

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

89

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

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

April, 3-7 2023

Part 2

Kyiv, NUFT, 2023

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

89

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

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

3-7 квітня 2023 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2023

89 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 3-7, 2023. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 89 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.

© NUFT, 2023

Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 3-7 квітня 2023 р. – К.: НУХТ, 2023 р. – Ч.2. – 341 с.

Видання містить матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті".

Розглянуто проблеми удосконалення існуючих та створення нових енерго- та 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.

© НУХТ, 2023

Scientific Committee

Chairman:

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

Ana Leahu, dr., prof., Romania
Anna Gryschenko, dr., assoc. prof.,
Ukraine
Anatolii Zaiinchkovskiy, dr., prof.,
Ukraine
Cristina Popovici, dr., assoc. prof.,
Moldova
Dumitru Mnerie, dr, prof., Romania
Egon Schnitzler, dr, prof., Brazil
Elza Omarova, dr., assoc. prof., Azerbaijan
Galyna Polishchuk, dr, assoc. prof.,
Ukraine
Galyna Simakhina, dr., prof., Ukraine
Georgiana Codina, dr., prof., Romania
Huub Lelieveld, Netherlands
Igor Yakymenko, dr., prof., Ukraine
Jasmina Lukinac, dr., assoc. prof., Croatia
Lada Shirinian, dr., prof., Ukraine
Larysa Arsenieva, dr., prof., Ukraine
Maciej Kluz, dr., Poland
Mircea Oroian, dr., prof., Romania
Margareta Coteata, dr., assoc. prof.,
Romania
Mychailo Arych, dr., assoc. prof., Ukraine
Nadiia Levytska, dr., prof., Ukraine

Nusrat Kurbanov, dr., assoc. prof.,
Azerbaijan
Oleg Galenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleksii Gubenia, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleksandr Gavva, dr., prof., Ukraine
Oleksandr Liulka, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleksandr Seriogin, dr., prof., Ukraine
Roman Gryschenko, Ukraine
Ruslan Adil Akai Tegin, dr., Kyrgyzstan
Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof., Ukraine
Serhii Baliuta, dr., prof., Ukraine
Sonia Amariei, dr., prof., Romania
Stanka Damianova, dr., assoc. prof.,
Bulgaria
Stefan Junge, dr., prof., Germany
Svitlana Bondarenko, dr., prof., Ukraine
Tamar Turmanidze, dr., assoc. prof.,
Georgia
Tetiana Pyrog, dr., prof., Ukraine
Tomasz Bernat, dr., prof, Poland
Vasyl Pasichnyi, dr., prof., Ukraine
Vitalii Shutiuk, dr., prof., Ukraine
Valerii Myronchuk, dr., prof., Ukraine
Volodymyr Kovbasa, dr., prof., Ukraine
Volodymyr Zavalov, dr., prof., Ukraine
Yevgen Shtefan, dr., prof., Ukraine

Organizational committee

Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof., Ukraine
Natalia Akutina, Ukraine
Oleksii Gubenia, dr., assoc. prof., Ukraine
Iryna Gulevata, master student
Stanislav Usenko, master student
Mychailo Arych, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleg Galenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleh Bortnichuk, Ukraine
Roman Gryschenko, Ukraine
Oleksandr Liulka, dr., assoc. prof., Ukraine

Науковий комітет

Голова:

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

Ана Леаху, д-р, проф, Румунія

Анна Грищенко, к.т.н., доц., Україна

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

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

Василь Пасічний, д.т.н., проф., Україна

Віталій Шутюк, д.т.н., проф., Україна

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

Думітру Мнеріе, д-р, проф., Румунія

Ельза Омарова, к.т.н., доц.,

Азербайджан

Ігор Якименко, д.б.н., проф., Україна

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

Лада Шірінян, д.е.н., проф., Україна

Лариса Арсеньева, д.т.н., проф., Україна

Маргарета Котяте, д-р, доцент, Румунія

Мачей Клуж, д-р, проф., Польща

Мірча Ороян, д-р, проф, Румунія

Михайло Арич, к.е.н., доцент, Україна

Надія Левицька, д.і.н., проф., Україна

Нусрат Курбанов, к.т.н., доц.,

Азербайджан

Олег Галенко, к.т.н, доцент

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

Олександр Люлька, к.т.н, доцент

Роман Грищенко, доцент

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

Стефан Юнге, д-р, проф, Німеччина

Тамар Турмандізе, др., Грузія

Тетяна Пирог, д.б.н., проф., Україна

Хууб Лелівелд, д-р, Нідерланди

Ясмiна Лукінак, д-р, доц., Хорватія

Організаційний комітет

Сергій Токарчук, к.т.н., доцент

Наталія Акутіна, провідний інженер

Станіслав Усенко, магістрант

Ірина Гулевата, магістрантка

Олексій Губеня, к.т.н., доцент

Олег Бортнічук, к.т.н, доцент

Михайло Арич, к.е.н., доцент

Олег Галенко, к.т.н, доцент

Роман Грищенко, доцент

Олександр Люлька, к.т.н, доцент

Content

13. Equipment of food, biotechnology and pharmaceutical production	8
13.1. Machines and apparatus for food, pharmaceutical and biotechnological productions	9
13.2. Computer technologies of design and manufacture of packaging	46
13.3. Technological equipment and computer design technology	66
14. Machines and technologies for packaging	92
15. Processes and apparatus of food productions	114
16. Physical and mathematical principles of technological processes	145
16.1. Physics	146
16.2. Higher mathematics	164
17. Chemistry and chemical technology	178
17.1. Chemistry	179
17.2. Chemical technology	210
18. Power equipment, heat and power systems of industry enterprises	257
18.1. Industrial power	258
18.2. Electricity industry	277
19. Automation and computer-integrated technologies	290
19.1. Automation and computer-integrated technologies	291
19.2. Information technology	299

Зміст

13. Обладнання харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв	8
13.1. Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв	9
13.2. Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки	46
13.3. Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування	66
14. Машини та технології пакування	92
15. Процеси та апарати харчових виробництв	114
16. Фізико-математичні основи технологічних процесів	145
16.1. Фізика	146
16.2. Вища математика	164
17. Хімія та хімічні технології	178
17.1. Хімія	179
17.2. Хімічні технології	210
18. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств	257
18.1. Промислова теплоенергетика	258
18.2. Електропостачання промислових підприємств	277
19. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	290
19.1. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	291
19.2. Інформаційні технології	299

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 – Lesia Martsynkevych**

13.1.

Машины і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

**Голова – професор Олександр Гавва
Секретар – Леся Марцинкевич**

1. Моделювання процесу гідродинамічної кавітації в програмному комплексі Ansys CFX

Андрій Лубешко, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Комп'ютерне моделювання течій із фазовими переходами їх компонентів дозволяє отримати адекватні результати, уникаючи труднощів, пов'язаних з проведенням експериментальних досліджень або аналітичних розрахунків [1].

Матеріали та методи. Геометрична модель кавітатора створена в модулі CAD системи Autodesk Inventor. Робочу камеру та патрубок виведення розчинених газів і парів спирту виконано з корозійностійкої сталі товщиною 1 мм. Для моделювання ефекту кавітації та подальшого аналізу можливості її застосування для деалкоголізації рідини використано програмний комплекс Ansys с вбудованим модулем CFX. Розглянуто потік води з етанолом в пропорції 1/1 температурою 25 °С. Керованими параметрами є швидкість потоку на вході в кавітатор, тиск рідини на виході й розрідження на виході з патрубка для вилучення газів.

Результати дослідження. За атмосферного тиску критична швидкість, при якій може виникнути кавітація, становить 14,24 м/с. В ході проведення пробних дослідів спостерігали збільшення швидкості до цих значень і вище й, відповідно, зменшення статичного тиску в кавітаторі. Це призводило до руйнування суцільного потоку рідини й утворення кавітаційних каверн. Векторна візуалізація результатів розрахунку (рис.1) демонструє таку парогазову порожнину на вході у відповідний патрубок і рух парогазової суміші у ньому, що свідчить про можливість розділення суміші води та спирту за рахунок кавітації. Для процесу характерно збільшення температури суміші на цій ділянці, що також сприяє ефективнішому пароутворенню.

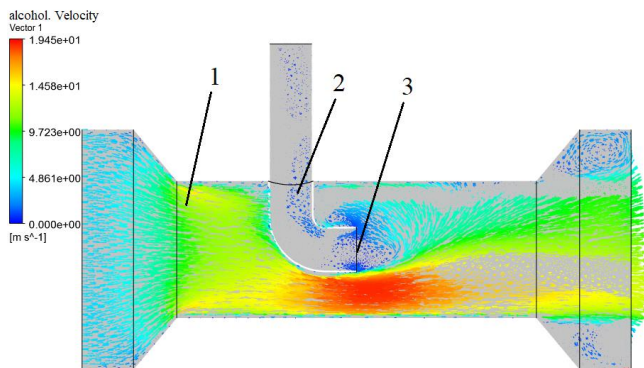


Рис. 1 Кавітатор для вилучення розчинених газів:

1 – потік суміші вода-спирт; 2 – вилучені пари спирту; 3 – область виникнення кавітації.

Висновок. Виникнення гідродинамічної кавітації, і відповідний фазовий перехід, продемонстрований в Ansys CFX, можливо використовувати для деалкоголізації пива. Подальших досліджень потребують обґрунтування геометричних і режимних параметрів процесу.

Література:

1. Raval, Nipun & Bhatt, Anand & Raval, Tejas. (2017). Investigation of Main Area of Cavitation in Centrifugal Pump Using Ansys CFX.

2. A Computer image analysis approach to identifying winter wheat seeds based on geometric characteristics

Jasmina Lukinac*, Valentina Velikanović, Marko Jukić

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

Introduction. The study of the quality of winter wheat grains is important in the food industry, as it affects the nutritional value and the final product's texture. In this study, we aimed to use computer image analysis to investigate the geometric characteristics of winter wheat seeds and their correlation with physical properties.

Materials and methods. For each wheat variety, 60 seeds were randomly selected and placed on the scanner glass, taking care not to touch the samples (Figure 1). The images of the seeds were then captured using a scanner and imported into the "ImageJ" software for further analysis. Geometric characteristics, such as area, perimeter, roundness, length, width, and average gray value, were measured for each seed in the selected region of interest (ROI). Physical properties, including the percentage of milling, absolute mass, hectoliter mass, and kernel vitreosity, were also determined. Statistical analysis was performed to investigate the relationship between the geometric characteristics and physical properties of the wheat seeds.

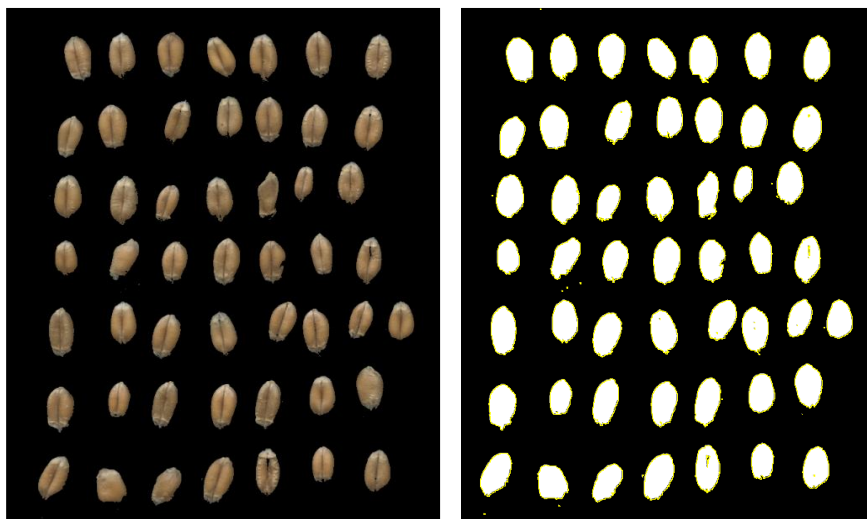


Figure 1 illustrates the processing of wheat grain photos and the selection of the region of interest (ROI).

Results and discussion. The objective of our study was to examine the relationship between the geometric characteristics of winter wheat seeds and their physical properties using computer image analysis. It is known that the geometric characteristics, such as area, perimeter, roundness, length, width, and average gray value, are closely linked to the physical properties of the seeds. Our findings demonstrated a strong correlation between the geometric characteristics of the winter wheat seeds and their physical properties. Specifically, we observed that the percentage of milling was highly correlated with the seed area and perimeter, while the hectoliter mass was highly correlated with the seed width. Moreover, we found that the seed roundness had a strong negative correlation with the kernel vitreosity. We found that the percentage of milling, a crucial factor in wheat processing, was highly linked to the seed area and perimeter. Therefore, seeds with larger areas and perimeters may produce

more flour, making them more valuable for the food industry. Additionally, we discovered that the hectoliter mass was highly associated with the seed width, implying that seeds with larger widths are generally heavier and may have higher yield, which is important for the food industry. Conversely, the kernel vitreosity, a critical factor in determining the wheat's quality, was negatively correlated with the seed roundness. Hence, less rounded seeds are likely to have a harder coat and be of higher quality.

Conclusions. In conclusion, our study has shown that computer image analysis can be an effective approach for investigating the geometric characteristics of winter wheat seeds and their relationship with physical properties. Our findings suggest that certain geometric characteristics, such as area, perimeter, width, and roundness, can be used as predictors of key physical properties in wheat. By using this approach, researchers and industry professionals can better understand and improve the quality of wheat-based products.

References

1. Kumar, S., Fred, A. & Varghese, P. (2020). An Overview of Segmentation Algorithms for the Analysis of Anomalies on Medical Images. *Journal of Intelligent Systems*, 29(1), 612-625. <https://doi.org/10.1515/jisys-2017-0629>
2. Dziki D, Cacak-Pietrzak G, Miś A, Jończyk K, Gawlik-Dziki U. Influence of wheat kernel physical properties on the pulverizing process. *Journal of Food Science and Technology*. 2014 Oct;51(10):2648-55. doi: 10.1007/s13197-012-0807-8.
3. Vithu, P., & Moses, J. A. (2016). Machine vision system for food grain quality evaluation: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 13–20. doi:10.1016/j.tifs.2016.07.011

3. Microorganisms cells destruction by mechanical method: justification of research relevance

Kateryna Hrininh¹, Kostiantyn Omelianenko¹,
Oleksii Gubenia¹, Ionut Avramia²

1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 – Stefan cel Mare University, Suceava, Romania

Introduction. There are assumptions that the topic of destruction of cells and tissues on an industrial scale is relevant. This topic is not sufficiently disclosed in the literature. Before carrying out a scientific project on the cells destruction, this topic relevance should be substantiated.

Materials and methods. Analysis of scientific literature, advertising data from the network, survey of experts.

Results and discussion. Examples of the use of cell destruction:

- Destruction of yeast to release many substances both from the cell contents (proteins, enzymes, etc.) and walls (extraction of betaglucan)
- Destruction of unicellular algae for the release of target products
- Destruction of genetically engineered strains cells of bacteria that synthesize recombinant proteins (that is, those that are not synthesized naturally) - human insulin, somatrophin, intraferon, etc.). They are located in the cytoplasm in the form of rings of inclusions (granules, droplets or crystals). To extract them, it's needed to destroy the cell. In addition, vitamins, enzymes, medicinal substances - antibiotics, etc. can be synthesized in the cells.

There are known ways of destroying cells. Non-mechanical (delicate) methods - osmotic and other lysis, chemical methods (detergents, etc., but it sometimes destroy the target components), osmotic shock, alkaline treatment.

Harder (mechanical methods):

- Ultrasonic - treatment of a cooled suspension with ultrasonic waves. Disadvantage – rapid wear of working elements, low productivity, heating, only for small volumes.
- By pressure (probably in high-pressure homogenizers, by pushing through a small hole).
- Crushing of a small amount of product (grinding, sometimes in a frozen state) - with a pestle and mortar with fine sand or beads.
- Mechanical homogenization in high-speed paddle-type blenders, etc., is more appropriate for tissue destruction.
- In bead mills, probably by abrasion between the beads.

Assumption. In contrast to the crushing of solid bodies, the destruction of cells has a another nature. It is only necessary to damage the wall without grinding it completely. It is not known what properties are inherent in the cell – it is probably elastic, deforms between working elements, slips out, and then restores its shape.

Conclusion. The topic microorganisms cells destruction by the industrial methods is relevant. The tasks are to substantiate the advantages and disadvantages of bead mills, to determine the influence of process parameters on productivity and quality, to establish the kinetics of cell destruction.

4. Original uninterrupted mode of water treatment for growing crops

Iryna Dubovkina, Anna Myronchuk

Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. The feature of the food products depends of many factors. One of them is a quality characteristic of the raw material, because they are the foundation of finished food products. Raw materials include: ingredients; processing aids; packaging materials. Fruits, vegetables, corns, herbs, grains, berries are the important components of the food raw materials. The first stage of the foodstuff production begins from the growing crops. That's why many food industries depend almost entirely on agriculture and growing crops.

Materials and methods. Aquatic solutions were used for experimentation investigations. Aquatic solutions gave in to processing by physical influence before the technological process of production. Aqua treatment and obtaining process was spent in the condition of the physical influence. The analytical chemistry and chemical methods were used for the researches physical and chemical parameters of the aquatic solutions.

Results and discussion. There are different types of hydroponic systems. It is passive hydroponic systems without any powered equipment and apparatus and active hydroponic systems, which include automatic controllers, timers, measuring systems, mechanical pumps, engines etc. There are two types of hydroponic systems. It is passive (without any mechanical equipment) and active systems, which includes pumps, timers and automatic complexes. There are many kinds of hydroponic systems. Some of them are: a wick system (passive system); a water culture (active system), a flood and drain (active system), the drip systems (active system), a nutrient film technique (active system), an aeroponic (active system). The research studies demonstrated the increasing of the pH of the water prepared for the technology on the 15%. The potential of hydrogen is shows concentration of free ions of hydrogen in water and water solutions and it is one of the major operational indicators of quality of water, in many compliments describes nature of chemical and another process which take place in water. The nature and velocity of many physical and chemical processes which take place in such water systems changes. The potential of hydrogen can greatly verify the velocity of itinerary of chemical reactions. Throughout processing of aquatic solutions and obtaining process in the conditions of linear speeds of the first rotor is 21,5 m/s and the second rotor is 23,5 m/s. The pressure of shift of a stream for the first rotor is 215 Pa and for the second rotor is 235 Pa. The speeds of shift of a stream for the first rotor is $2,0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ and for the second rotor is $2,5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$. The speed of rotary motion of the rotors is $n = 50 \text{ sec}^{-1}$.

Through researches the potential of hydrogen of the aquatic solutions prepared on standard technology has raised on 15%. Employment the method of physical influence in technology of receiving of mediums allows receiving the activated aquatic solutions with the certain physical properties and parameters, assured value of a potential of hydrogen.

Carrying out of obtaining processes for mediums in continuous approach is giving the possibility to decrease reduction-oxidation potential on 25-55%.

Conclusions. The results of the experimental researches is established that using of no reagent methods of physical influence is of current interest and perspective for consciousness of control on physical and chemical parameters, properties and the structural organization for the purpose of an intensification of obtaining process of the aquatic solutions mediums.

5. Increasing the technical efficiency of bead mills for ultra-fine grinding of components of medicinal and cosmetic products

Kostiantyn Omelianenko¹, Kateryna Hrininh¹,
Ionut Avramia², Oleksii Gubenia¹

1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 – Stefan cel Mare University, Suceava, Romania

Introduction. Research was conducted with the aim of determining changes in the particle size composition of drug and cosmetic suspensions during processing in a bead mill and improving the efficiency of its operation.

Materials and methods. Ultrafine grinding of model suspensions based on castor oil and solid dye particles is being studied. The research was carried out on an experimental stand based on a vertical type bead mill. The granulometric composition of the suspension was determined by the method of photo registration of images magnified by 100-900 times and their further processing by software.

