аналіз, який дає змогу виявляти істотні періодичні залежності; спектральний аналіз; методи згладжування та фільтрації, для перетворення часових рядів; методи авторегресії та ковзних середніх, для опису і прогнозування процесів та методи прогнозування, що дають можливість на основі обраної моделі часового ряду оцінювати його найбільш імовірні значення в майбутньому.

Результати. Для складання прогнозів використано моделі, які дозволяють дослідити тенденцію процесу, періодичність його коливань та можливі непередбачувані впливи різних факторів. Для побудови моделей прогнозування за даними методами необхідно робити припущення, що поведінка часового ряду повторюється.

Тобто якщо знайти і зафіксувати деяку ділянку часового ряду, яка подібна до ділянки, яка передує прогнозу, то поведінка вхідного часового ряду після цих ділянок буде наближено повторюватись.

Подібність часових рядів визначається на основі деякої міри подібності. Як правило, ця міра метрична, тому необхідно враховувати, що часовий ряд повинен мати пам'ять про свою ретроспекцію.

Під час прогнозування часових рядів попередні спостереження збираються та аналізуються для розробки відповідної математичної моделі, яка фіксує основні процеси генерування даних для ряду. Далі майбутні події прогнозуються за допомогою моделі. Цей підхід є особливо корисним, коли недостатньо знань про статистичну схему, за якою слідує послідовні спостереження, або коли бракує задовільної пояснювальної моделі.

Часовий ряд несе недетермінований характер, тобто ми не можемо з впевненістю передбачити, що відбуватиметься в майбутньому. Зазвичай часовий ряд $\{x(t), t = 0, 1, 2, \dots\}$ передбачає наявність певної моделі ймовірності, яка описує спільний розподіл випадкової величини x_t . Таким чином, послідовність спостережень серії насправді є зразковою реалізацією процесу, який її спричинив.

Висновки. Часові ряди дотримуються більш-менш визначеної регулярної структури в довготривалій перспективі. Наприклад, якщо сьогодні температура в певному місті надзвичайно висока, то можна обґрунтовано припустити, що завтрашня температура також буде високою. З цієї причини прогнозування часових рядів за допомогою відповідної методики дає результат, близький до фактичного значення.

Література

1. Юрченко, М. Є. (2018). *Прогнозування та аналіз часових рядів*, Чернівці: ЧНТУ, 88 с.

21. Безвідмовна робота технологічного обладнання, встановленого на хлібопекарському підприємстві

Наталія Ліманська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Планування попереджувальних ремонтних робіт призначено забезпечувати ефективне функціонування виробничого процесу хлібопекарського підприємства, скорочення часу простоїв обладнання та зменшення можливих збитків підприємства.

Матеріали і методи. Ремонтна система хлібокомбінату, як складна технічна система, характеризується тим, що може знаходитися в станах як повної, часткової дієздатності, так і в неробочому стані. Профілактичний характер системи планових ремонтних робіт дозволяє підготуватися заздалегідь і забезпечити всім необхідним ремонт кожного елемента виробничої лінії чи автоматизованої машини.

Результати. Для складних технічних систем зчитування та запис параметрів ведеться неперервно. Надійність даних систем оцінюється показником якості функціонування системи, що є показник вірогідності, а саме математичним сподіванням характеристики якості функціонування.

Для моделювання часових інтервалів відмов важливу роль відіграє експоненціальне розподілення, а експоненціальний закон часто застосовується у задачах надійності:

$$F(t, \lambda) = 1 - e^{-\lambda t}, t > 0, \quad (1)$$

де λ — параметр експоненціального розподілення, що оцінюється на основі реальних даних.

t — час роботи технологічного обладнання.

У процесі експлуатації обладнання частково втрачає якість функціонування і знижує вірогідність виконання поставленої задачі на виготовлення продукції протягом заданого інтервалу часу.

Покращити середню тривалість роботи устаткування між відмовами можна, якщо створити такі робочі умови, де зменшується енергія тертя і зношення комплектуючих механізмів, використовуються поліпшені матеріали, що фільтрують елементи, знижують швидкість зношування та збільшують їх робочі ресурси.

З метою запобігання відмовам виробничих ресурсів і підтримання у робочому стані всіх компонент хлібопекарської лінії, проводяться профілактичні роботи.

Після побудови моделі процесу ремонтного обслуговування технологічного обладнання в CPN Tools, модель може застосовуватись на будь-якому хлібопекарському підприємстві шляхом задання на моделі індивідуальних для конкретного підприємства показників (ймовірностей поламок, ваги дуг, часу на проведення огляду та ремонту, характеристик обладнання тощо). Вона (модель) дозволяє зібрати статистичні дані про поламки найбільш ремонтмістких частин лінії, таких як виробнича піч, та використати їх при формуванні графіку профілактичних робіт.

Висновки. Зростання масштабів виробництва та динамічності виробничих процесів потребують постійного удосконалення методів управління виробництвом, що характеризується безперервною роботою технологічного обладнання.

22. Розроблення веб-додатку для автотранспортного підприємства

Владислав Луценко, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наш час інтернет та веб-додатки стають невіддільною частиною життя багатьох людей. Безліч речей ми робимо саме через інтернет, тому не викликає сумніву актуальності розробки веб-сервісів, які можуть здійснювати моніторинг веб-ресурсів, своєчасно сповіщати про їх стан та усувати проблеми, що виникають під час функціонування веб-додатку автотранспортного підприємства.

Матеріали і методи. У дослідженні і розробці розглянуто стек технологій: HTML, CSS, jQuery, Java, PostgreSQL. Саме цей стек технологій дозволяє реалізувати як back-end частину, так і front-end.