Results and discussion. Experimental studies of changes in the granulometric composition of suspensions and the analysis of the obtained results show that the composition of suspensions within the investigated range is actively crushed and redistributed during the entire time interval of measurements.

The resulting curve of the degree of grinding during grinding shows an active reduction in the size of the particles in the first 4 minutes of the process. Grinding rate curves and size distribution diagrams demonstrate that slurries with a higher solid phase content are ground more intensively than slurries with a lower solid phase content.

The obtained results of studies of the distribution of suspension particles by size classes make it possible to monitor and adjust the necessary parameters of the ultrafine grinding process to achieve the required product quality, as well as to be used for simulation modeling of the process in bead mills.

Accordingly, for the production of medicinal and cosmetic products, it is advisable to use formulations of suspensions that have a higher concentration of the solid phase in their composition.

Conclusions. The obtained results are useful for choosing rational modes of operation of the bead mill and conducting the grinding process, in particular, choosing the construction of working elements, kinematic parameters, grinding time.

6. Influence of kinematic parameters on the tablet pressing process

Oleksandr Ziomenko, Oleksandr Marchenko,
Serhii Trudko, Daniil Herasymenko, Oleksii Gubenia
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. According to the observations of experts, the influence of kinematic parameters of the pressing process on the quality of finished products and the number of defects is very relevant. This topic is not sufficiently described in the literature. Before carrying out a research project, the relevance of this topic needs to be substantiated.

Materials and methods. Analysis of scientific literature, interviews with experts, cooperation with manufacturers of technological equipment Parle Elizabeth, conducting initial tests on the experimental stand.

Results and discussion. The process of tablet pressing is quite difficult to characterise in general terms, since the quality of the finished product depends on many parameters, such as the composition of the mixture, the method and modes of granulation and drying, mixing and lubrication of the granules. One of the most common excipients is microcrystalline cellulose 101 and 102. The basis of the study is the process of pressing tablets based on Avicel microcrystalline cellulose ph101 and ph102. The study is planned to be carried out on an experimental bench based on the Parle Elizabeth Eco II tablet press for round convex tablets with a diameter of 7 mm, prepared by dry granulation and mixing.

The task was to record changes in the physical parameters of tablets after pressing, beyond the tolerances, and to determine the impact of these changes on the quality of the product. To analyse the degree and nature of the influence of kinematic parameters on the condition and defects of the press tool. It is proposed to determine the physical parameters of tablets (geometric dimensions, thickness, hardness, disintegration time, abrasion) using laboratory equipment, and to determine the qualitative parameters by photo-registration of enlarged images of the structure of the finished tablet and analyse and process them using software systems.

To generate graphs of the dependence of changes in the quality parameters of tablets based on microcrystalline cellulose on changes in kinematic parameters. Investigate the nature of wear of the press tool after the manufacture of each subsequent batch of the drug. Analyse the extent to which wear affects the number of rejects. Create a software module for modelling and determining the optimal process parameters and analysing possible risks.

Conclusions. The relevance of this topic is extremely high, given the high cost of manufacturing pharmaceutical products, and the frequent impossibility of processing defective tablets. The results obtained will be useful for all manufacturers of solid dosage forms, as MCC is one of the most common excipients.

7. Application of alternating impulses of pressure for processing in foodstuff production

Iryna Dubovkina

Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. The aim of this research was to study the influence of the application of alternating impulses of pressure all through processing in foodstuff production. It was done by the quantitative sensory analysis and tasting evaluation of samples of the wine, fortified wine and associated liquid aqueous systems and solutions.

Materials and methods. Wine, fortified wine and associated liquid aqueous systems and solutions were used for investigations and analysing the change of their physical and chemical parameters and properties during the processing by the different methods, approaches, and technological modes.

Electrochemical methods were used for the results analysing. A quantitative sensory analysis and tasting evaluation of the experimental liquid samples of wine, fortified wine and associated liquid aqueous systems and solutions was also conducted.

Results and discussion. In general, an effect of the treatment in the conditions of alternating impulses of pressure during uninterrupted mode gave the opportunity to increase the general score of a quantitative sensory analysis of wine and fortified wine by 7.3%.

During treatment in uninterrupted mode of alternating impulses of pressure with flow shear speed $3.0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ and flow shear stress 300 Pa, the general score reached its lowest value 8.4. The verification of the cavitation number from 0.1 to 0.5 gave the possibility to receive the highest general score 8.8 from 10.

It substantiates the technology of obtaining the fortified wine involving grape comminution, crest separation, must infusion on the seeds and skins, pressing, must fermentation, blending, and alcoholization. Wine alcoholization is performed under conditions of hydrodynamic cavitation with cavitation number of 0.3, flow shear rate of $2.6 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ and flow shear stress of 260 Pa.

Conclusions. The total score of wine and fortified wine samples obtained under the conditions of alternating impulses of pressure had increased quality indicators compared to control samples, which were obtained by the traditional technology. This has a positive effect on the quality of the finished product.

8. Методологічні засоби аналізу відомих і синтезу нових рішень в харчових технологіях

Роман Білоокій, Олександр Батраченко

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Вступ. Процес пошуку нових рішень з вдосконалення відомих та розробки нових технологій виготовлення харчових продуктів буде значно результативнішим, якщо використовувати відповідні методологічні засоби.

Матеріали і методи. При пошуку резервів вдосконалення технологічних процесів доцільно використовувати функціонально-вартісний аналіз. А пошук нових рішень ефективно здійснювати за допомогою теорії вирішення винахідницьких задач.

Результати. Базовими її засадами є поняття "ідеального кінцевого результату" та технічного протиріччя. Ідеальний кінцевий результат - це, найчастіше, недосяжна для стовідсоткового виконання мета, але він є закономірним результатом розвитку будь-якої технологічної системи. Орієнтуючись на нього можна одразу виходити на найбільш ефективні та прогресивні рішення. Розв'язку технічного протиріччя сприяє використання законів розвитку технічних систем, типових прийомів усунення технічних протиріч, алгоритму вирішення винахідницьких задач, стандартних рішень винахідницьких задач, збірника фізичних ефектів.

Будь-яка технологічна система призначена для виконання саме головної корисної функції. При цьому система повинна її виконувати якомога швидше, якісніше, зручніше, безпечніше, з найменшою участю людини.

Чому, найчастіше, система ще не є такою? Через не надто раціональні принцип дії, конструктивні схеми елементів, види матеріалів та методи обробки цієї сировини. Нераціональними вони є тому, що поряд із головною корисною функцією та допоміжними корисними в кожному елементі найчастіше присутні нейтральні та навіть шкідливі функції, а наявні корисні можуть дублюватись, мати недостатній або надлишковий рівень виконання, що потребує виправлення. В основі складних задач лежать технічні протиріччя, які виникають через системні взаємозв'язки елементів. Найскладніші задачі не вирішуються тому, що існуючих знань про розглядуваний процес недостатньо, процес насправді відбувається дещо інакше, а тому звичні конструктивні рішення і не можуть бути ефективними.

Як потрібно вирішувати подібні задачі? Рухатись завжди потрібно в напрямку підвищення "ідеальності" технологічної системи, тобто щоб виконання головної корисної функції здійснювалось з найменшими витратами матеріалу, енергії, часу та коштів. Для цього при вирішенні задач слід намагатись використовувати вже наявні в системі елементи (обладнання, його робочі органи тощо), силові поля та резерви часу. Шкідливі фактори слід усувати, нейтралізуючи їх іншими шкідливими факторами.

Як саме це зробити? Слід детально з'ясувати функціональне призначення та умови роботи розглядуваних елементів, виділити корисні, нейтральні, шкідливі, дубльовані функції та рівень їх виконання. В складних випадках потрібно встановити нові знання про розглядуваний процес за допомогою наукових досліджень. Все це дає можливість глибоко проаналізувати наявні технічні протиріччя, зрозуміти їх справжню суть та вирішити їх. Вирішення досягається розділенням суперечливих вимог у просторі і часі, використовуючи спеціальний методологічний інструментарій.

Висновки. Означені вище засоби можуть значно інтенсифікувати пошук нових рішень при вдосконаленні харчових технологій.

9. Static Cavitation Module: A Numerical Modeling Approach

Dmytro Vitenko¹, Natalya Zvarych², Tetiana Vitenko³
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Introduction. The use of static hydrodynamic devices in industry is gaining interest due to their efficiency in causing physical and chemical effects through pressure reduction and flow geometry changes. Static hydrodynamic devices are advantageous as they use the energy from technological liquid flow and can be controlled by adjusting technical and technological parameters. Different cavitation regimes are required for various processes, making separate cavitation modules necessary, but full-scale testing is often impractical. The purpose of this study is to examine the viability of a practical cavitation module through numerical modeling and comparing the results with experimental data to assess the adequacy of the software package.

Materials and methods. The SolidWorks software package was used to determine variations in pressure, velocity, and other parameters in the working area through its Flow Simulation module. This module simulates flow motion based on the Navier-Stokes equations, which consider mass conservation, momentum, and energy for liquids and gases. Liquid characteristics are defined through expressions of liquid state and empirical dependencies of density, viscosity, and thermal conductivity on temperature, while non-Newtonian fluids are described by the dependencies of their dynamic viscosity on shear-strain rate and temperature. Additionally, other equations are used to determine flow geometry, boundary, and initial conditions.

Results. The results of the numerical modeling support the existing theoretical framework of hydrodynamic cavitation laws. The pressure drops to a cavitation threshold and then gradually increases in the border areas of continuity rupture. Different design options for the cone opening angle were considered, and the sharpness of the cone edge was found to have the most significant impact on flow vorticity and vortex separation. The length of the cavitation area was determined and compared with experimental visual results recorded with a high-speed video camera. The images revealed some instability in the geometry of the cavitation working area, particularly in its tail, due to gas phase emission. The instability in the geometry of the cavitation working area, particularly in its tail, was found to be due to gas phase emission within the working area, which causes changes in pressure in the cavity and pulsation in its tail. The gas phase emission is caused by the collapse of the cavitation bubbles, which produces shock waves that lead to the emission of gas from the liquid. This phenomenon is known as cavitation erosion, which can cause damage to the material surface over time. Therefore, it is important to carefully design and control the cavitation process to avoid damage and ensure optimal performance of the hydrodynamic device. The variations in pressure and renewed flow were calculated, and the results illustrate the variations in absolute inlet pressure at $\lambda = 2.5$.

Conclusions. The experimental findings align with the theoretical observations regarding liquid flow behavior in similarly designed devices. In the constricted area, the flow rate increases and static pressure drops due to the conversion of the flow's potential energy into kinetic energy, as well as the flow continuity equation. The flow expands beyond the narrow area, resulting in a reduction in average flow rate and an increase in static pressure. Moreover, the results indicate that the pressure in the output section of the model is lower than that in the inlet section, which can be attributed to pressure loss resulting from overcoming friction forces in the narrow area.

10. Системи 3D моделювання при вирішенні завдань конструювання та інжинірингу обладнання

Ростислав Баран, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Вступ. У сучасних умовах успіх підприємства значною мірою визначається можливістю покращення існуючих технічних рішень та розробки нових. Щоб зменшити час та витрати на розробку нової продукції, застосовують комп'ютеризовані системи, такі як CAD (автоматизоване проектування), CAM (автоматизоване виробництво) та CAE (автоматизоване розроблення та конструювання).

Матеріали та методи. Для вирішення завдань конструювання обладнання в Україні найчастіше поміж інших застосовують рішення на базі ANSYS компанії ANSYS, Inc., SolidWorks компанії SolidWorks Corporation та Autodesk Inventor компанії Autodesk.

Результати та обговорення. Один з найбільш відомих та потужних програмних продуктів для розробки та конструювання інженерних конструкцій - ANSYS. Цей продукт дозволяє вирішувати задачі в областях міцності, гідрогазодинаміки, тепла, електромагнетизму та міждисциплінарного числового аналізу. ANSYS також дозволяє проводити оптимізацію конструкції, використовуючи всі перераховані типи аналізу. Для використання ANSYS необхідно мати CAD-пакет, в якому попередньо створюється твердотіла модель. ANSYS має широкий функціонал та можливості, що роблять його одним з провідних інструментів у своїй галузі.

CAD системи Autodesk Inventor та SolidWorks мають достатні можливості для більшості інженерних аналізів. Вони дозволяють вирішувати такі задачі, як міцність, стійкість, теплопередача, частотний аналіз, динаміка механізмів, гідродинаміка, оптика і світлотехніка, електромагнітні розрахунки, аналіз розмірних ланцюгів тощо.

Однією з переваг CAD систем Inventor та SolidWorks є те, що модулі CAD та CAE інтегровані в одному програмному продукті. Крім того, вони мають хорошу базу теплофізичних та фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів, що робить їх зручним і мобільним інструментом для інженерів.

Спочатку з використанням можливостей 3D моделювання програми створюється твердотіла модель, для якої згодом вказуються умови роботи та діючі навантаження. За допомогою відповідного модуля здійснюються розрахунки.

В процесі вирішення завдань конструювання та інжинірингу при аналізі конструкції, інженер-конструктор може швидко внести необхідні зміни і провести повторні розрахунки. Autodesk Inventor та SolidWorks мають відповідні інструменти для аналізу технологічності проектування, підготовки виробництва, аналізу технологічності процесів виготовлення і розробки керуючих програм для верстатів з ЧПК. Це дозволяє скоротити час на конструювання і виробництво, а також проектувати вироби з оптимальним рівнем надійності і мінімальною собівартістю.

Висновок. CAD/CAE системи дозволяють швидко внести зміни до конструкції виробів та провести аналіз впливу на них різних чинників. Використання такого інструментарію допомагає значно зменшити час та вартість розробки готової продукції. Для переважної більшості завдань конструювання та інжинірингу ефективно застосовувати SolidWorks та Autodesk Inventor, в яких слабші можливості для моделювання та розрахунків. ANSYS же має суттєво більші обчислювальні можливості і тому ефективніше справляється зі складними завданнями, але потребує застосування стороннього програмного забезпечення для виконання 3D моделей.

11. Визначення найбільш доцільних та раціональних параметрів процесу фільтрування ферментованого напою типу «Комбуча» за допомогою картонного фільтра Colombo 18

Роман Савчук, Сергій Удодов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Доцільним є проведення досліджень з метою використання найбільш доцільних параметрів фільтра при його роботі із фільтрувальним картоном з розміром комірок від 0,6 до 10 мкм таким чином, щоб не змінювалася кінцева якість напою, а час фільтрування продукту залишався максимальним.

Матеріали та методи. Досліджено процес фільтрування ферментованого напою типу «Комбуча» за допомогою фільтра Colombo 18, який складається з електронасосу і фільтруючих елементів з картону. Розмір фільтруючих пластин - 200x200мм, розмір комірок від 0,6 до 10 мкм. Потужність даного фільтра зазначеного виробником - 550 – 800 л/год.

Результати та обговорення. В результаті проведених досліджень було виявлено, що час фільтрування та якість напою на виході після фільтрування суттєво залежать від розміру комірок фільтрувального картону та температури напою.

Оскільки «Комбуча» - це слабогазований напій, тому під час фільтрування потрібно щоб він не втрачав діоксид вуглецю. З цією метою фільтрування проводилося при температурі напою 3-5°C. За результатами перших дослідів було виявлено, що фільтрувальний картон з розміром комірок менші за 1 мкм взагалі не підходить для фільтрування. Оскільки фільтр затримує не тільки дріжджі, але і частину мікроорганізмів, які надають колір, смак та поживну цінність даному напою.

Фільтрувальний картон з розміром комірок у 5 мкм показав, що колір та смак напою суттєво не змінюються, однак дріжджі більшою частиною залишаються та сприяють подальшому прискоренню утворенню желеподібного осаду.

Дослідження із фільтрувальним картоном з розміром комірок у 10 мкм показали, що колір та смак не змінилися, а дріжджі та желеподібний осад практично затрималися фільтром. Даний фільтрувальний картон з розміром комірок у 10 мкм був обраний як найбільш доцільний для використання та визначення найбільшої його продуктивності.

Визначення останньої було проведено об'ємним методом, результати якого представлені в табл.1.

Таблиця 1

Залежність продуктивності фільтра із фільтраційним картоном з розміром комірок у 10 мкм від часу фільтрування

τ хв.	0	30	60	90	120	150
Q ₁	15	14,6	13,3	12	6	3,5
Q ₂	14,8	14,3	13,5	12,4	6,2	3,3
Q ₃	15,2	14,8	12,9	12,1	5,8	3,4
Q _{ср}	15	14,6	13,2	12,2	6	3,4

Висновок. Після проведених дослідів встановлено:

1. Найбільш доцільний у використанні фільтра Colombo 18 є фільтрувальний картон з розміром комірки 10 мкм. Під час його використання якість напою не змінюється.
2. Найбільш ефективно процес фільтрування відбувається протягом до 100 хв, після чого суттєво падає продуктивність фільтра, а відповідно виникає необхідність у заміні фільтрувального картону. Визначений проміжок часу ефективного фільтрування відповідає приблизно 500-600 л відфільтрованого напою.
3. При 120 хв та більше фільтруванні напою продуктивність фільтра практично падає більш ніж у 2 рази, що свідчить про повну закупорку комірок фільтрувального картону та недоцільності подальшої його експлуатації.

12. Визначення газової проникності скоринки батону в процесі вакуумного охолодження

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

Вступ. Охолодження хліба проводять для надання хлібу необхідних структурно-механічних характеристик, за досягнення яких стає можливим проведення процесів нарізання та пакування, оскільки механічний вплив на випечений гарячий хліб приводить до його зминання, він втрачає форму, структуру та пористість. Вакуумний спосіб охолодження є найшвидшим та найефективнішим способом охолодження хліба, але недостатньо вивченим, через що є складності з впровадженням його в потокове виробництво, та потребує додаткових досліджень, оскільки для різних видів хліба потрібно визначити режим вакуумування, за якого не відбувається деформації хліба.

Матеріали та методи. Досліджено процес вакуумного охолодження батону з пшеничного борошна вищого ґатунку масою 0.5 кг. Дослідження проводились на створеній нами експериментальній установці для вакуумного охолодження хліба, яка складається з: вакуум камери з кришкою, вакуумного насосу, збірника конденсату, конденсатора, манометра, трубопроводу. Для визначення газової проникності батону (скоринки та внутрішніх шарів) створено експериментальний стенд, який складається з: затискача зразку, лічильника витрат газу, крану для регулювання швидкості створення вакууму, трійників зі штуцерами для диференційного під'єднання манометра, штуцера для приєднання до вакуумного насосу, трубопроводу.

Результати та обговорення. В результаті досліджень було визначено, що якість готових виробів залежить від режиму вакуумування, на який значною мірою впливає пропускна здатність скоринки. Отримані дані свідчать, що центральна частина верхньої скоринки має на 11-15% більший опір ніж зразки скоринки бічної поверхні батону. Візуально можна спостерігати, що проникність скоринки корелюється з інтенсивністю її забарвлення - чим темніша (більш запечена) скоринка, тим більший опір вона створює потоку повітря. В ході оброблення отриманих даних розраховано питому пропускну здатність скоринки в різних місцях поверхні батона: для нижньої скоринки - $P_n = 5.55 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$; для центральної частини верхньої скоринки $P_n = 2.165 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$; для бічної поверхні батону - $P_b = 9.91 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Було визначено що максимальна швидкість зниження тиску у вакуум камері для забезпечення необхідної якості батону становить 4.5 кПа/с.

Висновок. Розроблена експериментальна установка та методика для визначення газової проникності скоринки батону, визначено питому пропускну здатність скоринки батону в різних зонах поверхні, що дозволило визначити та випробувати режим вакуумного охолодження батону без його руйнування.

Література.

1. Fellows P. (2020), Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition, CRC Press.
2. Lelieveld H., Holah J., Gabrić D. (2016), Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition), Elsevier.
3. Telychkun V.I., Desyk M.G., Nazarenko I.V., Kozak O.S. (2020), Gas permeability of bread, *Ruse University. Proceedings*, 59(10.2).

13. Комп'ютерне моделювання в завданнях конструювання та зворотного інжинірингу

Іван Прунько, Віктор Ворошук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Вступ. Зворотній інжиніринг - це актуальний в умовах обмеженої ресурсної бази процес створення технічної документації для існуючих деталей або конструкцій. При його реалізації проектування відбувається у зворотному напрямку - від реального об'єкта до його абстрактного представлення.

Матеріали та методи. Основний інструментарій для вирішення конструкторських завдань із застосуванням методів зворотного інжинірингу включає обладнання для сканування досліджуваного об'єкта та проведення вимірювань з необхідною точністю і комп'ютерне програмне забезпечення для оброблення сканованої 3D моделі чи створення нової за результатами вимірювань. Серед найбільш поширених програмних продуктів для виконання інженерних завдань з 3D моделювання можна виділити CATIA, SolidWorks, Autodesk Inventor, Pro / ENGINEER, Fusion 360, Unigraphics NX.

Результати та обговорення. В галузевому машинобудуванні досить поширеним є застосування вживаного і просто старого технологічного обладнання без повної технічної документації. В таких випадках зворотній інжиніринг залишається чи не єдиним дієвим способом підтримання технологічного обладнання у робочому стані і забезпечення його функціонування.

Основними випадками, коли необхідно виконати зворотній інжиніринг із застосуванням засобів комп'ютерного моделювання, є наступні:

- виробник обладнання більше не здійснює діяльність;
- деталі, які більше не випускаються і відсутні на ринку;
- вартість або час доставки дуже високі;
- відсутня проектно-конструкторська;
- необхідно виконати аналіз геометрії та міцнісні розрахунки за результатами тривалої експлуатації;
- потрібен аналіз продукції конкурентів.

В ряді випадків, коли деталі вже не випускаються або проектна документація втрачена, доцільно використати зворотній інжиніринг для отримання цифрової 3D-моделі реального виробу, що може допомогти виготовити нову деталь за допомогою адитивних технологій.

Сучасні автоматизовані системи проектування дозволяють отримати цифрові моделі в форматі файлів вимірювань або фасетної 3D-моделі, які можна використовувати для створення дублікатів за допомогою САМ-систем. За результатами 3D-сканування інженер отримує полігональну модель, яку можна додатково обробляти для підготовки до виробництва.

Висновок. Після отримання шляхом комп'ютерного моделювання точної цифрової моделі фізичного об'єкта за допомогою зворотного інжинірингу, можна використовувати САМ-додаток для підготовки цієї моделі до виробництва.

Застосування методів комп'ютерного моделювання в завданнях зворотного інжинірингу дозволяє швидко створювати дублікати фізичних об'єктів за допомогою доступних технологій. Таким чином, зворотній інжиніринг є ефективним інструментом для ремонту та відтворення деталей, які вже не можуть бути виготовлені відповідним виробником.

14. Підвищення продуктивності нарізання різьби для отворів в сталі 12х18н9т універсальним мітчиком

Тетяна Лук'яненко, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мітчики є одним з найбільш складних та найменш надійних інструментів. Оброблення майже всіх видів поверхонь можливе багатьма способами [1]. Наприклад одержання зовнішніх різьб можливе нарізанням різцями, гребінками, різьбонарізними головками, накатування плоскими або круглими плашками. В той же час, оброблення внутрішніх різьбових отворів в основному, як виконувалися, так і виконуються мітчиками або різцями. До основних проблем різьбонарізання мітчиками належать викришування різальних кромки на різальній частині мітчика під дією сил різання та поломки мітчиків (особливо, малих типорозмірів) через перевищення крутного моменту різьбонарізання над допустимим [2]. Таким чином, визначення сил різання та крутних моментів різьбонарізання для прогнозування можливих поломок та вдосконалень конструкцій мітчиків.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – інструмент для нарізання різьби в отворах. Метою даної статті є визначення заднього кута і затилованої поверхні мітчика залежно від механічних властивостей матеріалу, який підлягає обробці.

Результати. Мітчик є невід'ємним інструментом для нарізання різі в отворах. Він являє собою гвинт, що має одну або кілька поздовжніх прямих або гвинтових канавок, які утворюють ріжучі кромки. Мітчик складається з робочої частини і хвостовика, за допомогою якого він закріплюється під час роботи у патроні чи воротку.

Задній кут на мітчику виходить при радіальному затилуванні ріжучої частини по зовнішньому діаметру. Величину заднього кута приймають в залежності від матеріалу в якому буде нарізатися різьба, його рекомендовані значення вказані в таблиці 1. Не зважаючи на це в деяких матеріалах виникають такі круті моменти, що призводять до руйнування різьбонарізного інструменту, тобто до його зламу.

Таблиця 1

Вид мітчика	Задній кут, град
Машинно-ручні мітчики	0...12
Для наскрізних та глухих отворів	5...8
Гайкові мітчики	8...12

Для таких випадків ми пропонуємо уточнювати кут затилування величиною зсуву матеріалу, яка визначається за формулою: $\tau = F/A$, де F – прикладена сила, A – площа зрізу.

Тоді взаємозв'язок між заднім кутом і величиною затилування визначається залежністю: $tg \alpha = \frac{k \cdot z}{\pi d} \cdot \tau$, де k – падіння задньої поверхні зуба; n – кількість пер мітчика; d – діаметр переднього торця мітчика; τ – величина зсуву матеріалу.

Висновок. Запропонована функціональна залежність зміни заднього кута мітчика, збільшення значення якого залежить від механічних властивостей матеріалу, який обробляється. У свою чергу це дозволяє зменшити тертя і круті моменти, які виникають при нарізанні різі у в'язких матеріалах. Вказана операція зменшить кількість заточок мітчика, але полегшить сам процес нарізання різі в отворах, і тому термін експлуатації майже не буде відрізнятись, а в деяких випадках може навіть підвищитись. Отже, коли потрібно нарізати різь в отворі у в'язкому матеріалі, а під рукою лише універсальний мітчик, то змінюємо його кути відповідно до залежностей, які описані вище і можемо бути впевнені, що під час нарізання різі мітчик залишиться цілим, а отвір не потребуватиме додаткових операцій з обробки.

Література. 1. Пахаренко В.Л., Марчук М.М., Пахаренко О.В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2018. 252 с.

2. Солодкий В.І., Плівак О.А. Основи проектування різального інструмента. Част.ІІ: навч. посібник для студ. спец. 131 «Прикладна механіка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 178 с.

15. Інноваційна технологія переробки колаген-вмісної м'ясної сировини

Тетяна Вечірко, Ірина Грабова, Олександр Батраченко
Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Вступ. Високі фізичні і емоційні навантаження військовослужбовців при виконанні їх службових обов'язків висувають специфічні вимоги до раціону їх харчування. Серед іншого, важливою задачею є запобігання отруєнню учасників бойових дій.

Матеріали і методи. Забезпечити деінтоксикацію організму, профілактику захворювань серцево-судинної системи, суглобів, а також підвищити рівень енергійності військовослужбовців та стимулювати розвиток у них м'язів можуть функціональні м'ясні продукти із вмістом колагену.

Результати. Існуючі технології переробки колаген-вмісної сировини володіють такими суттєвими недоліками, як високі енерговитрати та низька продуктивність процесу. З'єднувальна тканина сировини, яка і містить переважну кількість колагену, має міцність, що у 200 разів перевищує міцність м'язової тканини м'яса. Перед подрібненням сировина повинна пройти етап підготовки: або варіння на протязі 6-8 годин або вимочування у відповідних кислотних розчинах протягом 18-24 годин при понижених температурах 0-4 °С.

Запропонований нами підхід дозволяє уникнути довготривалості (6-24 годин), енерго- та ресурсоемної підготовки колаген-вмісної сировини. За результатами наших досліджень, саме використання ультразвукових коливань різального інструменту м'ясорізальних машин дозволить інтенсифікувати процес подрібнення сировини. І таким чином суттєво зменшити енергоспоживання при виготовленні функціональних м'ясних продуктів за рахунок виключення етапу підготовки сировини, підвищити їх якість та забезпечити можливість виконання обладнання для подрібнення колаген-вмісної сировини компактним та високопродуктивним.

Нами пропонується технологія переробки колаген-вмісної м'ясної сировини, яка ґрунтується на новому способі подрібнення колаген-вмісної м'ясної сировини з використанням ультразвуку. Він передбачає підготовку м'ясної сировини, попереднє подрібнення сировини різальним інструментом на відповідному обладнанні, технологічне витримування м'ясної сировини в кислотних розчинах та/або теплову її обробку, кінцеве подрібнення м'ясної сировини різальним інструментом на відповідному обладнанні, складання фаршу, фасування та кінцеву теплову обробку фаршу.

Відмінністю даного способу подрібнення є те, що воно здійснюється з накладанням ультразвукових коливань на різальний інструмент машини (вовчка, кутера або емульсатора). Реалізація нового способу впливу на сировину при подрібненні забезпечить комплексний подрібнювальний вплив леза на м'ясну сировину. Завдяки цьому буде зменшено сили різання в 4-6 разів, інтенсифіковано подрібнення сполучної тканини сировини за рахунок збільшення кількості циклів зсувних деформацій та буде інтенсифіковано подрібнення і емульгування м'язової тканини за рахунок збільшення енергії диспергування білкових волокон.

Висновки. Використання результатів розробки в харчовій промисловості України та світу дозволить заощадити значні матеріальні та енергетичні ресурси за рахунок виключення з технологічного ланцюжка етапу довготривалості та енергоемної підготовки сировини перед подрібненням. Це, в свою чергу, відповідатиме загальній тенденції переходу на «зелені» промислові технології в світі.

16. Імітаційне моделювання конструкційних елементів фіксуєчого конвеєра для знерухомлення тварин

В'ячеслав Новицький, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Знерухомлення тварин є передзабійним технологічним процесом, який призначений для гуманізації забою шляхом зниження чутливості тварин до болю, забезпечення безпеки працівників, виключення травм тварин, повного знекровлення та отримання м'яса високої якості [1, 2]. В структурі собівартості головних видів м'ясної продукції доля сировини складає 90...95 %. Тому в процесі знерухомлення тварин важливо забезпечити належні умови, які б не створювали негативного впливу на якість та вихід продукції. Для мінімізації можливого руху тварин і їх травмування в процесі знерухомлення використовуються фіксуєчі конвеєри.

Матеріали та методи. Для підвищення ефективності роботи фіксуєчого конвеєра для знерухомлення тварин, створення раціональної конструкції обладнання проведено імітаційне моделювання основних елементів конструкції фіксуєчого конвеєра.

Результати дослідження. Створені геометричні моделі ділянок утримуючих фіксуєчих конвеєрів і проведено моделювання розподілу напруження і деформації утримуючих пластин під навантаженням з метою визначення найбільш раціональної конструкції обладнання (розміру пластин і кута нахилу конвеєрів).

Імітаційне моделювання проводилося при кутах нахилу конвеєрів між собою а 60° ... 70° , а також розмірах пластин $4 \times 100 \times 500$ мм і $6 \times 98 \times 640$ мм.

Розподіл напруження і деформація пластин фіксуєчого конвеєра наведені на рис. 1.

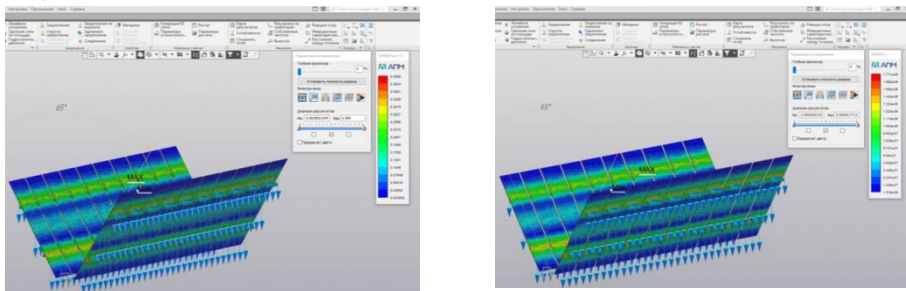


Рис. 1. Результати моделювання: розподіл напруження і деформація пластин (розміри пластин $6 \times 98 \times 640$ мм, кут між пластинами конвеєрів 65°)

Встановлено, що найбільш раціональним варіантом є кут нахилу конвеєрів між собою 65° при розмірах окремих пластин $6 \times 98 \times 640$ мм. При такому нахилі модель має найменші граничні напруження і найменшу деформацію.

Висновок. Модель з розмірами пластин $6 \times 98 \times 640$ мм і кутом між пластинами конвеєрів 65° має найменше напруження і найменшу деформацію, тому є найбільш раціональним варіантом.

Література:

1. Grandin, Temple & Smith, Gary. (2004). Animal welfare and humane slaughter.
2. AVMA Guidelines for the Humane Slaughter of Animals: 2016 Edition. American Veterinary Medical Association. 64 p.

17. Урахування технологічних можливостей м'ясорізальних машин при розробці перспективних програм розвитку м'ясопереробних підприємств

Тетяна Вечірко, Ірина Грабова, Олександр Батраченко
Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Вступ. Вміння раціонально комплектувати і компоувати технологічні лінії, обираючи найбільш влучні варіанти їх машинно-апаратного оформлення з гамми можливих, є обов'язковим для технологів харчових підприємств.

Матеріали і методи. Такі навички затребувані як при створенні нового, так і при розвитку існуючого виробництва. Означені виробничі задачі можуть постати перед магістрами з харчових технологій на багатьох підприємствах харчової промисловості.

Результати. Питання раціонального вибору варіанту технологічного процесу при виготовленні заданого виду продукту нерозривно пов'язано із знанням технологічних можливостей сучасних видів обладнання, що пропонується на ринку. Машинно-апаратне оформлення етапу приготування м'ясного фаршу (подрібнення сировини та змішування інгредієнтів) може бути різним, залежно від асортименту та гатунку продукції, яка виготовляється, стану (температури) м'ясної сировини, запланованої продуктивності лінії та вимог щодо бактеріальної чистоти продукту.

Нами виділено 16 основних машинно-апаратних схем етапу складання фаршу для ковбасних виробів:

- 1) вовчок + фаршмішалка + витримування для дозрівання + кутер;
- 2) вовчок + кутер + емульсатор + шпигорізка + фаршмішалка;
- 3) кутер;
- 4) вовчок + фаршмішалка + емульсатор;
- 5) вовчок + фаршмішалка;
- 6) вовчок + шпигорізка + фаршмішалка;
- 7) вовчок + кутер + шприц із вовчковою насадкою;
- 8) дробарка + вовчок + фаршмішалка + емульсатор;
- 9) дробарка + кутер + емульсатор;
- 10) вовчок-дробарка + вовчок + фаршмішалка;
- 11) вовчок-дробарка + вовчок-мішалка;
- 12) вовчок GEA UniGrind + фаршмішалка + кутер;
- 13) кутер + варильний котел;
- 14) вакуум-варильний кутер;
- 15) вакуум-варильний кутер + емульсатор;
- 16) процес-автомат Karl Schnell FD.

При цьому сучасні вакуумні кутери також можуть бути оснащені системою охолодження сировини рідким азотом, використання якого дозволяє отримати низку технологічних переваг як при приготуванні ковбас так і при швидкому заморожуванні парного м'яса і потім при наступному його швидкому розморожуванні.

Висновки. Наведені схеми свідчать про те, що конструкція машини може визначати не лише її технологічні можливості, вартість і продуктивність технологічної лінії, не лише площу, яку вона буде займати, а в тому числі і види енергоресурсів, які необхідно підвести до дільниці (електроенергія, пара, рідкий азот) і наявність додаткових приміщень та обладнання в цеху або на підприємстві (парогенератор, приміщення для встановлення балонів із рідким азотом, приміщення для встановлення установки по отриманню рідкого азоту з повітря тощо).

18. Моделювання процесу витискання фаршу шнековим шприцем

Богдан Курінний, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з основних технологічних операцій при виробництві ковбасних виробів є формування ковбасних батонів. Від її виконання залежить не тільки вихід, але й якісні показники готової продукції. Для наповнення ковбасних батонів використовують шприци з поршневым, шестеренчастим, роторним (ексцентрико-лопатеvim) і шнековим нагнітанням [1].

При роботі шприца важливо запобігти потраплянню повітря в оболонку під час її наповнення [2]. Особливо актуально питання вакуумування фаршу стоїть при виробництві групи варених ковбасних виробів.

Матеріали і методи. Найбільш серед шнекових набули розповсюдження двошнекові шприци, у яких шнеки входять у зачеплення, обертаються назустріч один одному і забезпечують осьове переміщення фаршу.

Об'єктом досліджень є процес шприцювання структурно-однорідного фаршу для варених ковбас, предметом досліджень – режими роботи витискувачів шприца.

Геометричні моделі елементів вакуумного шприца виконано в програмі Solid Works. Процес шприцювання структурно-однорідного фаршу промодельований в пакеті Solid Works Flow Simulation.

Результати. Для збільшення точності розрахунку процеси, що відбуваються в корпусі витискувача і на ділянці наповнення, промодельовані окремо.

Розглянуто різні варіанти конструктивного виконання ділянки формування: встановлення на вході фаршу в цівку розсікачів; розміщення стабілізатора в циліндричній частині цівки; додаткові конструктивні елементи в цівці відсутні.

Відносна стабілізація значень тиску в цівці при частотах обертання, які перевищують $4,8 \text{ c}^{-1}$, свідчить про початок руйнування структури продукту. Тому частоту обертання шнеків шприца бажано обмежувати вказаною величиною.

Отримані результати є початковими даними для моделювання течії фаршу в цівці та на ділянці наповнення ковбасних оболонок.

При встановленні в цівці розсікачів фаршу розглянутої конструкції зменшується площа вільного перерізу від об'єму базового варіанта в 2,4 рази. Це змінює швидкість і режим руху фаршу на ділянці наповнення оболонок.

Висновок. Використання вакуумної системи в шприцах сприяє інтенсивності й рівномірності руху фаршу завдяки видаленню включень повітря, затягуванню фаршу з бункера та подачі його в зону роботи шнеків. Встановлення пристроїв для розсікання в цівці приводить до якіснішого видалення включень повітря з фаршу внаслідок його більш тривалого перебування у зоні вакуумування. Але разом з цим це збільшує механічний вплив на фарш та зменшує продуктивність обладнання. Частота обертання шнекових витискувачів має обмежуватися значенням $4,8 \text{ c}^{-1}$. Підвищення щільності структури фаршу і зменшення включень повітря дозволяє покращити якість варених ковбасних виробів.

Література

1. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв : підручник / О. М. Чепелюк, О. М. Гавва, І. Г. Бабанов [та ін.]. – Київ : Сталь, 2021. – 805 с.
2. Problem with air bubbles in sausage production process / J. Linn, W. Bak, J. Domagała at all // EMS School on Industrial Mathematics Bedlewo, 11–18 October, 2010. – 15 P.

19. Вплив особливостей конструктивного виконання кутерів на вихід і якість ковбасних виробів

Аліна Козаченко, Олександр Батраченко

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Вступ. Знання технологічних можливостей обладнання та особливостей його технологічного впливу на сировину, яка переробляється, є вельми актуальними для майбутніх технологів при виконанні їхніх професійних обов'язків на виробництві.

Матеріали і методи. Кутери є одним із найбільш важливих видів технологічного обладнання м'ясопереробних підприємств. Сучасні моделі цих машин відрізняються різноманіттям конструктивних рішень, і, відтак, ефективністю роботи.