Результати. HTML та CSS дозволяє розробити семантично коректний дизайн веб-додатку. За допомогою jQuery можна зробити front-end частину без перезавантажень. Серверна частина буде написана за допомогою java та фреймворку Spring, за базу даних буде відповідати PostgreSQL, адже є безкоштовна версія на Heroku. Для запитів до БД та їх обробки будемо використовувати бібліотеку Spring JPA, тому що вона легка для розуміння та проста у використанні. Для розробки рекомендується використовувати редактор «IntelliJ IDEA», безкоштовну ліцензію якого можна отримати, якщо розробник зараз є студентом.

Таким чином розроблюємо продукт, який можна використовувати для будь-якого логістичного підприємства, адже всі логістичні підприємства мають спільну основу. Логістичну місію часто ідентифікують з правилом 7R (логістичним міксом) — забезпечення доставки необхідного продукту в потрібній кількості та певної якості в потрібний час та місце конкретному споживачу з мінімально необхідними витратами. Логістична діяльність підприємства відбувається в логістичному середовищі та під його впливом. Логістичне середовище поділяють на зовнішнє та внутрішнє, а також на макросередовище та мікросередовище. Чинники внутрішнього логістичного середовища підприємства визначаються його економічними показниками, станом внутрішніх об'єктів логістичної інфраструктури; рівнем логістичного менеджменту підприємства, кваліфікації персоналу, технології, організації логістичної діяльності у внутрішніх ланках логістичної мережі, комунікації та корпоративної культури. Задача полягає у покращенні технологічної складової. Користувач з легкістю зможе зробити замовлення на перевезення онлайн. Потрібно вказати лише тип та розміри вантажу, всі інші дії зробить додаток, а саме виконає перевірку наявності автомобіля під цей вантаж та водія під категорію автомобіля. Також додаток буде пропонувати найкращий маршрут для здійснення перевезення. Користувач може використовувати додаток не тільки з ПК, а і з мобільного пристрою, тому front-end буде «Mobile Friendly» для коректного показу інформації.

Висновки. Веб-додаток буде слугувати не тільки для підвищення ефективності та спрощення роботи працівників логістичного підприємства, а також для спрощення створення замовлення на перевезення для самого клієнта, що є ефективним маркетинговим кроком для автотранспортного підприємства.

Література

1. Тюріна, Н. М., Гой, І. В., Бабій, І. В. (2015). Логістичний менеджмент в системі загального менеджменту, *Логістика*, К.: Центр учбової літератури, с. 117–146.
2. *Spring Framework* (2019) [online], URL: <https://youtu.be/5ePo08sqcpg>.

23. Особливості автоматичного комп'ютерного врахування втрат води на стоки при отриманні очищеної апірогенної води

Андрій Міщенко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження з метою створення методики автоматичного обліку втрат води на скидання у каналізаційні стоки при отриманні очищеної апірогенної води методом зворотного осмосу та подальшої деіонізації з ультрафіолетовим знезараженням для потреб харчової промисловості, фармацевтичної промисловості та медичної галузі.

Матеріали і методи. Матеріалом досліджень стала лінія виробництва воли індивідуальної розробки. Інформація знімалася безпосередньо з устаткування очищення води з використанням електронних витратомірів, електронних контролерів та спеціального програмного забезпечення. Для визначення контрольних показників в роботі використовувався емпіричний метод отримання вхідних показників з подальшим обчисленням комп'ютерною програмою.

Результати. Розглянемо процес накопичення стічних вод при отриманні апірогенно чистої води. Вода проходить велике коло очищення через комплекс фільтраційного обладнання і потім подається на виробництво, або заходить на мале коло доочистки, якщо обсяги виробництва зменшуються доочистки (це робилося, щоб не допустити зростання електропровідності очищеної води та втрати нею апірогенних властивостей), що призводить до додаткових втрат води.

Кінцевий обсяг стічних вод обчислюється за рівнянням:

$$Q_w = Q_c k_w, \quad (1)$$

$$Q_c = k_{ro} A v, \quad (2)$$

де Q_w — обсяг стічних вод,

Q_c — обсяг отриманої апірогенної води,

k_w — коефіцієнт втрати води на скидання в стічну систему,

k_{ro} — коефіцієнт виходу апірогенної води,

A — площа поперечного перерізу водотоку (труби),

v — середня швидкість потоку.

Висновки. Під час дослідження емпірично було доведено, що k_{ro} коливався в межах від 70% до 76%, що залежало від тиску води в водопроводі підприємства, температури повітря, напруження струму живлення; k_w коливався в межах від 0,25 до 0,15, що залежало від перенаправлення води на мале коло. Залежність кількості очищеної води від тиску води в водопроводі підприємства, температури повітря, напруження струму живлення дало направлення для подальших наукових досліджень і доопрацювання розробленої програми.

Література

1. Collentro, W. V. (2010). *Pharmaceutical Water System Design, Operation, and Validation*, 2nd ed., CRC Press, 478 p.
2. Khan, N. A., Ahmed, S., Vambol, V., Vambol, S. (2021). *Pharmaceutical Wastewater Treatment Technologies: Concepts and Implementation Strategies*, IWA Publishing, 200 p.

24. Інформаційна система керування замовленнями фотоцентру

Катерина Немченко, Мирослава Гладка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Розробка інформаційної системи роботи фотоцентру дозволить систематизувати та об'єднати усі дані про замовлення та забезпечити відстеження ходу виконання як офлайн-, так і онлайн-замовлень.

Матеріали і методи. Для проектування БД використовується засіб Oracle SQL Data Modeler, за допомогою якого розроблено логічну та фізичну моделі. Проектування та розробка графічного інтерфейсу здійснюється за допомогою хмарної платформи Oracle Application Express (APEX) версії 20.2, що передбачає використання хмарної БД Oracle Database версії 19c. Платформа забезпечує швидке створення веб-додатків, мовами PL/SQL, JavaScript, CSS та HTML для конфігурації роботи системи та її інтерфейсу, та реалізуючи SQL-запити до БД.