Результати. При виробництві якісних сосисок і ліверних ковбас кращі результати спостерігаються при використанні ножів з короткими лезами малої кривизни, що мають односторонню заточку. Такі ножі забезпечують найбільшу масу отриманого фаршу. При виготовленні сирокочених ковбас кращі результати показують ножі з довгими лезами великої кривизни або лезами, що тангенціально розташовані, які забезпечують ковзне різання. З точки зору мінімізації енерговитрат кращими є ножі з криволінійним лезом і зменшеною площею бічної поверхні. Заточка, що чергується (яка розташовується поперемінно від обох бічних поверхонь ножа) в цілому обумовлює недостатню або погіршену якість готового продукту. Виконання леза зубчастим призводить до перекутерування фаршу сирокочених ковбас і погіршеного зовнішнього вигляду готового продукту. Збільшення площі бічної поверхні ножа і двостороння заточка леза призводять до меншого часу кутерування і м'якшої текстури ковбаси.

Отвори і заглиблення в тілі ножа є додатковими елементами, які інтенсифікують процес подрібнення і емульгування фаршу. Потужність, яка витрачається, збільшується при переході від звичайних ножів до перфорованих і зменшується при використанні ножів із заглибленнями. Причому ножі з подовженими заглибленнями обумовлюють меншу споживану потужність, ніж ножі із циліндричними заглибленнями. Продукт з найкращою органолептичною оцінкою виготовляється із застосуванням ножів, що мають глухі заглиблення подовженої форми. Забезпечення зазору між кінцями лез ножів і чашею кутера у 0,8 мм дозволяє отримати м'ясні емульсії високого гатунку. Мінімізації даного зазору сприяє використання чаші із центральним конусом збільшеного діаметру.

Застосування вакууму, як відомо, дає низку переваг під час кутерування. Використання системи газациї фаршу інертним газом дозволяє ці переваги посилити. Система охолодження фаршу рідким азотом значно розширює технологічні можливості кутера і сприяє отриманню ковбас високої якості, особливо при наявності власної бійні на підприємстві. Варильна функція дозволяє зменшити тривалість циклу виготовлення продукту та значно спростити і здешевити машинно-апаратне оформлення технологічної лінії.

Використання реверсного руху ножів дозволяє ефективно реалізувати функцію перемішування неоднорідних фаршів. Цьому ж сприяє її використання частотного інвертора в приводі кутера, який, до того ж, дозволяє реалізовувати широку гамму режимів обробки сировини. Спектральний онлайн-аналіз властивостей сировини в кутерах "KILIA Supreme Cut" надає геть нові можливості по стандартизації якості готової ковбасної продукції.

Висновки. Означені конструктивні особливості сучасних моделей кутерів можуть значно розширити уяву технологів м'ясопереробного виробництва про ефективні шляхи вирішення виробничих завдань.

20. Руйнування клітин мікроорганізмів механічним способом: обґрунтування актуальності досліджень

Катерина Грінінг¹, Костянтин Омеляненко¹, Олексій Губеня¹, Йонуц Авраміа²
1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
2 – Університет Штефан чел Маре, Сучава, Румунія

Вступ. Існують припущення, що тема руйнування (англ.) клітин та тканин у промислових масштабах є актуальною. У літературі ця тема недостатньо розкрита. Перед виконанням наукового проекту із руйнування клітин актуальність цієї теми необхідно обґрунтувати.

Матеріали і методи. Аналіз наукової літератури, рекламних даних із мережі, опитування фахівців.

Результати і обговорення. *Приклади застосування* руйнування клітин:

Руйнування дріжджів для виділення багатьох речовин як із вмісту клітини (білки, ферменти тощо), так і стінок (екстрагування бетаглюкан)

Руйнування одноклітинних водоростей для виділення цільових продуктів

Руйнування клітин генно-інженерних штамів бактерій, які синтезують рекомбінантні білки (тобто ті, що не синтезуються природнім шляхом) – людські інсулін, соматрофін, інтраферон тощо). Вони знаходяться у цитоплазмі у вигляді кілець включень (гранул, крапельок чи кристаликів), для їх вилучення потрібно зруйнувати клітину. Крім того, у клітинах можуть синтезуватися вітаміни, ферменти, лікарські речовини - антибіотики тощо.

Відомі способи руйнування клітин. Немеханічні (делікатні) методи - осмотичний та інші лізиси, хімічні способи (детергенами тощо, але вони іноді руйнують цільові компоненти), осмотичний удар, лужне оброблення.

Жорсткіші (механічні методи):

Ультразвуковий – оброблення охолодженої суспензії ультразвуковими хвилями. Недолік – швидке зношення робочих елементів, низька продуктивність, нагрівання, лише для малих об'ємів.

Тиском (ймовірно, у гомогенізаторах високого тиску, продавлюванням через щілину).

Подрібнення малої кількості продукту (розмельювання, іноді у замороженому стані) - товкачем у ступках з дрібним піском або бісером.

Механічна гомогенізація у високошвидкісних блендерах лопатевого типу тощо, більш доцільний для руйнування тканин.

У бісерних млинах, ймовірно, шляхом стирання між бісеринками.

Припущення. На відміну від подрібнення твердих тіл, руйнування клітин має іншу природу. Потрібно лише пошкодити стінку, не перетираючи її повністю. Невідомо, які властивості притаманні клітині, ймовірно, вона пружна, деформується між робочими елементами, вислизує, а потім відновлює форму.

Висновок. Тема руйнування клітин мікроорганізмів промисловими способами актуальна. Задачі – обґрунтувати переваги та недоліки бісерних млинів, визначити вплив параметрів процесу на продуктивність та якість, встановити кінетику руйнування клітин.

21. Підвищення технічної ефективності бісерних млинів для надтонкого подрібнення компонентів лікарських та косметичних засобів

Костянтин Омеляненко¹, Катерина Грінінг¹, Павло Яремчук², Олексій Губеня¹
1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені дослідження з метою визначення зміни в гранулометричному складі суспензій лікарських та косметичних засобів під час оброблення в бісерному млині та підвищення ефективності його роботи.

Матеріали і методи. Досліджується надтонке подрібнення модельних суспензій на основі рицинової олії та твердих частинок барвника. Дослідження проведені на експериментальному стенді на основі бісерного млина вертикального типу. Гранулометричний склад суспензії визначався методом фотореєстрації збільшених у 100-900 разів зображень та їх подальшим обробленням програмними засобами.

Результати і обговорення. Експериментальні дослідження зміни гранулометричного складу суспензій та аналіз отриманих результатів свідчить, що композиції суспензій у межах досліджуваного діапазону активно подрібнюються та перерозподіляються протягом всього часового проміжку вимірювань.

Отримана крива ступеня перетиру під час подрібнення демонструє активне зменшення розміру частинок в перші 4 хвилини процесу. Крива ступеня перетиру та діаграми розподілу розмірів демонструють, що суспензії з більшим вмістом твердої фази подрібнюються більш інтенсивно, ніж суспензії з меншим вмістом твердої фази.

Отримані результати досліджень розподілу частинок суспензії за класами розмірів дають змогу відслідковувати та коригувати необхідні параметри процесу надтонкого подрібнення для досягнення необхідної якості продукту, а також використовувати для імітаційного моделювання процесу в бісерних млинах.

Відповідно, для виробництва лікарських і косметичних засобів доцільно застосовувати рецептури суспензій, які мають більшу концентрацію твердої фази в своєму складі.

Висновки. Отримані результати є корисними для вибору раціональних режимів роботи бісерного млина та ведення процесу подрібнення, зокрема, вибору конструкції робочих елементів, кінематичних параметрів, часу подрібнення.

22. Вплив кінематичних параметрів на процес пресування таблеток

Олександр Зьоменко, Олександр Марченко, Сергій Трудько,
Данііл Герасименко, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За спостереженнями спеціалістів тема впливу кінематичних параметрів процесу пресування на якість готової продукції і кількість дефектів є дуже актуальною. Ця тема не достатньо описана в літературі. Перед виконанням наукового проекту, актуальність цієї теми необхідно обґрунтувати.

Матеріали і методи. Аналіз наукової літератури, опитування фахівців, співпраця з виробниками технологічного обладнання Parle Elizabeth, проведення первинних випробувань на експериментальному стенді.

Результати і обговорення. Процес пресування таблеток є досить складним для загальної характеристики, тому що якість готової продукції залежить від багатьох параметрів, таких як: склад суміші, метод і режими грануляції і сушки, змішування і лубрикація гранул. Одним із найпоширеніших ексципієнтів є мікрокристалічна целюлоза 101 та 102. Основою дослідження обрано процес пресування таблеток на основі мікрокристалічної целюлози Avicel ph101 та ph102. Дослідження планується проводити на експериментальному стенді на основі таблетпресу Parle Elizabeth Eco II, для круглих випуклих таблеток діаметром 7мм, підготовлених методом сухої грануляції і змішування.

Задача зафіксувати зміну фізичних параметрів таблеток після пресування, за рамки допусків, визначити вплив цих змін на якісні показники продукції. Проаналізувати ступінь і характер впливу кінематичних параметрів на стан і дефекти прес інструменту. Пропонується визначати фізичні параметри таблеток (геометричні розміри, товщина, твердість, час розпаду, стиранність) на лабораторному обладнанні, якісні параметри визначити методом фотореєстрації збільшених зображень структури готової таблетки та проаналізувати і обробити програмними комплексами.

Сформувати графіки залежності зміни якісних показників таблеток на основі мікрокристалічної целюлози від зміни кінематичних параметрів. Дослідити характер зносу прес інструменту після виготовлення кожної наступної партії препарату. Проаналізувати ступінь впливу зносу на кількість браку. Створити програмний модуль для моделювання і визначення оптимальних параметрів процесу, та аналізу можливих ризиків.

Висновки. Актуальність даної теми надзвичайно висока, враховуючи дороговизну виготовлення фармацевтичної продукції, і за часту неможливість переробки бракованих таблеток. Отримані результати будуть корисними для всіх виробників твердих лікарських форм, так як МКЦ один з найпоширеніших ексципієнтів.

23. Вплив знакозмінних імпульсів тиску на сенсорні характеристики в бродильній технології

Ірина Дубовкіна

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України,

Вступ. Метою наукової роботи є дослідження впливу знакозмінних імпульсів тиску в харчових виробництвах під час одержання дослідних зразків вина, кріпленого вина та асоційованих водних систем і розчинів на сенсорні характеристики та дегустаційне оцінювання.

Матеріали і методи. Було виконано аналіз зміни фізико-хімічних параметрів зразків вина, кріпленого вина та асоційованих водних систем і розчинів під час оброблення із застосуванням знакозмінних імпульсів тиску з використанням різних технологічних режимів. В роботі використані загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, а саме електрохімічні методи. Окрім цього в роботі використаний метод сенсорного аналізу зразків вина, кріпленого вина та асоційованих водних систем і розчинів.

Результати і обговорення. В результаті застосування знакозмінних імпульсів тиску під час одержання кріпленого вина, загальний дегустаційний бал підвищився на 7,3%, у порівнянні з контрольними зразками, що є досить вагомим показником якості готового продукту. Під час проведення оброблення знакозмінними імпульсами тиску варіювалось число кавітації від 0.1 до 0.5, що дозволило одержати під час дегустаційного оцінювання найвищий загальний бал 8.8. Обґрунтовано технологію одержання кріпленого вина, що полягає у дробленні винограду, гребеневідділенні, настоюванні сусла на м'яззі, пресування, зброджування сусла, купажування, спиртування. Спиртування вина проводять із застосуванням знакозмінних імпульсів тиску в умовах гідродинамічної кавітації з числом кавітації 0,3, швидкістю зсуву потоку $2,6 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$ та напруженням зсуву потоку 260 Па.

Висновки. Загальний бал зразків вина та кріпленого вина, які були одержані в умовах знакозмінних імпульсів тиску, мав підвищені показники якості у порівнянні з контрольними зразками. Це позитивним чином впливає на якість готового продукту.

24. Дослідження процесу замочування бобів квасолі за умов гарячого методу з електроконтактним нагріванням

Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Богдан Михайлов, Андрій Шевченко, Світлана Прасол

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

Вступ. Процес замочування квасолі допомагає нейтралізувати антинутриєнти, що в ній містяться, а також збільшити доступність вітамінів та мінералів. Потенційно ефективним є гарячий метод замочування. Для нагрівання середовища, в якому здійснюється замочування, може використовуватись електроконтактне нагрівання (ЕКН) [1].

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є боби квасолі універсального сорту «Рант». У роботі використовували лабораторну установку для дослідження процесів замочування квасолі холодним методом, гарячим методом із нагріванням від спіралі та гарячим методом з ЕКН. Обробку результатів проводили методами математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням обчислювальної техніки.

Результати. Експериментальним шляхом доведено, що найменші витратним є холодний метод замочування квасолі, зважаючи на відсутність потреби у нагріванні. Витрат електроенергії у дослідних зразків за умов використання холодного методу не було. Використання ж гарячого методу зумовлює певні енерговитрати. Їх найбільше значення у дослідних зразків за умов гарячого методу у середовищі води. У випадку використання гарячого методу за умов ЕКН, потужність була меншою на 19 %. За умов меншої потужності та тривалості процесу, витрата електроенергії при використанні гарячого методу за умов ЕКН була найменшою. Отже, при використанні гарячого методу за рахунок ЕКН можна скоротити витрату електроенергії до 46 %.

На основі проведених досліджень було запропоновано спосіб виробництва консервованої квасолі «Квасоля у томатному соусі вищого гатунку». Було досліджено органолептичні показники отриманої продукції «Квасоля у томатному соусі вищого гатунку». Визначено, що органолептичні характеристики продукції, виготовленої запропонованим способом із замочуванням за умов ЕКН, відповідали ДСТУ 6074:2009 та показникам продукції, виготовленої традиційним способом.

Проте, є обмеження щодо розповсюдження отриманих результатів з попереднього замочування на інші бобові культури. Це пояснюється певними особливостями складу оболонки різних сортів. Для узагальнення результатів потрібні додаткові експерименти. Розвиток даного дослідження може полягати в розширенні асортименту продукції спеціального призначення на основі рослинної сировини з використанням методу замочування за умов ЕКН як нового способу консервованої квасолі, зі скороченням тривалості процесу та збереженням енергії. Можлива розробка способів виробництва консервованих продуктів на основі інших сортів квасолі та бобових культур.

Висновки. Цими результатами доведено ефективність процесу замочування бобів квасолі за умов гарячого методу з ЕКН. Запропоновано новий спосіб «Квасоля у томатному соусі вищого гатунку». Органолептичні характеристики отриманої продукції відповідають ДСТУ 6074:2009 та показникам якості.

Література.

1. Бабанов І. Г. та ін. Використання електроконтактного нагрівання в процесах та апаратах харчової промисловості. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції* : матеріали. Київ : НУХТ, 2018. С. 58-60.

25. Інтенсифікація процесу кутерування м'яса на основі результатів математичного моделювання

Олексій Ісаєнко, Олександр Батраченко

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Вступ. Метою роботи є дослідження чисельними методами гідродинаміки сировини при її подрібненні в кутерах для обґрунтування нових шляхів підвищення продуктивності цих машин.

Матеріали і методи. Чисельне моделювання параметрів руху м'ясної сировини в кутері проводилось за допомогою програмного комплексу SolidWorks Flow Simulation.

Результати. Як видно з рис. 1, сировина після відкидання ножами (максимальна лінійна швидкість ножів 94,5 м/с) з високою швидкістю (до 89 м/с) виходить із зони подрібнення під кутом 20°-35° до вісі обертання ножів. Таке значення кута відповідає куту заточування ножів кутера. Далі потік сировини вдаряється об стінку чаші та рухається вздовж її стінок та кришки. Далі сировина рухається частково вгору, в кришку ножової головки, а частково, за рахунок високої кінетичної енергії - вдовж поверхні чаші, справа-наліво. Результати математичного моделювання були підтверджені фотофіксацією характерних зон відкидання сировини ножами кутера, а також термографією сировини та деталей машини.

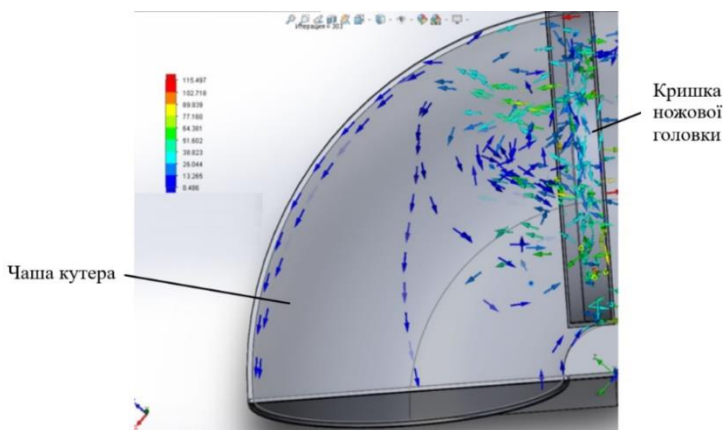


Рис. 1. Візуалізація результатів чисельного моделювання гідродинаміки м'ясної сировини (швидкість руху м'ясної сировини, м/с) у внутрішньому об'ємі чаші кутера об'ємом 330 л при частоті обертання ножів 50 с⁻¹

Висновки. Встановлено напрямки та швидкість потоків м'ясної сировини, які відкидаються ножами ножової головки кутера. Особливості гідродинаміки м'ясної сировини, які були виявлені, є додатковим фактором шкідливого нагріву м'яса при подрібненні та значних енерговитрат на процес кутерування. На основі встановлення в кутері чітко вираженої зони, в якій відбувається відкидання сировини ножами з високою швидкістю, було запропоноване нове технічне рішення із розміщення в даній зоні системи статичних ножів задля інтенсифікації процесу кутерування (патент України на винахід №120070). Завдяки цьому досягається інтенсифікація процесу кутерування, причому, без зайвих на те енерговитрат.

26. Застосування PLM-систем в процесі експлуатації обладнання

Олександр Смолій, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Вступ. Система PLM – це комплекс програмно-програмних рішень, що допомагає автоматизувати та оптимізувати роботу виробництва на всіх етапах життєвого циклу продукту, від вимог до нього, до його експлуатації та кінцевої утилізації. Головне призначення систем PLM – інформаційна підтримка етапів життєвого циклу продукту для забезпечення зростання параметрів якості та зниження витрат на виготовлення та експлуатацію технічних рішень.

Матеріали та методи. Серед провідних сучасних PLM рішень варто виділити: Siemens PLM Software (UGS), Dassault system software, Oracle/AgileSoft, PTC/Windchill, SAP/mySAP PLM. Механізм інтеграції PLM дозволяє взаємодіяти з SolidWorks, AutoCAD, Inventor, CATIA, Creo, NX, Solid Edge.

Результати та обговорення. PLM-системи - це програмні комплекси, що забезпечують зв'язок між конструкторами, технологами, закупівельниками, виробниками, відділами контролю якості та відвантаження. Усі ці відділи працюють в єдиній інформаційній середовищі, що сприяє покращенню взаємодії між ними. Управління життєвим циклом продукції забезпечує більш ефективне виробництво, перш за все, завдяки скороченню часу на операційні процеси. Раніше, передача інформації від одного відділу до іншого вимагала друкованої інформації та фізичної передачі. Це призводило до багатьох кроків та запитів на отримання потрібної інформації.

При застосуванні у виробничих процесах PLM систем інформація вводиться в систему один раз і зберігається в єдиній базі даних, що дозволяє співробітникам з необхідним рівнем доступу отримувати дані протягом короткого відрізка часу, що істотно прискорює процеси. Застосування системи PLM для завдань експлуатації обладнання може потребувати перебудови деяких управлінських процесів, що може включати скорочення або розширення штату працівників. Це пов'язано з тим, що цифрові трансформації можуть змінити спосіб роботи компанії і призвести до змін в зайнятості. Наприклад, раніше інженери вручну розраховували виробничі потреби і підбирали матеріали, а тепер ці процеси будуть виконуватися в системі. Однак, ці зміни допоможуть підвищити ефективність виробництва і покращити бізнес-процеси компанії.

При використанні єдиної бази даних в системі PLM ризик помилок, які можуть виникнути через людський фактор, зменшується, що забезпечує більш високу точність і меншу кількість переробок. Крім того, це дозволяє максимально використовувати наявні ресурси, включаючи узгоджене виконання цілого ряду робіт з експлуатації та технічного обслуговування обладнання. Сучасні системи PLM інтегрують такі функції, як Project/Portfolio, CAD/CAM, Product Data Management, Manufacturing Process Management, різні типи співпраці тощо. Це дозволяє ефективніше використовувати ресурси, зменшує додаткові витрати та прискорює процес виробництва.

Висновок. PLM – рішення – дають змогу мати у повному доступі всі дані відповідним спеціалістам та забезпечити інформування в режимі реального часу керівництво про стан справ на виробництві. Основна перевага системи управління життєвим циклом продукту – це можливість побудувати виробничі процеси так, щоб знизити часові та фінансові затрати на експлуатацію обладнання, зменшити його простої, і, як наслідок, знизити собівартість виробництва продукції.

27. Обґрунтування конструкційних параметрів сепаратора-краплевідділювача

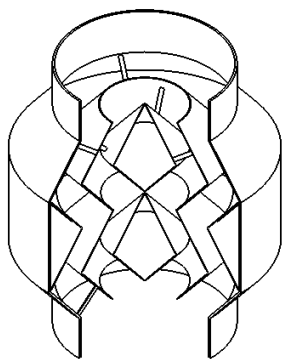
Андрій Прокоп, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Згідно Європейської Фармакопеї дистиляція – єдиний метод отримання води для ін'єкцій. Для запобігання проникненню пірогенних речовин в неї використовують газорідні сепаратори [1].

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – процес руху паро-рідинної суміші у сепараторі-краплевловлювачі, предмет досліджень – конструкція цього пристрою. У Solidworks Flow Simulation вирішена «внутрішня» задача руху пари в сепараційному пристрої з конусоподібними вставками. Властивості пари взяті з інженерної бази даних програми. При постановці задачі задані граничні умови: тиск середовища 330000 Па, температура пари 401,2 К на вході та швидкість 0,63–0,7 м³/с на виході.

Результати дослідження. При аналізі та моделюванні найбільша увага приділялася швидкості, адже від її величини залежить ефективність відділення від пари краплин рідини. При проходженні краплевловлювача нового типу швидкість потоку паро-рідинної суміші внаслідок багаторазової зміни напрямку і зменшення розміру прохідного перерізу суттєво зменшується від 0,63–0,7 м/с до мінімальних значень 0,19 м/с, досягаючи значень, близьких до 0 м/с, в центральній частині сепаратора (рис.1). Середнє значення швидкості в сепараторі становить 0,184 м/с.



а)



б)

Рис. 1. Запропонована конструкція сепаратора-краплевловлювача: а – зовнішній вид краплевловлювача; б – зміна швидкості руху паро-рідинної суміші

Висновок. У сепараційному пристрої швидкість пари, порівняно зі швидкістю на вході, зменшується в 3,7 рази. Результати моделювання підтверджують ефективність запропонованої конструкції: при розширенні потоку швидкість пари зменшується. Це дозволяє більш ефективно вловлювати краплі води та отримати воду для ін'єкцій без пірогенів.

Література:

1. Keyashian, M. (2014). Chapter 17 – Water Systems for Pharmaceutical Facilities. У Н. С. Vogel & С. М. Todaro (Ред.), *Fermentation and Biochemical Engineering Handbook* (Third Edition) (с. 363–376). William Andrew.

28. Моделювання статичного змішувача у біотехнологічних виробництвах

Юрій Доломакін, Євгеній Ніколаєнко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи було виконати імітаційне моделювання малооб'ємного змішувача для його використання у фармацевтичній промисловості [2].

Матеріали і методи. Реалізована ця мета за допомогою імітаційного моделювання у програмному комплексі *COMSOL*. В результаті були отримані основні гідродинамічні характеристики, результати яких були порівняні з теоретичними розрахунками.

Результати. Задача знаходження кінематичних та динамічних параметрів вирішується розв'язанням рівняння Нав'є-Стокса імітаційним моделюванням [1]:

$$\begin{aligned} \rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u} &= \nabla \cdot [-p\mathbf{I} + \mu(\nabla\mathbf{u} + (\nabla\mathbf{u})^T)] \\ \rho(\nabla \cdot \mathbf{u}) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

де μ – динамічна в'язкість, кг/(м×с), \mathbf{u} – швидкість, м/с, ρ – щільність рідини, кг/м³), а p – тиск, Па.

Змішування конвективне та дифузійне. Результати показують, що велика частина змішування відбувається там, де лопаті змінюють напрямок закручування.

На виході використовується граничний вузол відтоку для призначення зникаючої дифузії в нормальному напрямку. На вході застосовується ступінчаста зміна концентрації за допомогою вхідного вузла. Вхідна концентрація визначається як:

$$c_{\text{вх}} = \begin{cases} 0 & x < -\frac{\delta}{2} \\ c_0 & x \geq \frac{\delta}{2} \end{cases} \quad (2)$$

Концентрація плавно змінюється по невеликій перехідній зоні $\delta = 0,3$ мм. Через різкого градієнта концентрації і того, що включається конвекція, потрібна дрібна сітка, щоб уникнути коливаний в концентраційному полі.

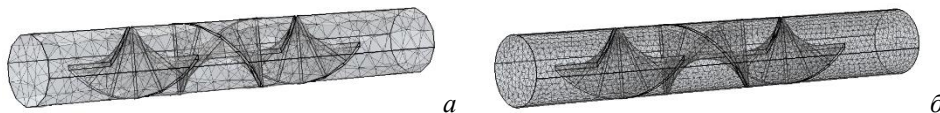


Рис. 2 Сітка для обчислення динамічних параметрів(а) та концентрації(б)

Число Рейнольдса в змішувачі, виходячи із середньої швидкості і діаметра труби, становлять невеликих значень порядку ста одиниць. Це свідчить про те, що потік ламінарний і потік рідини не вимагає особливо щільної розрахункової сітки біля стінок. З іншого боку, число Пекле для масопередачі значно вище ($Pe = 1200$).

Це означає, що градієнт концентрації буде тонше, ніж зсувні шари у потоці.

Висновки. Отже, для масопередачі потрібна більш висока роздільна здатність сітки у порівнянні з такою для потоку рідини. Оскільки концентрація не впливає на потік рідини, спочатку вирішується рівняння Нав'є-Стокса на грубій сітці, а потім наноситься рішення на більш дрібну сітку і отримується рішення для масопередачі.

Література

1. Fung, Y.C., Pin, T., Xiaohong, C. *Classical and computational solid mechanics*. Second edition. / New Jersey: World Scientific, 2017
2. Kresta S.M., Etchells A.W. *Advances in industrial mixing* / John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016

29. Синтез математичної моделі мехатронного модуля ерліфтного дозатора на базі середовища Matlab-Simulink

Олександр Володін, Олександр Гавва
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вивченню квантифікації технічних систем присвячені численні роботи вітчизняних та зарубіжних інженерів-практиків, які можна віднести до трьох сфер: синтез універсальної кількісної бібліотеки технічних систем, проблеми якісної оцінки окремих функціональних модулів, категорія обґрунтування вибору зворотного зв'язку технологічних мехатронних вузлів.

Дотримання принципу модульності технічної системи, ефективність і швидкодія зворотного відгуку обладнання – є актуальними питаннями для пошуку шляхів удосконалення технологічного обладнання.

Матеріали і методи. Матеріалами досліджень було обрано мехатронні дозувально-фасувальні модулі для рідких та сипких харчових продуктів у пакувальних машинах, які побудовані на прецизійних системах керування. Під час досліджень були використані методи математичної фізики, термодинаміки, чисельні методи лінійного, нелінійного програмування, рішення диференціальних рівнянь, методи теоретичної механіки, методи обробки результатів експериментальних даних, методи математичного моделювання.

Результати. Розроблена та апробована фізико-математична модель дозувально-фасувальної мехатронної системи ерліфтного типу в програмному пакеті Matlab-Simulink. Модель призначена для попереднього налагоджування оптимальних параметрів керування і, як наслідок, точності дозування. В результаті вибору необхідних елементів та задання їм параметрів, що відповідають параметрам реальних об'єктів дослідження, отримали фізико-математичну модель системи з можливістю зміни параметрів регулювання. Застосовані методи досліджень і розрахунків системи у тимчасовій області. При цьому визначено перехідні процеси, викликані в системі ступінчастим, імпульсним або гармонійним впливами. Результат одного із впливів на процес дозування, наведено на рис.1.

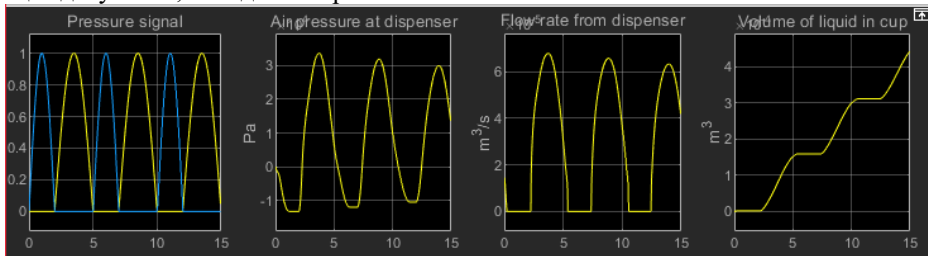


Рис. 1. Результат моделювання результати моделювання процесу ерліфтного формування дози, тип сигналу керування: синусоїдна напівхвиля

Аналітично досліджено окремі етапи процесу ерліфтного дозування із подальшим аналізом окремих етапів та прийнятих допущень.

Висновки. Отримані результати випробувань досліджуваного зразка дозатора з заданою точністю повторювань показали формування дози у межах $\pm 0,25\%$ та $0,45\%$. Встановлена величина маси дози була 150 мл ($p = \text{const}$), при зміні початкового рівня рідини в ресивері на 10 мм. Також змодельовано вплив окремих параметрів на точність формування дози продукту, знайдені шляхи для забезпечення необхідного розподілення тиску стисненого повітря із дотриманням заданої продуктивності дозатора.

30. Інформаційні технології проектування процесів виготовлення деталей з врахуванням особливостей їх зношування

Юлія Муравйова, Юрій Бойко, Микола Десик
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робота присвячена дослідженню використання інформаційних комп'ютерних технологій проектування для виготовлення деталей, в тому числі в умовах дрібносерійного виробництва, які працюють в несприятливих експлуатаційних умовах.

Матеріали та методи. Для розробки технологічного маршруту виготовлення виробу використовувався програмний продукт Fusion 360. Розроблена програма виготовлення корпусу підшипника, реалізована з використанням сучасного металообробного центра HERMLE C800 V з ЧПК.

Результати та обговорення. Розроблено технологічний маршрут виготовлення корпусу підшипника АП-6.03.501, який виготовлений з СЧ20 для агрегату передпосівного АП-6.

Програма оброблення деталі складається з таких основних етапів: 1. Створення креслення деталі; 2. Створення твердотілої моделі майбутнього виробу; 3. Вибір матеріалу деталі; 4. Створення керуючої програми для майбутнього виробу (Задається початок відліку осей координат, створюється траєкторія інструменту, обирається інструмент який буде робити цю операцію та задається режими обробки. Після того як ми задали всі параметри, що необхідні для обробки, програма починає розрахунок траєкторії інструменту); 5. Вибір технологічного обладнання для реалізації програми.

На відміну від недосконалого або застарілого програмного забезпечення дана САМ система дозволяє максимально використати всі можливості верстата. Зокрема, 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.

Висновок. Використання сучасного програмного забезпечення, зокрема системи Fusion 360, для виготовлення деталей, які швидко зношуються є перспективним напрямком в машинобудівній галузі. При виготовленні окремих деталей є можливість вдосконалити їх робочі параметри для підвищення експлуатаційної надійності.

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.

2. Технологія машинобудування : підручник / П. П. Мельничук, А. І. Боровик, П. А. Лінчевський, Ю. В. Петраков. – Ж. : ЖДТУ, 2005. – 882 с.

31. Розроблення процесу виготовлення штуцера з використанням комп'ютерних технологій та підбором оптимальних режимів різання

Погорелов Ярослав, Бойко Юрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із шляхів досягнення ефективності процесу обробки є раціональне використання сучасних засобів виготовлення деталей на базі комп'ютерних технологій, верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Використання передових технологій в більшості випадків дозволяє знаходити оптимальні режими різання, подачі та геометричні параметри конструктивних елементів інструменту.

Правильний вибір геометричних конструктивних параметрів інструменту забезпечить обробку більшої кількості деталей за один і той же проміжок часу. Не використання цих переваг при використанні інструменту не дає можливості у повному обсязі і на повну потужність використовувати існуючі верстати, а отже – не досягти можливості зробити виробництво більш дохідним та конкурентним.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – інструмент для високошвидкісного свердління отвору в латунному штуцері. Метою даної статті є розробка технологічного маршруту виготовлення виробу (штуцера) з використанням CAD/ CAM системи програми Creo Parametric, оцінювання та підбір оптимальних режимів різання, виготовлення на токарного центру з ЧПК HAAS SL10THE та впровадження технології виготовлення деталі у виробництво.

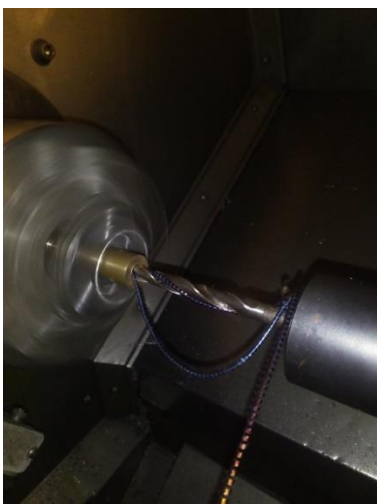


Рис. 1. Режими різання рекомендовані програмою Creo Parametric.

параметрами: $n_{шп}=1800$ об/хв; $S=0,07$ мм/хв, спостерігали, що на ріжучих кромках свердла присутні незначне утворення наростів, зростає температура (рис. 1).

Результати. Основною ціллю роботи було визначення тривалості роботи інструменту $T=f(v_s\phi)$ при оптимальному режимі різання і куті при вершині свердла. В експерименті використовувалось свердло марки HSS (P6M5).

Дослідження виконувались у два етапи: на першому етапі досліджували оптимальний режим різання (швидкість різання і подачу) при сталому куті загострення свердла, на другому етапі – розглядали процес свердління отвору при вже визначених оптимальних режимах обробки, але змінному куту загострення при вершині свердла (2ϕ).

За базовий режим різання прийняли рекомендований програмою Creo Parametric та фірмою-виробником інструменту взятого із каталогу. При свердлінні отвору $\phi 10,8$ в суцільному матеріалі з наступними

Висновок. 1. Розглянуто програмне забезпечення в системі Creo Parametric і його переваги, зокрема забезпечується більш повна візуалізація техпроцесу, програма більш функціональна, дозволяє швидко корегувати режими різання. 2. Визначено оптимальні режими різання при свердлінні отвору в штуцері. 3. Підібраний більш раціональний кут при вершині свердла.

32. Дослідження піднімально-опускних механізмів пакетоформуючих машин за критерієм мінімізації витрат енергії

Владислав Якимчук, Олександр Гавва, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Формування транспортних пакетів складається з типових технологічних операцій: підготовка вантажних одиниць до пакетування, вкладання їх за певною схемою в пакет та скріплення пакета [1]. Якість сформованих транспортних пакетів визначається здатністю сприймати статичні та динамічні навантаження без руйнування їх структури під час перевезень та виконання навантажувально-розвантажувальних транспортно-складських (НРТС) – робіт [2]. У зв'язку з великою різноманітністю типів тарних вантажів виникає потреба в модернізації та оптимізації конструкції пакетоформуючих машин (ПФМ) за критерієм мінімізації витрат енергії.

Метою роботи є зниження енерговитрат на виконання технологічної операції піднімально-опускними механізмами пакетоформуючих машин (ПФМ) шляхом вибору їх раціональних параметрів.

Результати. Однією з основних технологічних операцій, яка суттєво визначає продуктивність таких ПФМ, є укладання ряду, шару вантажів на піддон або на раніше вкладений шар вантажів, яку виконує піднімально-опускний механізм. При цьому на піднімально-опускний механізм ПФМ припадає значна частина енергії, що споживається усією машиною[3,4].

Конструкція піднімально-опускного механізму включає в себе два споживача електроенергії – двигун та гальмо, які на протязі одного циклу роботи платформи працюють у різних режимах споживання електроенергії з мережі. Найбільш привабливим етапом їх роботи, щодо можливої економії енерговитрат є опускання платформи з тарними вантажами. Так під час опускання платформи, двигун споживає енергію в режимі руху в період пуску та в генераторному режимі.

Сумарні витрати енергії двигуном $E_{\text{сум}}$ за цикл покрокового переміщення платформи складають

$$E_{\text{сум}} = E_1 + E_2 = \int_0^{t_n} P_1(\dot{\phi}_1(t)) \cdot dt + P_2 \cdot (t_y + t_n),$$

де E_1 - енергія, що споживається двигуном за час пуску; E_2 - енергія, що споживається двигуном за час руху.

Для дослідження характеристик перехідних процесів в електромеханічному приводі піднімально-опускного механізму розроблена і виготовлена експериментальна установка.

Результати експериментальних досліджень перехідних характеристик роботи електропривода піднімально-опускного механізму ПФМ під час формування транспортного пакету на етапі опускання платформи наведені у вигляді графіків (рис.1).

Висновки. За результатами аналізу аналітичних та експериментальних досліджень можна зробити висновок, що запропонована методика визначення енергетичних витрат на формування транспортних пакетів дає можливість проаналізувати показники енергетичної ефективності вибраного технологічного процесу пакетування. Для більш точного математичного опису роботи електроприводу піднімально-опускного механізму було визначено середнє значення коефіцієнта затухання коливальної системи привода ($\kappa_{\text{зат}} = 0,53$).

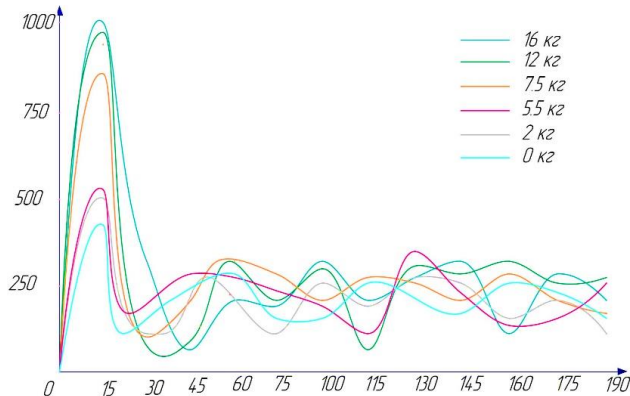


Рис. 1 Перехідна характеристика роботи електропривода піднімально-опускного механізму на етапі опускання платформи при різних масах вантажів

Встановлено, що при опусканні платформи з вантажами піднімально-опускного механізму її привод працює в гальмівному режимі та додатково споживає енергію, в той час як самі вантажі є джерелами потенційної енергії. Отримані результати можна використати на початкових етапах проектування пакетоформувальних машин для визначення раціональних параметрів піднімально-опускних механізмів щодо їх енерговитрат.