Результати. У результаті проектування з використанням Oracle SQL Data Modeler було отримано логічну та відповідну їй фізичну моделі даних, що складаються з 9 таблиць. ІС представлена у вигляді веб-додатку, що забезпечує можливість роботи користувачів із єдиною системою в територіально віддалених одна від одної локаціях. Основні функції, реалізовані в системі:

- створення різних типів замовлень (миттєвих та довготривалих) використовуючи однакову форму, але з різною кількістю етапів оформлення;
- перегляд даних про всі оформлені замовлення;
- відстеження поточного стану виконуваних замовлень, редагування інформації за потреби та зміна стану замовлення залежно від етапу його виконання;
- керування послугами — забезпечуються функції для додавання, видалення та редагування послуг, що надаються фотоцентром;
- призначення користувачам ролей, які надають різні рівні доступу до даних і налаштувань; можливість блокування користувача без видалення із системи;
- наявність звітів, статистики за день або за певний період.

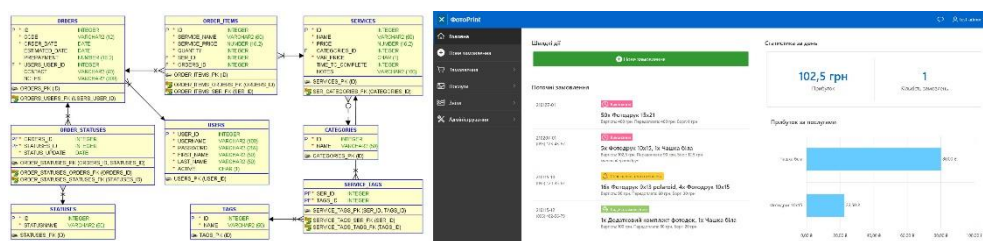


Рис. 1. Схема фізичної моделі бази даних та головна сторінка застосунку

Висновки. Використання описаного підходу забезпечує чіткий алгоритм залучення всіх членів проєктної команди до усіх функцій впровадження ІС.

Література

1. Немченко, К. (2021). *Фотоцентр* [online], URL: https://apex.oracle.com/pls/apex/kate_nemochka/r/fotocenter.
2. *Oracle APEX Documentation* (2021). [online], URL: <https://apex.oracle.com/en/learn/documentation>.

25. Актуальність автоматизації систем контролю якості

Владислав Новицький, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Від рівня якості значною мірою залежить і конкурентоспроможність, а для досягнення високих стандартів якості необхідна інтеграція процесів якості у всіх виробничих компаніях.

Матеріали і методи. Здійснено пошук та ґрунтовний аналіз закордонних статей щодо автоматизованих систем перевірки якості продукції. Особливу увагу приділено методикам та принципам перевірки якості таких компаній як Siemens AG, Bayerische Motoren Werke AG. Проведено дослідження доцільності використання систем управління ефективністю виробництва, їх переваги та недоліки, особливості використання та інтеграції у виробничі процеси.

Результати. Висока якість продукції досягається шляхом використання сучасних методів перевірки якості, які дозволяють створювати високопродуктивні виробничі лінії з надійно оптимізованими процесами, а також системами швидкого коригування параметрів. Автоматизація системи контролю якості передбачає організацію роботи за загальним принципом циклу Демінга: «Планування — Дія — Перевірка — Коригування».

Більшість світових брендів створюють власні рішення для контролю якості та не публікують усіх деталей реалізації, але деякі з них, наприклад, компанія Siemens PLM Software пропонує високонадійні рішення по управлінню ефективністю виробництва, які можуть бути інтегровані в усі предметні області. Використання автоматизованих систем контролю якості дозволяють компаніям випускати продукцію належної якості з максимальною продуктивністю виробництва, зменшенню строків, зменшенню затрат на усунення дефектів, проводити аналіз поточних вразливостей, зменшення кількості паперової документації та ручних робіт.

У процесі роботи з автоматичною системою контролю якості виконується оптимізація конструкції створюваного виробу, в залежності від умов виробництва, технологічного процесу та своєчасності постачання матеріалів. Такі системи контролю якості дозволяють виконувати централізоване управління даними та стандартизоване створення звітів [1].

Наприклад, компанія BMW використовує оптичні системи вимірювання деталей, що дозволяють зберігати високі стандарти якості при високому рівні продуктивності, а також жестовий контроль якості, який дозволяє працівнику фізично вказати на недолік в деталі і інформація автоматично буде опрацьована іншими відділами, а працівник не буде на папері оформлювати даний дефект. Інший приклад, SIMATIC WinCC Unified — це абсолютно нова система візуалізації, яка дозволяє успішно освоїти проблеми цифровізації в машинобудуванні та приладобудуванні та дозволяє гнучко реалізовувати нові ідеї відповідно до вимог, специфічних для додатків.

Висновки. Використання автоматичних комплексів контролю якості позитивно впливає на якість та обсяги продукції, дозволяючи ефективніше використовувати ресурси підприємства.

Література

1. Siemens (2021). Система управління качеством от Siemens PLM Software [online], URL: https://www.plm.automation.siemens.com/media/country/ru_ru/13-sistema-upravleniya-kachestvom-ot-siemens-plm-software_tcm66-64486.pdf.

26. Розроблення інформаційної системи для відділу логістики та доставок на підприємстві

Валерія Прохоренко, Олена М'якило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наш час все більше зростає попит на користування послугами доставки. Таким чином створення інформаційної системи (ІС), яка могла б зменшити витрати ресурсів та забезпечити якісне функціонування підприємства, а саме відділу логістики та доставок, постає актуальним.

Матеріали і методи. Для аналізу діяльності відділу було використано CASE-засіб AllFusion Process Modeler (BPwin), створивши в ньому функціональну модель, що має межі від отримання запиту контрагента на доставку товару до формування звітної документації. Розробка БД відбувається у середовищі AllFusion Data Modeler (ERwin), а управління — через MS SQL Server. Реалізація інтерфейсу здійснюється у Visual Studio, використовуючи об'єктно-орієнтовну мову програмування C#.

Результати. Розроблена ІС відіграє важливу роль у функціонуванні відділу логістики та доставок посилок, оскільки саме за допомогою неї робота відділу відбувається у швидкому темпі та у автоматизованому вигляді. Автоматизація ручних процесів допоможе відділу спланувати оптимально усі етапи доставки без використання людської праці, а також дозволить знизити кількість витраченого часу на обробку інформації та підготовку доставки замовлень клієнтам.

ІС забезпечує виконання таких функцій:

- внесення та перегляд даних про замовлення, контрагентів, товар, кур'єрів, а також можливість їх редагування та видалення;
- призначення водіїв/кур'єрів на маршрути відповідно зонах їх роботи та ваги товару;
- розрахунок вартості доставки;
- формування накладних;
- відстеження статусу виконання доставки;
- формування звітів у зручному та зрозумілому форматі;
- створення різноманітних графіків для аналізу діяльності відділу.

Також для якісного функціонування система має можливість пошуку інформації за заданими параметрами, можливість друку усіх необхідних документів, зрозумілий інтерфейс та авторизацію користувача.

Розроблювана система — це робочий стіл для логіста. Доступ до створюваної ІС він повинен отримувати з автоматизованого місця на базі персонального комп'ютера або ноутбука та бути авторизованими користувачем.

Висновки. Створена ІС для відділу логістики та доставок посилок сприятиме підвищенню ефективності діяльності підприємства з приводу доставки товарів в необхідний термін та при мінімальних витратах на постачання й транспортування, а також скоротить час на отримання, обробку та передачу інформації.

Література

1. Гвоздева, Т. В., Баллод, Б. А. (2009) *Проектирование информационных систем*. М.: Феникс, 512 с.
2. Маклаков, С. В. (2005). *Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite*. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 432 с.

27. Зміна сприйняття концепції промисловості як результат інформатизації

Анастасія Ревунець

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Процеси модернізації та індустріалізації видозмінили і дали нові визначення всіх елементів суспільного устрою. Наприклад, коли сільське господарство було модернізовано до рівня промислового виробництва тощо.

Матеріали і методи. Використання технологій системного аналізу, через інформаційні і технічні додатки, які містять ментальні карти, конструктори алгоритмів, через які здійснювався аналіз та розбір тенденцій, новин за відповідною тематикою, дали змогу сформулювати зміну уявлень концепції промисловості.

Результати. У наш час модернізація фактично закінчилася. Іншими словами, промислове виробництво не панує над іншими формами економічного життя і соціальними явищами. Сфера послуг охоплює широкую область діяльності від медичного обслуговування, освіти і фінансів до сфери транспорту, розваг і рекламної індустрії. Зміст роботи часто змінюється, і від працівника вимагається здатність до перенавчання. Ще більш важливо, що сфера послуг характеризується першорядним значенням знань, інформації, емоцій і комунікацій. В цьому відношенні багато хто називає постіндустріальну економіку інформаційною економікою. Твердження, що модернізація завершилася і що світова економіка сьогодні знаходиться в стадії постмодернізації, рухається в сторону інформаційної економіки, не означає, що промислове виробництво зникне або перестане відігравати важливу роль навіть у найбільш розвинених регіонах планети. Так само як процеси індустріалізації трансформували сільське господарство і підвищили його продуктивність, так і інформаційна революція змінює промислове виробництво, змінюючи і оновлюючи виробничий процес. Новий імператив управління тепер звучить так: «Стався до виробництва як до послуги». Так само як у процесі модернізації всі області виробництва прагнули до того, щоб набути промисловий характер, так в процесі постмодернізації все виробництво тяжіє до виробництва послуг, до того, щоб стати інформаційним. Як і модернізація в попередню епоху, постмодернізація, або інформатизація, в наші дні означає новий спосіб стати людиною. В наші дні інформація та комунікації відіграють визначальну роль в виробничих процесах. Сфера послуг в економіці породжує складнішу модель виробничих комунікацій. Справді, велика частина послуг заснована на постійному обміні інформацією і знаннями. Ознайомлення з комп'ютерними технологіями перетворюється на знання категорії «перша необхідність» і, як ми часто можемо побачити, є основною умовою трудової кваліфікації в провідних країнах. Навіть за відсутності безпосередньої прив'язки основної робочої діяльності з комп'ютерами, вимога орієнтації у використанні різноманітних символів та інформації відповідно до принципів роботи комп'ютера є стабільною. У попередню епоху працівники вчилися діяти подібно машинам як на фабриці, так і поза її стінами. Люди навіть стали сприймати людську діяльність взагалі як щось механічне. Як результат, постійний взаємозв'язок усіх сфер людського життя та економіки з інформаційною інтеграцією для автоматизації, призводить до утворення ширшого спектра форм виробничої діяльності.

Висновки. Інформаційні технології та технічне обладнання, спричинили комунікаційну революцію у виробництві, змінивши трудову діяльність таким чином, що вона тяжіє до моделі, характерної для інформації та комунікаційних технологій, а не простого виробництва.

28. Оновлення та модернізація сторінки випускників сайту кафедри інформаційних систем НУХТ

Артем Слєпцов, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для залучення нових вступників до навчання на кафедрі інформаційних систем НУХТ важливо надати якомога повнішу інформацію про їхнє майбутнє місце навчання, а також перспективи, які чекають на них — зокрема досягнення попередніх випускників цієї кафедри.

Матеріали і методи. У дослідженні було застосовано метод аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів для визначення наявних проблем у процесі обліку інформації про випускників. Серед програмного забезпечення для розв'язання поставлених завдань використано зокрема засоби Erwin Process Modeler, CA Erwin Data Modeler, MS SQL Server 2008, Microsoft Visual Studio 2005 та Microsoft Excel.