Література

1. Пакувальне обладнання : підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. — К. : ІАЦ Упаковка, 2010. — 746 с.
2. Беспалько А.П. Пакетоформувальна техніка / А.П. Беспалько, О.М. Гавва, М.В. Якимчук Упаковка — 2001. — № 4. — С. 46 — 47.
3. Чуприна А.В. Розроблення основних положень модульної системи проектування обладнання для укрупнення вантажних одиниць / Чуприна А.В., М.В. Якимчук, О.М. Гавва // Харчова промисловість. — 2002. — № 2. — С. 79 — 84.
4. Пакетоформирующие машины /А.П. Кривопляс, А.А. Кукибный, А.П. Беспалько и др.- М.: Машиностроение, 1982.- 239 с.

33. Дослідження впливу додавання вторинної сировини на максимальне видовження та зусилля на розрив для каст стретч-плівки

Марія Аліпатова, Наталія Кулик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Полімерні стретч-плівки широко використовуються для обгортання та скріплення будь-яких товарів або вантажів на піддонах. Завдяки своїм властивостям, зокрема можливості сильно розтягуватися при дії прикладеного зовнішнього зусилля, а потім відновлювати свій попередній стан після закінчення цієї дії, вони надійно утримують продукцію в груповій упаковці або вантажі в транспортних пакетах на піддонах.

Метою роботи є дослідження впливу матеріалів вторинної переробки на фізико-механічні властивості каст стретч-плівок, а саме, максимального видовження та зусилля на розрив, які є найбільш важливими для скріплення тарних вантажів на піддоні.

Матеріали та методи. Для дослідження використовували зразки з п'ятишарової стретч-плівки товщиною 23 мкм, яку виготовляли на екструзійній лінії Dolci, TS&D Lab, Dow Chemical, Tarragona.

Результати. Фізико-механічні властивості зразків 5-ти шарової стретч-плівки визначали на обладнанні Highlight Ultimate TS&D Lab, Dow Chemical, Tarragona. Це обладнання, розроблено на основі вимог стандарту ASTM D4649 і його можна вважати симулятором машини для обгортання та скріплення вантажів стретч-плівкою в транспортних пакетах на піддоні. Розтягування плівки забезпечується різницею швидкостей між двома роликми (рис 1.).

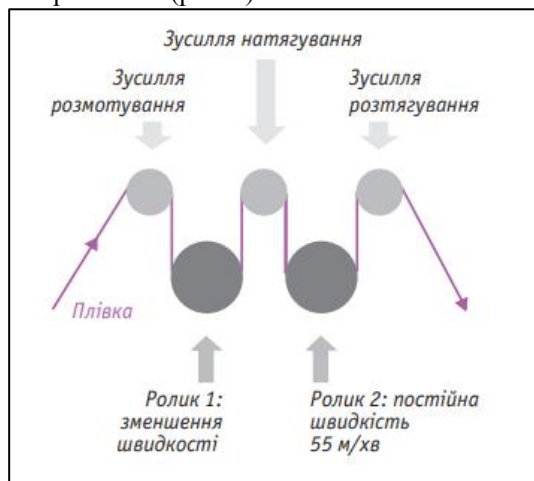


Рис 1. Схема обладнання Highlight Ultimate

Ролик 1 обертається з меншою швидкістю, ніж ролик 2, який підтримує постійну швидкість.

Перший зразок – сталон, у його структурі відсутні матеріали вторинної переробки. Зразки 2-10 мають у складі до 50% вторинної сировини, а також різні первинні полімери, які повинні зменшувати негативний вплив вторинної сировини. Результати на відносне видовження показують, що додавання в каст стретч-плівки до 50% вторинної сировини не має значного впливу на відносне видовження.

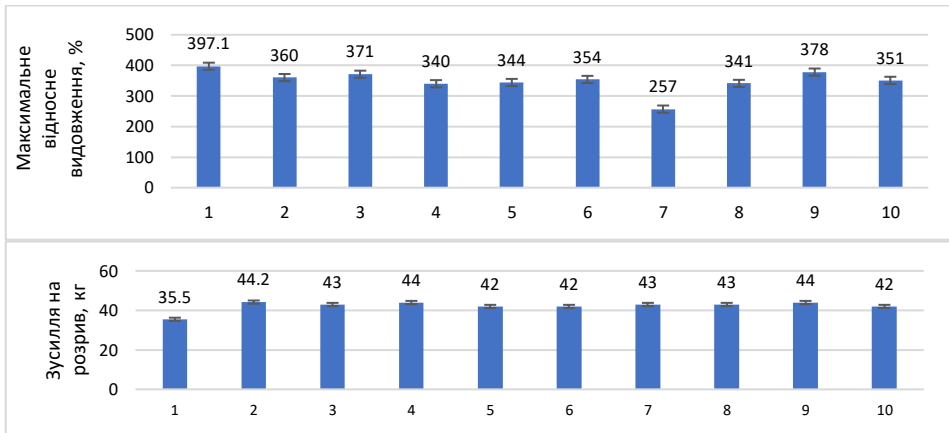


Рис 2. Відносне видовження та зусилля при розриві для каст стретч-плівок з додаванням матеріалів вторинної переробки.

Найкращий результат у порівнянні зі стандартним зразком (1), отримано для зразка (9), для якого було використано металоценовий лінійний поліетилен, якій поєднують гарну технологічність переробки, необхідну міцність та відносне видовження полімеру. Використання вторинної сировини у складі стретч-плівки для тестувань на зусилля при розриві дає змогу навіть покращити цю характеристику, тому такі плівки можуть забезпечити вищу силу утримання вантажу на піддоні.

Висновки. Результати показують, що використання стретч плівки із 50% вторинних матеріалів є перспективним для обгортання та скріплення транспортних пакетів на піддоні зі збереженням необхідної продуктивності та надійності. Показано, що моделювання рецептур п'ятишарових стретч-плівок із вторинною сировиною за рахунок використання первинних полімерів, які мають певні властивості, дозволяють сприяти покращенню цих властивостей до прийнятних значень.

13.2.

Computer technologies of design and manufacture of packaging

Chairperson – assoc. prof. Natalia Kulyk

Secretary – assoc. prof. Lesia Martsynkevych

13.2.

Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки

Голова – доцент Наталія Кулик

Секретар – доцент Леся Марцинкевич

\

1. Психологічні аспекти сприйняття пакування

Свгенія Бабенко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пакування – процес підготовки продукції до зберігання, транспортування, реалізації, споживання, а також для виконання інших операцій і дій з упаковкою. Кінцевим результатом пакування є упакована продукція.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну з точки зору психології сприйняття.

Результати і обговорення. Дизайн упаковки – це рішення графічного оформлення товару та його «обгортки», яке орієнтоване на створення певного образу бренду і відображення його позиціонування.

Завдяки упаковці підприємці презентують свою продукцію. Дизайнери в свою чергу мають створити оригінальний дизайн упаковки, який би вирізнявся з по між інших і міг би конкурувати з ними.

Для привертання уваги покупця дизайнер може використати різні образи, тексти, оригінальні шрифти, оригінальне поєднання кольорів або геометричних фігур.

У дизайні пакування особливої актуальності набувають психологічні аспекти, оскільки існує необхідність постійного дослідження актуальних трендів і впровадження інновацій, як для нових, так і для вже давно існуючих прикладів дизайну за рахунок здійснення певних змін.

Характерним залишається те, що для споживача дизайн пакування має бути зрозумілим і відображати корисну інформацію, яка може допомогти здійснити вибір відповідно до його потреб. Дуже часто, при виборі товару людина звертає увагу не на об'єктивно зрозумілі характеристики, які можуть бути дуже схожими, такі як, ціна, якість, функціональність чи безпечність, а на особистісні вподобання.

Фірмовий шрифт, колір, форма логотипу на психологічному рівні можуть мати дуже велике значення і характеризувати товар для споживача. Дизайнер пакування повинен базуватися на засадах комплексності та цілісності на всіх етапах створення упаковки. Вже на етапі розробки концепції упаковки повинна бути сформована головна ідея продукту та розставлені основні акценти. Такий комплексний підхід буде викликати у свідомості споживача емоції, що дають йому змогу виділити певний товар серед конкурентів та визначити, чи відповідає він його потребам.

Характерним для українського ринку споживчих товарів є те, що багато вітчизняних виробників не надають особливого значення психологічним аспектам, що призводить до призупинення розвитку вітчизняного брендингу. Інколи відношення споживачів до індивідуальних характеристик, соціальних потреб та цінностей під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів змінюється, тому доцільно своєчасно здійснювати дослідження ринку та конкурентів.

Висновок. Якісна та естетична упаковка змушує споживача віддати перевагу конкретному товару, замість безлічі аналогів. Крім того, вона сприяє впізнаваності та запам'ятовуванню бренду, зростанню продажів і скороченню рекламного бюджету.

2. Узгодженість графічного оформлення пакування із пакованою продукцією.

Дмитро Гуляко, Сергій Кадомський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні графічне оформлення пакування грає дуже важливу роль для його просування на споживчому ринку продукції.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення. Зі зростанням асортименту товарів та конкуренції упаковка припиняє виконувати роль виключно утилітарну – «зберігання товарів», а стає одним із основних засобів, який дозволяє виділити товар із безлічі собі подібних. Відповідно, зростає не лише значущість зовнішньої привабливості упаковки, а й тієї додаткової споживчої цінності, яку вона привносить.

За тематикою появи нових тенденцій у дизайні упаковки автори розглядають інновації, які є актуальними в даний час.

Умовно можна виділити десять основних напрямків розвитку дизайну упаковки сучасності: екологічність, легка химерність, недомовленість, контрастність, індивідуальний вигляд, мінімалістичність, ретро-стиль, легенда бренду, оригінальність (творча свобода). Розглянемо всі ці позиції окремо.

Екологічність – визначає пакування які мають показники безпеки і нейтрального впливу на довкілля.

Гігієнічність - харчові продукти повинні бути захищеними від будь-якого забруднення на всіх стадіях виробництва, переробки та/або обігу; легка химерність

Контрастність та індивідуальний вигляд – пакування повинно виділятися на полиці товарів і мати індивідуальні особливості

Брендовий lifestyle – це певний знак, який позначає унікальний вигляд пакування, які привертають увагу споживача. Це може бути звертання до ретро-стилю, чи мімікрія під відомі бренди.

Мінімалістичність – нічого зайвого, вся інформація сприймається миттєво.

Оригінальність – це атрибут або якість, що надається творінню, яке не було скопійовано чи імітовано, яка визначається новизною і творча свобода

Сучасна упаковка повинна змусити задуматися може викликати в когось бажання розглянути її ближче. Ретельно продумані та креативні рішення, представлені стильним та експресивним дизайном упаковки, викликатимуть позитивні емоції, які сприятимуть підвищенню цінності бренду для споживачів, а значить і зростання продажів.

Останнім часом упаковка стає найважливішою складовою забезпечення економічного розвитку у світі. Важливим є той факт, що вільний ринок вимагає від виробників професійної упакованої конкурентоспроможної продукції. Тому сьогодні, працюючи над дизайном упаковки, професіоналами постійно відстежуються зміни в естетичних та технологічних вимогах, суспільстві, на ринку та виробництві. Крім того, дизайнери прагнуть надати індивідуальності упаковці, визначити її з урахуванням особливостей товару, що міститься в ній.

Висновки. Сьогодні упаковка має бути нескладною при виробництві, економічною, тобто порівняно недорогою по відношенню до продукту, має захищати товар і відповідати екологічним стандартам. Оскільки споживачі стали більш вимогливими і стали більше знатися на брендах, графічний дизайн упаковки у свою чергу став ще більш систематизованим і узгодженим з продуктом.

3. Система плашечних кольорів (на прикладі системи Pantone)

Дмитро Гуляко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Плашкові (прості) кольори - одержують без допомоги растрових точок і кольороподілу шляхом попереднього змішування деяких базових фарб у змішувачі.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати. У сучасній поліграфії плашковий колір називають Spot Color. Його потрібно задавати в спеціальну програму під час верстки. Він не проходить жодних процесів кольороподілу і виводиться в окремий канал. Таким чином, ми можемо задавати колір, який буде створений за допомогою срібла або бронзи, а також фарбою Pantone.

Друк Spot Color здійснюється після реєстрації певного кольору програмою. У середині верстки можна задати не один, а відразу велику кількість різноманітних кольорів. Далі можливе перетворення на триадні, але тільки перед самим процесом кольороподілу. Правильний підбір послідовності етапів, дає змогу, замінювати один замовлений колір на інший. Далі він може конвертуватися в триадні відтінки.

Якщо триадні складові не застосовувалися, а використовувалися сумішеві фарби плашкового кольору, то результат вийде винятковим. Кольори будуть яскравіші, натуральніші та чистіші порівняно з використанням окремих триадних елементів у растрі. Самі сумішеві фарби змішуються вручну, у спеціальній барвистій техніці друкарських машинок.

Широкого розповсюдження набула колірна модель Pantone (PMS, Pantone Matching System). Кольори в цій системі називаються сумішевими. У кожного свій номер і плашка-зразок. Таблиця кольорів постійно поповнюється. Кожен відтінок відтворюється за певною, спеціально створеною для нього формулою.

Якраз у методиці отримання кольору і полягає головна різниця між офсетним друком і друком Pantone. Будь-який відтінок PMS попередньо замішується за своєю формулою, тоді як колір СМҮК, по суті, є лише імітацією в результаті поєднання пурпурного, жовтого, блакитного і чорного. Сумішевий метод гарантує точніший збіг відтінків на кожній сторінці.

Кожен новий колір плашкових кольорів створюється змішуванням 14 базових кольорів (кожен з яких є плашковим у системі Pantone за унікальним рецептом, розробленим компанією Pantone). Невелика кількість базових кольорів дає змогу створювати мільйони нових. Мало хто знає, що людське око здатне сприймати лише обмежену кількість кольорів. Їх дуже невелика кількість. Всі інші кольори і відтінки є лише змішуванням основних складових. Кожен колір у колірній моделі Pantone має унікальний номер, що слідує за літерою С, U або М. Цей префікс позначає тип паперу, на якому надруковано колірний зразок: С - крейдований (coated) папір, U - некрейдований (uncoated) папір і М - матовий (matte) папір. Окреме місце в колірній моделі Pantone займають металіки та пастельні кольори.

Висновки. У зв'язку з тим, що плашкові кольори створюють на базі 14 базових, багато хто з них має чистіший та яскравіший вигляд, ніж кольори, отримані за допомогою чотириколірної системи сумішевих кольорів (модель СМҮК). Тому плашкові кольори, як правило, використовують для друку логотипів та інших елементів фірмового стилю під час одно- (1+0, 1+1), дво- (2+0, 2+2) або триколірного (3+0, 3+3) друку.

4. Цікаві факти про теорію кольору

Дмитро Добросько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Колористика – наука про колір, що включає знання про природу кольору і світла, основні, складові і додаткові хроматичні тони, основні характеристики кольору, колірні гармонії, психологічні закономірності сприйняття кольору і колірну культуру в різних видах мистецтва. Застаріла назва – кольорознавство.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати. Кольорове коло, в основі якого червоний, жовтий і синій, є традиційним у сфері мистецтва. Сер Ісак Ньютон розробив першу кругову діаграму кольорів у 1666 році. Відтоді вчені та художники вивчали та створювали численні варіанти цієї концепції. Розбіжності в думках щодо валідності одного формату над іншим продовжують провокувати дебати. Насправді будь-яке кольорове коло або колірне колесо, яке представляє логічно організовану послідовність чистих відтінків, має переваги.

Чоловіки і жінки бачать червоний колір по-різному. Дослідники з Університету Арізони виявили, що здатність бачити червоний колір походить від гена, прикріпленого до X-хромосоми. Оскільки жінки мають дві X-хромосоми, дві копії цих генів допомагають жінкам краще сприймати червоно-помаранчевий спектр.

Носіння чорного робить вас більш могутніми. Костюм влади, маленьке чорне плаття, випускні сукні, суддівські мантиї; носіння чорного супроводжується значущістю, яка часто сприймається як сила. Йдете на співбесіду чи зустріч, щоб попросити підвищення? Носіть це чорне вбрання!

Деякі люди мають фобію кольору. Хромофобія, або хроматофобія, — це постійний і ірраціональний страх перед кольорами, який може мати негативний вплив на повсякденну діяльність людини. Цей страх часто виникає внаслідок травматичної події, пов'язаної з певним кольором.

Колір має великий вплив на перше враження. 62–90% першого враження ґрунтується на тому, як хтось розпізнає колір у ситуації. Для тих, хто хоче справити сильне перше враження, уникайте нейтральних речей. Збираєшся на перше побачення? Додайте яскравого кольору, щоб він запам'ятався краще.

У всьому світі синій є найпоширенішим улюбленим кольором. Дослідження, проведені різними глобальними маркетинговими компаніями, показують, що синій є найпоширенішим улюбленим кольором у всьому світі, за ним йде фіолетовий.

Висновки. Розробка упаковки повинна базуватись на врахуванні особливостей сприймання архетипів кольору споживчою аудиторією.

Література.

36.231 Теорія кольору [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 186 "Видавництво та поліграфія" освітньо-професійної програми "Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки" заочної форми навчання / уклад. : С. В. Кадомський ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – 130 с. – каф. машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв. – Режим доступу : <http://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDownloadForm?docid=409616> УДК 535.6(07)

5. Історія Lab

Вікторія Карпенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

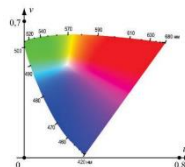
Вступ. В 1931 році після серії експериментів з оцінки сприйняття кольору людським оком Міжнародна комісія з освітленості розробила стандарт CIE 1931 XYZ. Цей колірний простір містить всі кольори, що сприймає людина. Щоб усунути нелінійність XYZ, Девід Мак-Адам запропонував використовувати простір CIE 1964 color space. В 1964 році Вішецьким була запропонована модель U^*V^*W . У 1966 році був запропонований Hunter L,a,b , а в 1976 році, після усунення розбіжностей, була розроблена модель CIE $L^*a^*b^*$, яка сьогодні є міжнародним стандартом.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення. У всіх колірних просторах намагалися зменшити нелінійність зміни кольору в різних частинах області колірного охоплення, але ідеального, з цієї точки зору, стандарту так і не з'явилося. В Hunter Lab спостерігається стиснення в жовтій частині і розширення в синій. В CIELAB, хоч вона і розроблена на основі Hunter Lab і повинна була усунути основні недоліки, відзначається розширення в жовтій частині. Обидва колірні простори обчислюються з простору CIE 1931 XYZ, але перетворення в CIELAB здійснюється з використанням кубічних коренів, у той час як Hunter Lab використовує квадратні.

У моделі CIE XYZ все ж є істотний недолік - неоднорідність сприйняття зміни кольору щодо відстані на діаграмі кольоровості. В ідеалі хотілося б, щоб однакові відстані між точками, відповідними кольорами на діаграмі кольоровості, відповідали приблизно однаковому сприйняттю людиною відмінностей між цими парами кольорів. Саме для цих цілей CIE в 1976 році запропонувала модель $L^*u^*v^*$ (Рис.1). L^* (англ. Lightness) в цій моделі відповідає яскравості, скоригованої з урахуванням особливостей людського сприйняття.

У колірному просторі Lab значення світлості відокремлено від значення хроматичної складової кольору (відтінок, насиченість). Світлість задана координатою L (змінюється від 0 до 100, тобто від найтемнішого до найсвітлішого), хроматична складова — двома декартовими координатами a і b.



На відміну від кольорових просторів RGB чи CMYK, які є, по суті, набором апаратних даних для відтворення кольору на папері чи на екрані монітора, Lab однозначно визначає колір. Тому Lab широко використовується в програмному забезпеченні для обробки зображень як проміжного кольорового простору, через який проходить конвертування даних між іншими кольоровими просторами (наприклад, з RGB сканера в CMYK печатного процесу). Особливі властивості Lab зробили редагування потужним інструментом корекції кольору. Завдяки характеру визначення кольору в Lab з'являється можливість окремо впливати на яскравість, контраст зображення і колір. Це дозволяє прискорити обробку зображень, надає можливість вибіркового впливу на окремі кольори в зображенні, посилюється колірний контраст, з'являються можливості боротьби з шумом.