Результати. Оновлення сторінки випускників є обов'язковим завданням для студентів та викладачів кафедри. Під час аналізу соціально-економічного стану випускників були виконані такі завдання:

- побудовані кластери за даними: стать, наявність авто, наявність власного житла, інтервал зарплатні, назва сфери діяльності, рік випуску;
- порівняння заробітної плати чоловіків і жінок (діаграма);
- аналіз сімейного стану випускників залежно від рівня заробітної плати (діаграма);
- аналіз рівня зайнятості чоловіків і жінок у різних сферах діяльності (діаграма);
- аналіз кількості автомобілів серед жінок і чоловіків (діаграма);
- аналіз кількості власного житла серед жінок і чоловіків (діаграма).

Із використанням Erwin Process Modeler [1] було створено функціональну модель моніторингу випускників кафедри інформаційних систем. У результаті аналізу моделі було прийнято рішення щодо оновлення розділу «Випускники» сайту кафедри. Оновлення потребувала інформація в анкетах, заповнених випускниками декілька років тому, а також аналіз соціально-економічного стану випускників за оновленою інформацією, аби користувачі бачили на сайті актуальну інформацію.

За допомогою CASE-засобу CA Erwin Data Modeler [1] було створено логічну та розмірну модель сховища даних. Розмірна модель дозволила автоматично згенерувати сховище даних у цільову СУБД — MS SQL Server 2008 [2]. Для реалізації аналізу за допомогою Microsoft Visual Studio 2005 [2] було побудовано кластери, а також створено діаграми за допомогою Microsoft Excel [2].

Висновки. Оновлений розділ повинен заохотити більше нових абітурієнтів до навчання на кафедрі інформаційних систем завдяки наданню соціально-економічного аналізу про студентів, котрі вже закінчили навчання на цій кафедрі.

Література

1. Маклаков, С. В. (2005). *Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite*. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 432 с.
2. Microsoft, Inc. (2021). *Microsoft Developers Network* [online]. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us>.

29. Аналіз збуту продукції підприємства з переробки шкірсировини

Дмитро Тимашков, Олена Харкянен

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із факторів отримання прибутку та забезпечення стабільного фінансово-економічного положення підприємства є якісно організований процес збуту продукції. Останнім часом методи аналізу даних стають звичним інструментом для багатьох підприємств різних сфер діяльності. Використання сучасних аналітичних інформаційних технологій дозволяє відповісти на велику кількість питань, які виникають у процесі збуту продукції, а також підвищити конкурентоздатність підприємства.

Матеріали і методи. Досліджується використання методів інтелектуального аналізу даних, а саме методів технології Data Mining, для підприємства, яке займається переробленням та збутом шкірсировини. Збереження і представлення даних для проведення аналізу збуту продукції підприємства реалізовано з використанням реляційного сховища даних. Основними методами аналізу є кластерний аналіз, асоціативні правила, прогнозування за допомогою алгоритму часових рядів та нейронних мереж.

Результати. Використання технології Data Mining зумовлено необхідністю неформального аналізу даних, оскільки застосування класичних статистичних методів, які ґрунтуються на використанні усереднених показників і при цьому нехтують нетиповими спостереженнями, дозволяє шукати відповіді лише на попередньо сформовані гіпотези. Тим часом такий підхід не завжди правдиво характеризує досліджуваний процес. В основу сучасної технології Data Mining покладена концепція шаблонів, що відбивають закономірності, властиві підвибіркам даних.

Однією з найбільш важливих задач для збуту шкірсировини є аналіз співпраці з замовниками. Його проведення пропонується на основі побудови кластерної моделі з різноманітними характеристиками, які супроводжують процес збуту продукції замовникам. Аналіз отриманих кластерів дозволяє виділяти значення характеристик, які притаманні замовникам співпраці з якими є найбільш вигідною.

Прогнозування збуту також є невіддільною задачею, яка виникає в процесі аналізу збуту продукції. Використання алгоритму часових рядів дозволяє спрогнозувати обсяги збуту шкірсировини та прибутки від продажів на основі аналізу тенденцій минулих періодів. Прогнозні обсяги збуту доцільно використовувати для організації раціональної закупки сировини для виготовлення продукції і організації збуту загалом.

Дослідження на основі асоціативних правил взаємозв'язків, які виникають між різними категоріями продукції при збуті, дозволять формувати обґрунтовані маркетингові позиції.

Для розв'язання неформалізованих задач, моделювання ситуацій, які виникають при збуті продукції, пропонується використання методів штучного інтелекту, зокрема застосування нейронних мереж.

Висновки. Засоби інтелектуального аналізу даних є сучасним аналітичним інструментом для прийняття управлінських рішень щодо збуту продукції підприємства. Використання методів Data Mining дозволить аналізувати дані відповідно до потреб підприємства, що забезпечить покращення ефективності організації збуту продукції.

30. Інтеграція AR та IoT для розроблення розумного та інтерактивного середовища

Марія Федосєєва, Ростислав Лісневський

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Наразі віртуальній реальності (AR) та інтернету речей (англ. *Internet of Things* — IoT) приділяють значну увагу, як ключовим технологіям, що дозволяють зробити простір більш інтерактивним. Де AR — це тип інтерактивного середовища, який забезпечує погляд на реальний світ у збільшеному просторі шляхом просторової візуалізації та допомагає людям зрозуміти світ та посилює їх інтелект для розв'язання проблем і виконання реальних завдань, IoT позначає мережу фізичних пристроїв та повсякденних об'єктів, вбудованих з мінімальними обчислювальними елементами для зондування, збору, зв'язку та навіть взаємодії з самими об'єктами.