Висновки. Зважаючи на те, що в перетворенні із XYZ в LAB використовуються формули, що містять кубічні корені, LAB являє собою сильно нелінійну систему, що ускладнює застосування звичних операцій над 3-мірними векторами в цьому колірному просторі.

6. Принципові засади розробки дизайну упаковок.

Катерина Кондратович

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка дизайну упаковок повинна базуватись на урахуванні рекламних, технічних і художніх елементах пакувань, можливостей обладнання. Такі упаковки полегшують процес виготовлення і підвищують інтерес, допомагають виділити свій товар серед інших та стимулюють продажі.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення. Упаковка, по-перше, має забезпечити збереження товару під час його транспортуванні, зберіганні та споживанні, по-друге, бути засобом просування товару ринку. Захисна функція упаковки є основною. Упаковка, з одного боку, має забезпечувати збереження якості товару протягом певного часу та за заданих умов транспортування та зберігання, а з іншого — охорону людей та навколишнього середовища від агресивних та небезпечних продуктів. Захист товару від несприятливих впливів довкілля – найширша функція упаковки. Для деяких товарів достатньо лише захисту від механічних впливів та пошкоджень, інші ж необхідно оберігати від фізичних, хімічних, кліматичних, біологічних та інших впливів. Збереження товарів забезпечується вологостійкою, хімічно стійкою, світло-, волого- та газонепроникною, герметичною упаковкою та створенням усередині її захисної атмосфери. Не менш актуальним і відповідальним завданням упаковки є захист навколишнього середовища від впливу на неї продуктів виробничої діяльності людини.

Рекламна упаковка тепер несе всю інформацію про упакований виріб, про його споживчі та технічні параметри, його споживчу цінність, строк та умови зберігання, переваги, контакти виробника виробу. Але цього замало. Художньо оформлена рекламна упаковка є носієм певної естетичної інформації. Це інформація про художню манеру, естетичні уподобання авторів художньої розробки упаковки. Однак треба враховувати, що інформація, закладена в рекламній упаковці, найбільше ефективно сприймається реципієнтом-споживачем у тому випадку, якщо вона для нього є актуальною, відповідає його потребам. Якщо товар поміщений в упаковку, оформлену таким чином, що зміст цього оформлення незрозумілий покупцеві, далеко від його інтересів, то покупець, звісно, залишиться байдужим до інформації, закладеної в такій рекламній упаковці, вона не приверне його уваги.

Не меншу роль відіграє реалізований в упаковці візуальний образ товару, що є певним поєднанням кольорів, шрифту, геометричних форм та інших елементів образотворчого ряду. Так само, як одяг, зачіска і вираз обличчя незнайомої людини можуть багато сказати про її характер, спосіб життя та соціальне становище, упаковка товару створює у споживача перше і найсильніше враження про сам товар і його виробника.

Висновки. В ідеалі форма, матеріал та дизайн упаковки повинні не тільки гармонійно поєднуватися між собою, а й відповідати ідеї (концепції) товару, його вартості, передавати його сутність та цінності, які він несе своєму споживачеві. При цьому дизайнерське рішення упаковки має бути досить оригінальним, щоб виділити упаковку з інших аналогічних продуктів і чітко ідентифікувати його.

7. Потенціальна аудиторія в контексті створення та сприймання дизайну упаковки.

Анастасія Крикун, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В умовах ринкової економіки споживач є центральним елементом маркетингової системи будь-якого підприємства. Розуміння мотивів, стимулів і причин купівлі того або іншого товару споживачами, необхідне виробнику і постачальнику для розробки стратегій впливу на купівельну поведінку споживачів

Матеріали і методи. Методологія дослідження базується на соціокультурному та історико-мистецькому методах, які дозволяють виявити вплив рекламних традицій на формоутворення в дизайні пакування.

Результати і обговорення. Крім первинної функції упаковки: містити і зберігати товар - останнім часом численні чинники зробили упаковку важливим маркетинговим інструментом. Потенціал впливу упаковки на думку споживачів про вміст упаковки величезний. Упаковка може впливати на сприйняття кількості товару всередині, впливати на думку про свіжість продукту і служити інструментом формування високого рівня очікувань від споживання продукту у споживачів.

Упаковка може бути могутнім джерелом впливу на думки споживачів. Ефективне використання комунікативних властивостей упаковки можливе тільки при правильному розумінні механізмів сприйняття споживачами таких зовнішніх стимулів, як упаковка, і дослідженні впливу атрибутів упаковки на процес прийняття купівельних рішень.

Процеси організації сприйняття, в свою чергу, складаються з елементів, що формуються виробниками товарів. Виробник, розробляючи і виводячи на ринок новий товар, повинен потурбуватися про те, як він буде сприйнятий споживачами. Іншими словами, компанія повинна розробити і реалізувати стратегію позиціонування, тобто таким чином представити товар і його марку, щоб він сприймався відповідно до того, в чому має потребу споживач. І в багатьох випадках знайомство споживача з брендом починається з споживчого сприйняття упаковки.



На основі проведеної аналізу в сучасних умовах велику роль грає етнодизайн, як сполучна ланка між утилітарним та естетичним у проектуванні об'єкта, стильове вирішення як вияв певних світоглядних настанов, використання українських етнонімів, як творче осмислення творів архітектури, образотворчого та прикладного мистецтва. Важлива роль етнодизайну в процесах проектування вільної України кінця ХХ – початку ХХІ ст. Етнодизайн як окремий стильовий напрям сучасного проектування пакування потребує всебічного розгляду в контексті художньо-проектної культури та доцільності використання етномотивів у різновидах дизайну, зокрема у пакуванні.

Висновки. Таким чином, упаковка є важливим елементом маркетингу, що впливає на сприйняття споживачами товару і формування думки про нього. Упаковці властиві як інформативні, так і емоційні властивості. Упаковка володіє рядом маркетингових функцій, повна реалізація яких можлива тільки при дотриманні основних вимог до оформлення упаковки. Для оцінки ефективності упаковки маркетингові агентства використовують різні методи дослідження, що включають як класичні методи тестування, так і власні розробки.

8. Елементи, що входять до графічних констант фірмового стилю.

Анастасія Крикун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фірмовий стиль – це набір колірних, графічних, словесних, типографських, дизайнерських, постійних елементів, що забезпечують візуальну і змістову єдність товарів усієї вихідної від фірми інформації, її внутрішнього оформлення.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати. Основними цілями фірмового стилю можна назвати ідентифікацію виробів і вказівку на зв'язок їх з фірмою, виділення цих товарів із загальної маси аналогічних товарів її конкурентів. Наявність фірмового стилю свідчить про впевненість його власника в позитивному враженні, яке він справляє на споживача.

Як сказано в словниках, фірмовий стиль - це сукупність образотворчих, візуальних і інформаційних засобів, сукупність графічних елементів, за допомогою яких фірма підкреслює свою індивідуальність.

Логотип використовується при оформленні пропонованих фірмою продукцією, як реклама, ярлики, які компанія використовує у фірмових бланках, рекламних матеріалах, на конвертах, упаковці продуктів.

Індивідуальний фірмовий стиль - це невід'ємна частина іміджу організації.

Оригінальний корпоративний стиль (corporate identity) дозволяє сформувати у відвідувача позитивний образ Вашої фірми, що сприяє зміцненню іміджу і пізнаванню бренду, а відповідно - і збільшенню продажів.

Головний елемент стилю - товарний знак є обличчям фірми, її основною відмінною ознакою в рекламі і на продукції. Він допомагає швидко орієнтуватися на ринку подібних послуг. Також до складу фірмового стилю входить ділова документація, так званий фірмовий блок: конверт, бланк, візитки, пакет і ін. елементи. Плюс до цього розробляється також рекламна продукція, зокрема плакати. Як сувенірна продукція виступають брелоки, ручки, кухлі, сумки, пакування тощо.

Розглядаючи складові фірмового стилю, не можна не помітити, що значна їхня частина тісно пов'язана з упаковкою як носієм реклами. Наприклад, пакувальний папір виробляється у кольорах підприємства-виробника або продавця, на ньому мають бути елементи торгового або фірмового знака тощо.

Найважливішим елементом фірмового стилю та упаковки є товарний знак, який виконує функцію знака обслуговування. Він використовується для виокремлення товарів і послуг підприємства та для реклами. Товарний знак має такі синоніми, як фірмовий знак (тоді виокремлюється організаційна одиниця), марка, фірмова марка, емблема. На думку фахівців, вони не просто свідчать про назву виробника чи продавця, а й повідомляють покупцеві певну важливу інформацію про якість товару (покупці, які завжди купують товар однієї марки, знають, що вони отримують постійно товар однієї якості). Торгові марки привертають увагу покупців і збільшують ефективність пошуку необхідних товарів.

Висновки. Прикладом сучасного застосування елементів фірмового стилю на упаковці є реклама на поліетиленових пакетах, що трапляється нині на кожному кроці. Значна кількість підприємств (навіть українських) замовляє спеціальні фірмові пакети з товарними знаками, слоганом, адресою і телефоном. Така форма упаковки робиться яскравою, інтенсивною за кольоровими сполученнями.

9. Інформація на пакуванні. Його роль і нормативність.

Катерина Пекарчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Виробники зобов'язані писати повний склад продукту, тому читання етикеток може запобігти багатьом неприємним сюрпризам. Щодо упаковки, то для різної продукції є свої вимоги інформації на пакуванні. Але вирізнили декілька універсальних умов:

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення.

Маркування. Повинне бути достовірним та зрозумілим. Неприпустимо писати неправдиву інформацію про продукцію. Повинно гарно читатись та бути зрозумілим;

При використанні спеціальних символів це повинні бути загальноприйняті символи. Їх наносять на контрастний фон для читабельності. Ця читабельність повинна зберігатися протягом всього терміну реалізації товару, так що неприпустимо, щоб маркування стиралося або вицвітало;



У маркуванні завжди прописується тип продукції, термін придатності, умови зберігання. Якщо є якісь застереження чи обмеження – вони вказуються там же. Наприклад, це можуть бути обмеження за віком або наявність у складі алергенів. Традиційно етикетки з маркуванням робляться у вигляді стікерів. Це зручніше для виробника, швидше, дешевше і екологічніше. Є ще сухі етикетки, але до них все одно потрібно купувати клей і наносити його окремо. Сучасні стікери легко витримують негативні температури, сонце, контакт з водою та інші несприятливі умови. Під всі ці завдання є свої технології;

Тип продукції. Окремо прописують вимоги до зберігання, використання та догляду. Якщо річ складається з декількох шарів, вказується склад і характеристики кожного. Гарна упаковка повинна забезпечувати в першу чергу цілісність і збереження товару. Тому, наприклад, для техніки використовуються пінопластові каркаси і різноманітні наповнювачі. Особлива увага приділяється вмісту пакування крихких продуктів. Тут актуальна повітряно-бульбашкова плівка, гофрокартон та інші амортизуючі матеріали.

У випадках з деякими групами товарів є окремі вимоги. Наприклад, якщо мова йде про упаковку продуктів харчування, всі синтетичні матеріали повинні бути дозволені Міністерством охорони здоров'я. Допустимий вміст хімічних речовин і домішок прописаний в санітарних нормах. Зовнішня упаковка повинна бути з матеріалів, які можна мити і дезінфікувати. Окремо стандартизовано виробництво скляних пляшок, пробок, харчових пакетів.

Висновки. Звичайно, це дуже узагальнена інформація і кожен окремий випадок потрібно розглядати окремо з урахуванням специфіки конкретного товару. ви самі контролюєте, скільки олій, натуральних підсилювачів смаку у вигляді спецій та інших інгредієнтів додавати у страви». В той же час завжди при купівлі харчових продуктів необхідно проводити аналіз тексту на етикетках пакувань.

10. Концептуальні засади дизайну упаковки: рекламні, технічні й художні елементи упаковки.

Ольга Романюк, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Під час розробки дизайну пакування необхідно враховувати особливості цільової аудиторії: національні традиції регіону; вік; стать; культурний рівень; тощо.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення. Різні демографічні групи віддають перевагу різним товарам та їх оформленню. Наприклад, підхід класичної школи дизайну до підбору хроматичних тонів для дітей ґрунтується на використанні первинних кольорів. Дітям подобаються яскраві зображення. Особливо добре вони реагують на жовтий, червоний, блакитний.

Люди по різному реагують на різні види оформлень пакувань. Ті, що проживають не півночі віддають перевагу плавним переходам, пастельним тонам, а які проживають у сонячному кліматі віддають перевагу контрастним зображенням, що визвано тим, що пастельні переходи при ярому сонячному світлі швидко вигорають та виглядають неконтрастно, а відповідно непривабливо.

Можна виділити наступні важливі умови хорошого дизайну пакування.

- Назва товару, компанії та її логотип повинні легко сприйматися, як в кольорі, так і в чорно-білому варіанті і чітко відокремлюватися від інших елементів.

- Образотворчий ряд повинен будуватися на контрасті: зображення одного (головного) об'єкта має бути помітно більше інших. В цьому випадку увагу відразу було б залучено до нього, а потім плавно переходило б на більш дрібні зображення.

- Кольорове рішення має бути простим, контрастним і лаконічним. Не слід використовувати занадто багато кольорів, тому що чим їх більше, тим складніше досягти між ними гармонійного поєднання. Колір також можна використовувати для виділення головного об'єкта композиції і залучення уваги. Наприклад, популярний прийом, коли все зображення робиться чорно-білим, а товар – кольоровим. В цьому випадку яскраве колірне пляма відразу виділяє його і однозначно фіксує увагу глядача. Бажано, щоб яскравий об'єкт був відносно невеликого розміру, щоб площа фонового поля була значно більше і не заважала сприймати необхідну інформацію.

- Слід уникати використання в якості фону повно кольорових зображень.

- Не слід використовувати більше трьох шрифтів в рамках одного дизайну: один – для назви фірми, інший – для основного тексту, третій – для виділень або контактної інформації. У багатьох випадках достатньо двох шрифтів – все виділення можна робити, використовуючи різні варіанти накреслень однієї і тієї ж гарнітури.

- Дизайн пакування динамічний; він орієнтований, в першу чергу, на залучення уваги і не повинен бути перевантажений. Його призначення ознайомити з товаром, дати контактну інформацію.

- Композиція повинна сприйматися як єдине ціле. Неприпустимо, щоб різні елементи дизайну відволікали увагу від головних об'єктів і конкурували за увагу.

Висновки. Дизайн пакування товарів, пройшовши довгий еволюційний шлях, перетворив в могутній дійовий маркетинговий інструмент, здатний сформувати привабливий імідж продукції і значно покращити споживання. Головне, щоб люди, в поле зору яких виявилася товар, не залишилися до неї байдужі. Тільки в цьому випадку можна очікувати, що витрати на пакування окупляться.

11. Художнє оформлення пакування, загальні принципи.

Таміла Силенко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Художнє оформлення, має вирішувати специфічні інформаційні завдання: текстове, графічне, колірну відповідність характеру продукції; пояснювати споживчі властивості; давати швидке розрізнення продукції в ряду ідентичних товарів; стимулювати до покупки.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати. Існують численні способи художнього оформлення упаковки, які можна розділити на дві групи. Перша – це прямі способи, які базуються на безпосередньому нанесенні на упаковку малюнків, написів, друга – побічні, які передають цю ж інформацію за допомогою зображення. В обох випадках важливо, щоб художнє оформлення упаковки було лаконічним і яскравим, простим і зрозумілим. В основі успіху - пропорції, контраст, баланс. Проектуючи дизайн упаковки, необхідно враховувати технологічні вимоги і обмеження.

Фарбування упаковки, лакування її поверхні є ефективним способом її художнього оформлення. Фарбування полімерного пакувального матеріалу, проводиться в спеціальних камерах або фарбування і лакування за допомогою офсетних машин.

Тиснення як спосіб художнього оформлення упаковки передбачає поверхневу деформацію матеріалу упаковки зі створенням рельєфного (конгрев) або плоского (блінт) зображення. Тиснення може бути безбарвним, одно- або багатобарвним з використанням перекладної фольги або багатобарвного відтиснення з спеціальної підкладки (деколь).

Металізація як спосіб художнього оформлення упаковки полягає в напиленні на поверхню пакувального матеріалу або упаковки шару металу (найчастіше, алюмінію) у вакуумних камерах періодичної або безперервної дії. За допомогою розпеченої спіралі метал випаровується у вакуумі і осідає на поверхні матеріалу або упаковки у вигляді металевого покриття. На жаль, висока вартість процесу, складність обладнання і низька його продуктивність настільки збільшують вартість упаковки, що досягнутий декоративний ефект не варто цього. Саме це і стримує широке застосування цього способу художнього оформлення упаковки.

Фольгування. Під дією тепла і тиску шар фольги відшаровується і закріплюється на поверхні упаковки. Спосіб відрізняється простотою, швидким переходом на інший вид фольги, інший вид упаковки. До недоліків слід віднести неможливість відтворення елементів оформлення малих розмірів, високу вартість штампа і матеріалів.

Декалькоманія як спосіб художнього оформлення упаковки застосовується, як правило, для різних видів транспортної тари. Клейовий шар деколей розчиняється або розм'якшується в гарячій воді, після чого відтінок переноситься на поверхню упаковки. У разі гарячої декалькоманії деколь нагрівається і притискається валком поверхні упаковки. Перехід зображення відбувається під дією тиску і тепла. Низька продуктивність, складність механізації і автоматизації цього способу виправдовуються його простотою і низькою вартістю.

Висновок Сьогодні існує багато методів друку які дизайнер може використовувати для художнього оформлення упаковки.

12. Роль кольору на сприйняття пакування

Таміла Силенко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Колір – один з найпотужніших маркетингових інструментів. Він важливий в візуальному оформленні, тому що саме він привертає увагу і викликає ті чи інші емоції і споживачів продукту. Всі великі компанії і якісні бренди завжди враховують роль кольору при оформленні пакувальної продукції. Дослідження стверджують, що товари в яскравій креативній упаковці продаються на 60% краще.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати. Характеристики, якими ми так чи інакше можемо визначити колір, діляться на суб'єктивні або психологічні та об'єктивні або психофізіологічні. До якісних характеристик відноситься колірний тон, світлина, насиченість. На упаковці колір вирішує чотири завдання: привертає увагу, підвищує впізнаваність, надає привабливості і виділяє інформацію. Вибір кольорової гами визначає емоційні і асоціативні реакції споживачів. Більш контрастні сполучення кольорів визначають, видимість окремих елементів, встановлюють акценти. Колір упаковки впливає на продажі. Влітку краще продається товар в холодних тонах, а взимку – теплих.

У великих компаній є свої кольори, які з ними асоціюються. Червоний колір Coca-Cola або синій Pepsi. Ті ж упаковки чіпсів або шоколадних батончиків виглядають практично ідентично, тож покупці в магазині в першу чергу шукають поглядом бажаний колір. І зовсім не важливо, чи належать в результаті ці товари одному або різним виробникам.

Компанія Kurchella випустила пральний порошок в різнокольорових пачках. Споживачі оцінювали якість порошку. Найефективнішою визнали серію в помаранчевій упаковці, а неефективною – у синій, хоч порошок був однаковий.



Важливий нюанс вибору є надлишок інформації. Підходячи до полиці супермаркету, людина охоплює поглядом сотні товарів лише за кілька секунд. Тут в справу вступає колір. Експериментальним з'ясовано, щоб люди різної цільові аудиторії полюбили свої кольори. Чоловіки частіше вибирають яскраві упаковки, а жінки – більш стримані, але теплі кольори. Пенсіонери цінують сині відтінки і не люблять жовті, а жителі великих галасливих мегаполісів швидше вибирають жовті та оранжеві коробки. Дорогі товари частіше упаковані в нейтральні стримані біло-сірі тони, а дешеві – в помітні і кричущі. Продовжувати можна безкінечно, а для кольорових експериментів використовуються кольорові тести Люшера і фокус-групи.