Матеріали і методи. Використано методи: наукова абстракція, синтез, аналіз, екстраполяція, порівняння, дедуктивний метод. Аналіз використаний для уточнення основних прибутків. Були визначені основні переваги інтеграції AR та IoT.

Результати. AR та IoT можуть мати різні цілі, здавалося б, не пов'язані між собою концепції, але насправді вони можуть доповнювати одне одного. По-перше, AR пропонує зручний та інтуїтивно зрозумілий спосіб візуалізації та взаємодії з об'єктами IoT та пов'язаними з ними даними[2]. В основному просторово зареєстрований та візуально доповнений інтерфейс пропонує прямий та напівматеріальний інтерфейс, і, отже, його легко зрозуміти. Наприклад, користувач хоче вивчити функціональні можливості свого нового телевізора, і він відтворює всі необхідні дії по посібнику AR для телевізора. Посібник AR містить покрокові інструкції щодо вивчення операцій, а візуальний вміст AR наступної операції в частинах телевізора реєструється з інформацією про відстеження AR. Вибираючи кнопку графічного інтерфейсу користувача (GUI) для керованого AR-відстеження, після чого вона може виконати надійну реєстрацію, обрану характеристикою відстеження телевізора, яка є атрибутом відстеження збереженого об'єкта в датчику IoT. Згідно з описаним сценарієм, найближчим часом ми зможемо застосувати оптимізоване відстеження AR для розгляду характеристик кожного об'єкта.

Цей приклад показує можливу архітектуру такої комбінації як основу для розумних та інтерактивних AR-послуг. Клієнт служби AR взаємодіє з відповідним об'єктом IoT після підключення негайно отримує відповідні контексту набори даних AR (для відстеження або настроюваного вмісту служби) [1].

Висновки. Уже за деякий час користувачі IoT будуть працювати та взаємодіяти з фізичними об'єктами, які можуть отримувати набори даних віртуальної реальності (AR) у будь-який час і в будь-якому місці та можуть збагатити їх візуальне сприйняття. Також залишаються відкриті проблеми, які вимагають подальших досліджень, щоб покращити AR-досвід користувача об'єктів IoT в навколишньому середовищі.

Література

1. White, G., Cabrara, C., Palade, A., Clarke, S. (2018). Augmented reality in IoT; *Proceedings of the 8th International Workshop on Context-Aware and IoT Services*; Hangzhou, China. 12–15 Nov. 2018.
2. Phupattanasilp, P., Tong, S. (2019). Augmented reality in the integrative Internet of Things (IoT): Application for precision farming, *Sustainability*, 11:2658, doi: 10.3390/su11092658.

31. Розроблення концепції інтелектуального пристрою для вимірювання показників життєдіяльності людини із застосуванням нечіткої логіки

Тетяна Чермних

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Телемедицина — галузь медицини, яка використовує телекомунікаційні та електронні інформаційні (комп'ютерні) технології для надання медичної допомоги і послуг в сфері охорони здоров'я в точці необхідності (в тих випадках, коли географічна відстань є критичним фактором). Мережа інтернет у цьому випадку є засобом зв'язку між клієнтом та комп'ютерною системою медичного закладу.

Матеріали і методи. Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4:

- Процесор: 1,5 ГГц 64-бітний 4-ядерний процесор ARM Cortex-A72;
- Об'єм оперативної пам'яті: 2 ГБ LPDDR4 SDRAM;
- Мережеві інтерфейси;
- USB-порти (Два порти USB 3.0; Два порти USB 2.0);
- Відеовихід: 2 мікро-HDMI;
- Напруга живлення: 5 В.

Мікроконтролер Atmega328P:

- Робоча напруга: 2,7–5,5 В та живлення: 2,7–5,5 В;
- Максимальний струм: 40 мА;
- Flash-пам'ять: 32 кБ;
- SRAM: 2 кБ;
- EEPROM: 512 байт.

Результати. У дослідженні було розроблено концепцію системи моніторингу біометричних показників людини з використанням методу нечіткої логіки, в основі якої лежить пристрій для вимірювання пульсу. Пристрій працює наступним чином.

1. На першому етапі відбувається ініціалізація ПЗ та калібрація давача (<30 с).

2. Після ініціалізації на пристрої запускаються два програмні модулі: аналітичний — модуль, який взаємодіє з давачем пульсу, передає отримані показники до блоку нечіткої множини. Відбувається емуляція роботи контролера нечіткої множини. програма проводить фазифікацію отриманого з давача значення, тобто перетворює чітку величину в нечітку, описану лінгвістичною змінною, далі відбувається дефазифікація та вивід результату; блок графічний інтерфейс — локальний веб-додаток, який візуалізує отримані з давача дані та заносить їх до БД.

3. Користувач авторизується в системі та починає роботу з пристроєм.

4. Крок 2–3 повторюється N разів, доки пристрій не буде відключено.

Висновки. Досліджено принципи побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, проєктування пристроїв і систем діагностики життєвих показників людини із застосуванням методів штучного інтелекту. Розроблено концепцію інтелектуального пристрою для вимірювання життєвих показників людини — пульсометра із застосуванням нечіткої логіки для корекції результату.

Література

1. Хорозов, О. А. (2017). Застосування методів нечіткої логіки для телемедичних систем, *Кибернетика и вычислительная техника*, № 2, С. 36–48.
2. *E-Health Sensor Shield* (2020). *Cooking Hacks* [online]. URL: <https://www.cooking-hacks.com/ehealth-sensor-shield-biometric-medical-arduino-raspberry-pi.html>.

32. Розроблення модуля 1С «Аренда ячеек склада» в конфігурації «BAS Управління торгівлею»

Іван Чистоколений, Тетяна Горлова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В роботі розроблений універсальний модуль для інформаційної системи підприємства «BAS Управління торгівлею 3.2», якій розширює можливості системи функціоналом, що дає можливість вести повноцінний управлінський облік, отримувати звітність та аналізувати дані.

Матеріали і методи. Проведено дослідження напрямку діяльності й автоматизація процесів підприємства типу «Склад», використано методи управління складом, системного аналізу, спостереження і моделювання для формування алгоритму оптимального підбору комірки та фіксації надання послуги оренди складських комірок, обладнаних як «бокси», для зберігання особистих речей клієнта.

Результати. Головним завданням управління є забезпечення зростання ефективності виробництва на основі постійного вдосконалення технічного рівня, форм і методів управління, підвищення продуктивності праці як найважливіших умов отримання і нарощування доходів підприємства. Склад — один із найважливіших елементів логістичної системи [1]. Автоматизація технологічних процесів складу і використання для цього системи оперативного управління є новим напрямом для ІТ. Задачу оптимального вибору комірок на складі можна віднести до задач розміщення, які дають змогу моделювати процес пошуку розв'язку, а також розміщення з невідомою кількістю об'єктів веде до спільного використання методів знаходження центрів графа з методами кластеризації [2].

Послуга «Оренди складської комірки» являє собою фізичний доступ до комірки складу особі, яка підписала типовий договір і не порушує правил користування сервісом. Вміст комірки фіксується тільки графічно (зображення або відео із камер спостереження). У картці клієнта повинен бути вказаний телефон, доступ до комірки надається при підтвердженні з телефону чи паспортних даних.

Для забезпечення контролю в системі реалізовано: облік клієнтів та реєстр наданих послуг, фіксація послугу за термінами дії, показ стану складських комірок залежно від використання клієнтами в часі за показниками «Доступна» та «Орендується», можливість друку договору, умов, актів.

Алгоритм оптимального підбору комірки та фіксації надання послуги оренди складських комірок було реалізовано на базі програмного продукту «BAS Управління торгівлею» у вигляді робочого місця оператора, який здійснює оптимальний підбір комірки, фіксує надання послуги оренди комірки, заборгованість і погашення боргів при оплаті.

Висновки. Розроблено новий підхід до розв'язання задачі оптимального підбору вільної комірки підприємства типу «Склад», який базується на визначенні мінімального шляху від входу на склад до вільної комірки. Алгоритм пошуку вільної комірки реалізований у вигляді робочого місця оператора на базі програмного продукту «BAS Управління торгівлею».

Література

1. SoftPro (2021). *Оренда* [online]. URL: <https://softpro.ua/arenda>.
2. Горский, К. (2021). *Аналитическая иерархическая процедура Саати* [online]. URL: <http://www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/AHP.html>

33. Розв'язання питань безпеки в системах розумного будинку

Артем Чичкань

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Технологія розумного будинку розроблена, щоб допомогти будинку працювати ефективніше та полегшити доступ до пристроїв. Проте використання цієї технології дає ризик крадіжки особистих даних та кіберзлочинності.

Матеріали і методи. За оцінками [1], 80% пристроїв IoT вразливі до широкого кола атак. Очевидно, що під'єднання традиційно «самостійних» розумних пристроїв — таких, як світильники, прилади та замки, створює численні ризики для кібербезпеки.

Результати. Поширені загрози й атаки на розумні домашні пристрої включають:

«*Користувач посередині*». Зловмисник порушує зв'язок між двома системами. Наприклад, підроблені дані про температуру, «генеровані» пристроєм моніторингу навколишнього середовища, можуть бути підроблені та передані в хмару.

«*Крадіжка даних та особистих даних*». Дані, отримані незахищеними пристроями та розумними приладами, надають кіберзловмисникам велику кількість інформації, яка потенційно може бути використана для шахрайських транзакцій.

«*Викрадення пристрою*». Зловмисник викрадає і фактично бере на себе контроль над пристроєм, не змінюючи основних функціональних можливостей пристрою.

«*Розподілена відмова в обслуговуванні (DDoS)*». Атака відмови в обслуговуванні намагається зробити мережевий ресурс недоступним для призначених користувачів тимчасовим чи невизначеним відключенням служб хосту, під'єданого до інтернету.

«*Постійна відмова в обслуговуванні (PDoS)*». Постійні атаки відмови в обслуговуванні, також відомі як флешинг, — це атака, яка завдає шкоди пристрою настільки сильно, що вимагає заміни або переустановлення обладнання.

Захист розумних будинків. Підключені розумні пристрої повинні бути захищені комплексним рішенням безпеки IoT (від пристрою до хмари) [2], яке містить:

Надійне завантаження. Використовує методи підписання криптографічного коду, гарантуючи, що пристрій виконує лише код, згенерований OEM-пристроєм.

Взаємна автентифікація. Щоразу, коли розумний пристрій підключається до мережі, його слід автентифікувати. Це гарантує, що дані надходять із законного пристрою, а не з шахрайських джерел. Використовуються криптографічні алгоритми, які включають симетричні або асиметричні ключі.

Безпечне шифрування. Захист даних під час передачі між пристроєм та хмарою. Він надає доступ до переданих даних лише тим, хто має ключ дешифрування.

Моніторинг та аналіз безпеки. Збирає дані про стан системи, включаючи пристрої кінцевих точок та трафік підключення для виявлення порушень безпеки.

Висновки. Застосування розумного будинку дозволяє полегшити життя, економити енергію та автоматизувати завдання, виконувані людьми. Нами надано головні вказівки, як уберегти себе від злочинців, користуючись такою системою.

Література

1. Shea, S. (2020) What is Smart Home or Building [online], *IoT Agenda*, July 2020, URL: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/smart-home-or-building>
2. Carlsen, J. (2021). How to Keep Your Smart Home Safe from Hacking [online], *SafeWise*, Jan 5, URL: <https://safewise.com/blog/how-to-keep-your-smart-home-safe-from-hacking>.

34. Розроблення програмно-апаратного комплексу для вимірювання забруднення приземного шару атмосфери в зоні впливу потенційно небезпечного об'єкту

Сергій Чумаченко, Вадим Дерман, Дмитро Євсенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вимірювання забруднення приземного шару атмосфери є актуальною науково-технічною задачею, яка обумовлена оцінкою впливу на довкілля, що на відміну від наявних систем ґрунтується на технології інтернету речей (IoT).

Матеріали і методи. Дослідження проводились з вимірюванням параметрів газопилового потоку та вмісту забруднювальних речовин від стаціонарних джерел викидів КП «Водоканал», відповідно до чинних нормативних документів (метрологічно атестованих та допущених до використання методик проведення вимірювань, які регламентують проведення таких робіт). Для вимірювання розроблено спеціалізовані засоби вимірювальної техніки — автоматизовані аналізатори газів, що вимірюють параметри газопилового потоку та вміст забруднювальних речовин (аміак та сірководень) безпосередньо на джерелах викидів забруднювальних речовин. Для проведення вимірювань розроблено програмно-апаратний комплекс (рис. 1).



Рис. 1. Експериментальна установка

Результати. Комплексні моніторингово-сигнальні датчики розробляються з використанням газоаналітичних приладів, призначених для екологічних вимірювань об'ємної концентрації CO, NO₂, аміаку, хлору, сірководню, пилу в повітрі (рис. 1). Датчики працюють циклічно: більшу частину часу вони «сплять», щоб економити заряд батареї, а через певні проміжки «прокидаються» і протягом однієї хвилини зчитують імпульси, що генеруються газосигналізаторами. Потім порівнюють отримані значення із заданими пороговими значеннями для небезпечних речовин.

Якщо значення не перевищують поріг, вони передаються за допомогою радіоінтерфейсу через мережу ретрансляторів до шлюзу і зберігаються в базі даних в закритій мережі або в інтернеті. Якщо значення перевищують визначений поріг безпеки, то як і через радіомережу вони також передаються безпосередньо до центру обробки даних за допомогою SMS повідомлення, використовуючи GPRS інтерфейс, або надсилаються в закриту мережу або в інтернет через TCP/IP сокет.

Висновки. Використання результатів дозволяє проводити вимірювання забруднення приземного шару атмосфери в умовах оцінювання впливу на довкілля ПНО.

35. Віртуальне освітнє середовище ВВВ як складова онлайн-навчання при підготовці бакалаврів ОПП «Комп'ютерні науки»

Павло Юшук, Інна Юшук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нині є цілий ряд програмного забезпечення, призначеного для проведення веб-конференцій. Одним із таких засобів є безкоштовна програма з відкритим кодом BigBlueButton.

Матеріали і методи. Проведено дослідження BigBlueButton із метою визначення основних характеристик роботи у віртуальному середовищі. Порівнювалась робота BigBlueButton із основними конкурентами для організації онлайн-лекцій і вебінарів — онлайн-платформ навчання Jitsi, Zoom та Skype.

Результати. BigBlueButton — це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, що володіє всіма функціями для організації відеоконференцій та створене спеціально для онлайн-платформ навчання. Позитивним моментом є те, що здобувачами вищої освіти не потрібно турбуватися про встановлення, так як BigBlueButton запускається в їх веб-браузері.

Що дуже важливо для навчальних закладів, BigBlueButton легко інтегрується з основними системами управління навчанням, такими як Moodle, Canvas і Jenzabar. BigBlueButton має безліч функцій, які ідеально підходять для онлайн-семінарів з навчання. Під час сеансів можливо не лише обмінюватися аудіо, відео, презентаціями та трансляцією свого робочого столу, а й також активно співпрацювати зі здобувачами вищої освіти, використовуючи дошку, загальні нотатки, опитування та чат.

Інтерфейс BigBlueButton є простим і професійним, що відповідає своїй основній функції як інструменту навчання. В розпорядженні організатора є декілька інструментів для викладання предмета здобувачам вищої освіти в режимі реального часу, наприклад, можливість малювати фігури і текст поверх слайдів. Можна відмітити, як легко перемикається між загальними вкладками Chrome, окремими додатками або всім вашим робочим столом.

Основними конкурентами BigBlueButton для організації відеоконференцій з функціями, призначеними для онлайн-навчання, є Jitsi, Zoom та Skype. В дослідженні було проаналізовані їхні функції та проведено порівняння з BigBlueButton.

Skype давно відомий та популярний продукт виробництва компанії Microsoft. Але Skype потребує спеціальної установки та має обмеження до 25 учасників. Jitsi також має відкритий вихідний код та може бути встановлений на власному сервері. Jitsi, на відміну від BigBlueButton, має додатки для iOS і Google Play, але BigBlueButton має кращі інструменти для спільної роботи і підвищену безпеку.

Останнім часом Zoom набув великої популярності, тому що він додав інтеграцію з освітнім програмним забезпеченням, таким як Canvas. Він пропонує прямі трансляції на YouTube і Facebook Live. Zoom набагато простіше в налаштуванні і обслуговуванні, ніж BigBlueButton, але він коштує дорожче.

Висновки. На думку авторів, на сьогоднішній день BigBlueButton є однією з найкращих прикладних програм для організації відеоконференцій для онлайн-навчання. Вона є безкоштовною та містить у собі всі функції, притаманні зазвичай дорогому комерційному програмному забезпеченню. Її продуктивність відмінна, а програмне забезпечення прекрасно інтегрується з іншими освітніми програмами, такими як Moodle і Sakai.

Наукове видання

**87 Міжнародна
наукова конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем харчування людства у
XXI столітті"**

15–16 квітня 2021 р.

Частина 2

Відповідальна за випуск Н.В. Акутіна

Підп. до друку 14.04.21 р. Обл.-вид. арк. 62.03.
Наклад 40 пр. Вид. № 04н/17 Зам. № 05-21
НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.