Висновки Є базові асоціації, які працюють майже безпрограшно. Червоний – колір пристрасті, йому віддають перевагу виробники продуктів харчування. Синій – колір спокою і гармонії, який часто зустрічається в упаковці дитячих товарів або, наприклад, молочної продукції. Зелений – головний природний колір, яким зараз активно маркують екологічні товари. Але при виборі потрібно враховувати і вторинні чинники: орієнтацію цільової аудиторії, призначення товару і цінову категорію, асоціації, а також культурні особливості і сезонність;

13. Вимоги до графічного оформлення пакування з позицій фірмового стилю

Ілля Черниш, Сергій Кадомський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні графічне оформлення пакування грає визначальну роль на просування товару на ринку.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати. Аналіз сучасних тенденцій візуального дизайну показав, що до упаковки висуваються наступні вимоги:

1) Адекватність змісту – співпадіння візуального образу із задумом та чіткість втілення відображення інформації, що має бути донесена до споживача

2) Ідентифікація – візуальне вирішення образу від інших стилів. Візуально-графічне рішення виконує задачу захисту, оскільки є власністю і ніхто не може його використати не порушивши закон. Дизайн-вирішення має створювати сильне та тривале враження, і одного погляду має бути достатньо для його запам'ятовування. Оригінальне рішення виділяється серед інших існуючих стилів і дозволяє розпізнати графічне оформлення пакування, кинувши лише швидкий погляд.

3) Інтелектуальність – відповідає за якість справленого позитивного враження на глядача через розуміння інтелектуального змісту візуального образу, що застосовується у графічно-візуальному вирішенні.

4) Технологічність – здатність здійснити задум дизайнера на різних матеріалах, які використовуються для виготовлення пакування, в різних масштабах та кольорах.

5) Сучасність. Відповідність фірмового критерію сучасності полягає у тому, щоб даний стиль був розроблений таким чином, що залишиться протягом значного часу модним, привабливим, а не просто відобразить сучасну моду

6) Привабливість необхідна для того, щоб графічні елементи не склали негативного або небажаного враження при погляді зненацька на них з «неправильної» точки зору

7) Практичність та економічність. Пов'язується з економічними показниками та технологічним відтворенням елементів, а також з подальшими можливостями практичного і зручного використання у будь-яких передбачених ситуаціях

8) Функціональність та зручність обумовлюється призначенням елементів певного фірмового стилю до виконання конкретно запланованої функції.

9) Престижність та рекламність пов'язується із наданням певної та повної інформації в елементах фірмового стилю, та створення їхнього «іміджу» у носіях реклами з метою формування позитивної думки у споживача

10) Етнодизайн – обумовлюється переважно національно-культурними особливостями певної нації та народу. Фірмовий стиль є породженням масової культури і візуальне застосування у ньому етнокультурних мотивів має бути обумовлено оптимальною доречністю, і концептуально-змістовим призначенням. Наприклад, якщо пакування використовується у галузі туризму або в суміжних галузях, тоді в ньому мають бути чітко виражені національні риси. Якщо продукція реалізується за кордоном, то її товарний знак і рекламна кампанія має позитивно однаково сприйматися представниками різних культур та укладів життя.

Висновок. Якість позитивного враження від дизайн-вирішення прямо залежить від візуального образу, який є небанальним, несумним, непростим, емоційним, привабливим і цікавим.

14. Художні вимоги до графічного оформлення пакування

Ілля Черниш, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Художнє оформлення грає визначне значення на просування товару.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення. До основних художніх вимог відносять:

1) Концептуальне вирішення обумовлюється практичною складовою винайдення емоційно-образної виразності і охоплює: новизну і креативність.

2) Нестандартність та образність (інноваційність). Позитивний психологічний вплив мають елементи новизни, нестандартного образного мислення та бачення.

3) Композиційна гармонійність передбачає розташування та зв'язок елементів фірмового стилю і обумовлюється оптимальним компонованням, пропорційним співвідношеннями, що відповідають призначенню та творчому задуму.

4) Графічно-пластичне (стилістичне) вирішення. Це лаконізм, простота та стилізована мова графіки. Це обумовлюється графікою, де існують обмеження у кольоровому вирішенні, пов'язані з властивостями графічних матеріалів

5) Форма. При розробці основних графічних констант і складових елементів здійснюється процес створення нової форми у будь-яких її проявах. Форма має бути за сприйняттям єдиною, цілісною та виразною, чітко нести певну інформацію.

6) Кольорова індивідуальність основних графічних констант і складових елементів фірмового стилю охоплює кольорову гаму, колорит, світлотінь, тон, контраст, нюанс, акцентування, символіку та психологію кольору, культуру використання кольору, кольорове формотворення, гармонію колірних сполучень.

7) Шрифтова графіка та дизайн шрифту. Основною специфікою застосування шрифтової графіки та дизайну шрифту є пошук оптимальної форми чи накреслення шрифту, шрифтової композиції до призначення та змісту інформації.

8) Емоційна виразність (симетрія-асиметрія, статичність-динамічність, рівновага та супідрядність) аналізується з точки зору логічної завершеності та естетичної гармонійності у контексті визначеного задуму. Емоційна виразність візуально сприймається через композиційні засоби і прийоми.

9) Професійний підхід визначається, як критерій втілення творчого задуму.

10) Засоби і методи проектування (традиційні, комп'ютерні) та оптимізація їх вибору – визначаються як специфічні методи і принципи, що використовує дизайнер.

11) Якість графічного виконання та презентація (подача) – охоплює розміщення образного матеріалу на проектній площині та його графічне вирішення, впорядкування кожного окремого елемента стилю в композиційну та колористичну гармонійну цілісність, взаємозв'язок між ними, структуру, загальну стилістику, логіку та методичну систематизацію подачі об'єктів поліграфічного оформлення.

12) Технологічне та поліграфічне відтворення передбачає вибір оптимального технічного виконання і якісного відтворення елементів у друці.

13) Художньо-мистецька цінність характеризується крізь якість сприйняття візуальної інформації через знакові системи, що несуть у собі практичне призначення кожного спроектованого елемента.

Висновок. Привабливе художнє оформлення упаковки, яка, є носієм різних елементів фірмового стилю сприяє винайденню і підсиленню характерних особливостей самого зображення, що покращує зорове сприйняття пакування.

15. Досвід роботи з графічною системою Adobe Illustrator.

Ольга Романюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Художнє оформлення грає визначне значення на графічний дизайн і поліграфічній промисловості.

Матеріали і методи. Сучасні програма **Adobe Illustrator**.

Результати і обговорення. На першому семестрі другого курсу мала яскраву можливість опанувати себе у програмі Adobe Illustrator, що справді було цікаво і захоплююче. Наразі хочу поділитись зі своїм досвідом.

На початку шляху це було справді важко та абсолютно не зрозуміло, ніби ти опинився в зовсім іншій країні і тебе настиг розпач, бо ти не знаєш іноземної мови і взагалі як комунікувати. Так само з програмою. На самому старті усі інструменти здавались абсолютно не зрозумілими та хаотичними, якісь химерні іконки та вікна, а панель взагалі не зручна! Але з часом, як ти опановуєш нову мову, так само і з додатком: тобі все стає логічним, доволі простим і навіть зручним.

На перших порах отримала чудову базу гарячих клавішних від викладача, що було насправді необхідним і полегшило роботу в рази. Навчилась не спішити у виконанні завдання, а справді отримувати задоволення від вибору різних кольорів, текстур і ефектів. Змогла опанувати роботу з шарами, а в подальшому створювати чудові графічні композиції.

Одним із найцікавіших моментів була робота з текстом, адже я і гадки не мала наскільки це скрупульозний процес, який справді потребує багато часу. Ці роботи навчили мене яким чином можна деформувати текст, перетворювати його у складні 3д форми, створювати свій власний шрифт; та що шрифт гнучкий, як глина з якого можна виготовити абсолютно любий типографічний дизайн; що використання тексту це не тільки для передання інформації, а й для створення шедеврів у центрі композиції, що шрифт не є його доповненням, а самим його апогеєм.

Поступове вивчення елементів у програмі далось зі справжньою спрагою до знань, адже про такі галузі роботи я навіть раніше і не чула. Виявляється абсолютно важливо вміти працювати з шарами, трасуванням зображення, раструванням, трепінгом та кольороподілом. Не скажу, що це далось мені з легкістю, але воно того варте.

На лекції я отримувала не тільки «суху» теорію, а й обширні цікаві факти з історії, природи, мови, адже я ніколи не думала, що це все може поєднувати у собі теорія кольору чи основи графічного дизайну. Оскільки на цих предметах не можливо думати холодним розумом, тут можна проявляти себе як неординарну особистість зі справді яскравими витворами.

Висновок. Ця подорож у вивченні цих предметів та програми була справді захоплюючою та чудовою. Мені було цікаво пізнати весь вміст інформації та навичок, який нам надавався. І якщо б мене запитали: чи хочу я провчитись цей семестр ще раз, я би без жодних думок відповіла б — так

16. Текст у дизайні. Застосування ефектів до тексту.

Євгенія Бабенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Під час графічного дизайну пакування велику увагу грає процес підбору тексту.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати і обговорення. Дизайн упаковки – це рішення графічного образу не тільки в художньому плані, але і з точки підбору тексту: вибір гарнітури, її накреслення, товщини тощо.

Текст - це одна з найважливіших складових у дизайні. Використовуючи різні шрифти та ефекти можна створити неповторне оформлення для тексту, яке буде виражати основну думку того чи іншого дизайну. Нерідко можна побачити дизайн в якому використовується лише текст і при цьому зображення виглядає повноцінним. Також текст – це Неймінг. А неймінг в свою чергу – це візитна картка компанії або товару завдяки якій вони стають впізнаваними та вирізняються з по-між інших.

На одній із лабораторних я виконувала завдання в програмі Adobe Illustrator з використанням художніх ефектів до тексту за зразком. Перетворивши текст на контури з ним можна працювати як із будь-яким векторним зображенням. За допомогою інструменту кристалізація текст можна змінювати, надаючи йому оригінальної форми. Також до тексту можливо застосовувати градієнти, текстури, або навіть зображення. За допомогою інших інструментів таких як еліпс, прямокутник, перо є можливість створити цікаві елементи до тексту, доповнивши та зробивши його неповторним. Використавши до шрифту 3D ефект ми можемо побачити його в перспективі, що в деяких випадках є просто необхідним в дизайні. Перетворивши текст на символи часом його застосовують для різних 3D зображень задля цікавого ефекту. Та все ж не зважаючи на всі можливості сучасних технологій щодо стилізації тексту, він має бути читабельним та не перевантаженим, оскільки в іншому випадку текст втратить свою цінність. Не менш важливим аспектом є плановість тексту і використання певного виду шрифту, адже споживач має відразу розуміти мету дизайну.

Висновок: за допомогою тексту дизайнери створюють неповторні композиції, які втілюють в собі основну ідею замислу. Текст – складова, яка поєднує образ та думку.

Література:

Основи графічного дизайну [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 186 "Видавництво та поліграфія" освітньо-професійної програми "Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки" денної та заочної форм навчання / уклад. : С. В. Кадомський ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – 130 с. – каф. машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв. – Режим доступу : <http://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDownloadForm?docid=409548> УДК 004.92(07)

17. Трасування зображення у програмі Adobe Illustrator

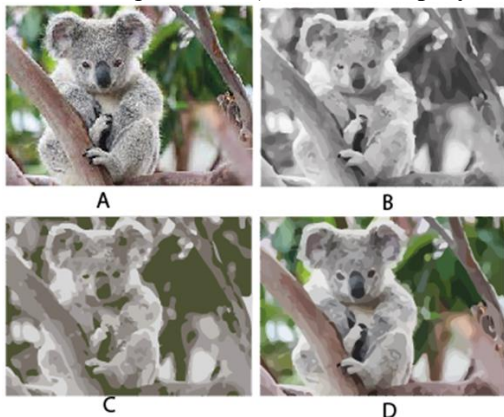
Таміла Силенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Adobe Illustrator – це програма для роботи з векторною графікою, яка дає змогу керувати зображенням. За допомогою цієї програми можна виконувати трасування зображення. Функція «Трасування зображення» дає змогу перетворювати растрові зображення на векторні ілюстрації. За допомогою цієї функції можна легко створити новий малюнок на основі існуючої ілюстрації трасуванням.

Щоб зробити трасування зображення потрібно:

1. Відкрити растрове зображення або розмістити його у своєму документі.
2. Виділивши вихідне зображення, виконати дію: Виберіть «Об'єкт» > «Трасування зображення» > «Зробити» для трасування з параметрами за замовчуванням. За замовчуванням Illustrator перетворює зображення на чорно-білий результат трасування.
3. Налаштувати результати трасування можна за допомогою панелі «Трасування зображення» («Вікно» > «Трасування зображення»).



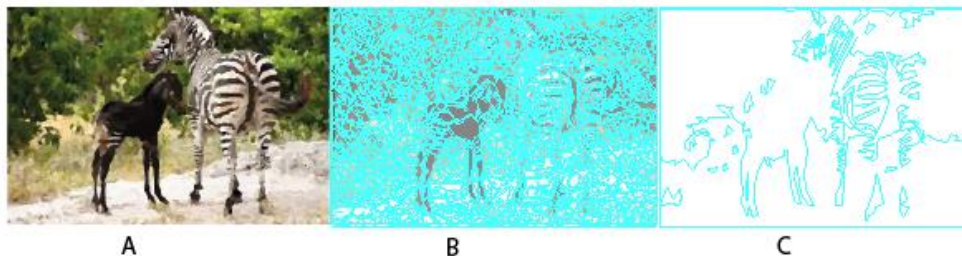
Ось наприклад, за допомогою інструмента «Трасування зображення» ми можемо перетворити свій малюнок на векторну ілюстрацію.

До і після трасування растрового зображення за допомогою стилів трасування: А-вихідне зображення; В, С, D-результати трасування з використанням різних стилів.

Об'єкт трасування складається з двох основних компонентів: оригінального вихідного зображення та результату трасування (який являє собою векторне зображення). Отже

можна вибрати, як саме відобразиться зображення: як вихідне зображення, контури або в іншому вигляді.

Вибір вигляду об'єкта трасування: А-результат трасування; В-результат трасування з контурами; С-контури



Висновок. Коли задоволені результатами трасування, об'єкт трасування можна буде перетворити на контури. Цей останній крок дозволяє працювати з результатом трасування так само, як і з будь

18. Багатофункціональна картонна упаковка для стаканчиків із йогуртом

Ольга Степанова, Наталія Кулик, Валентина Степанець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка є невід’ємною частиною харчових продуктів і непродовольчих товарів. Вона забезпечує їх збереження, дотримання санітарних норм та естетичних вимог, зручність продажу й користування, сприяє конкурентоспроможності продукції, захищає права товаровиробника і споживача на ринку. Упаковка швидко реагує на зміни умов життя та очікування споживачів. З розвитком техніки і технологій виготовлення пакувальних матеріалів та упаковки, функції упаковки розширюються.

Метою роботи було розробити багатофункціональну упаковку, яка б виконувала функцію групової упаковки принаймні для двох стаканчиків із продуктом, а також додаткову навчальну функцію після використання упаковки за основним призначенням. З такої упаковки можна сформувати об’ємну конструкцію і використати як наочний навчальний матеріал, наприклад, для вивчення української або англійської абетки, в ігровій формі навчити дитину рахувати та читати.

Матеріали та методи. Картонна упаковка принаймні для двох стаканчиків із йогуртом або іншим продуктом формується за технологію фальцювання без склеювання. У корпусі упаковки застосовано висічки, які забезпечують фіксацію та утримання стаканчиків. У верхній частині упаковки передбачено неповне висікання принаймні двох отворів для зручного перенесення продукції. За рахунок загину елементів, які утворилися при неповній висічці отворів, може з’єднується верхня частина і формується упаковка.

Результати.



Запропонована конструкція дає можливість розгорнути упаковку, а потім сформувати її внутрішньою поверхнею назовні і знову зафіксувати за рахунок згинання елементів, які утворилися при неповному висіканні отворів для перенесення упаковки. Упаковка має поліграфічне оформлення, яке нанесене на зовнішню та внутрішню поверхні упаковки. На зовнішній поверхні розташовано інформацію про продукт відповідно до вимог законодавства. На внутрішній поверхні – інформація для виконання навчальної функції, наприклад, образотворчі та текстові елементи для вивчення абетки, цифр та інша інформація. Такі упаковки можна збирати, щоб отримати повну колекцію з усіх літер абетки або цифр, а потім використовувати для складання слів,

речень, рівнянь і таким чином, в ігровій формі вчитися читати або рахувати.

Висновки. Результати показують, що сучасна упаковка може і повинна бути багатофункціональною і виконувати різноманітні функції для забезпечення надійності зберігання, зручності використання пакованих продуктів, а також сприяти конкурентоспроможності товару на ринку та створення лояльного ставлення потенційних споживачів.

19. Розробка конструкції упаковки-підставки для ліхтарика

Іван Салига, Наталія Кулик, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка є невід'ємною частиною пакованого товару. Одним з напрямів розвитку сучасної упаковки є продовження життєвого циклу упаковки та відповідність вимогам економіки замкненого циклу. Одним з шляхів забезпечення таких вимог є розробка та виготовлення упаковки, яка буде продовжувати бути корисною після придбання товару, виконуючи додаткові функції, які забезпечують зручність у використанні.

Мета роботи. При розробці конструкції упаковки-підставки для ліхтарика поставлено задачу розробити упаковку для ліхтарика, яка б виконувала функцію підставки і забезпечувала зручність користування ліхтариком у різних життєвих умовах.

Матеріали та методи. Упаковка виготовляється із крейдованого та мікрофрованого картону, який повторно переробляється економічно доцільним шляхом і може використовуватися для виготовлення нових упаковок. Для виготовлення упаковки використовується технологія фальцювання та склеювання, а також офсетний друк для нанесення поліграфічного оформлення.

Результати. Конструкція упаковки забезпечує зміну розташування ліхтарика для спрямування світлового променя у потрібному напрямку та регулювання завдяки цьому інтенсивності освітлення. Упаковка-підставка для ліхтарика пенального типу складається із зовнішньої оболонки пеналу та внутрішньої висувної частини, у якій розміщено ложемент з отворами для фіксації та утримання ліхтарика і секційні відділення для батарейок. Висувна частина має напіввисічені елементи, розміщені на різній висоті, які забезпечують її фіксацію на кришці пеналу для зміни положення ліхтарика, що дає можливість забезпечити різне спрямування променя світла та різну інтенсивність освітлення в залежності від потреби користувача.



Упаковка-підставка працює разом з ліхтариком весь час користування та допомагає забезпечити зручне та ефективне освітлення ліхтариком, в тому числі у форс-мажорних обставинах, у складних життєвих умовах під час блекауту та у сховищах. Дизайн упаковки виконаний у лаконічному стилі з використанням національної кольорової символіки.

Висновки. Результати розробки упаковки підставки для ліхтарика демонструють широкі можливості упаковки у використанні після придбання товару для забезпечення зручності користування ліхтариком у різних життєвих умовах. Концепція упаковки повністю відповідає вимогам впровадження економіки замкненого циклу

13.3.

Technological equipment and computer design technology

Chairperson – professor Mykola Yakymchuk
Secretary – Taras Pogorilyi

13.3.

Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування

Голова – професор Микола Якимчук
Секретар – Тарас Погорілий

1. Дослідження використання пневмомускулів в обладнанні харчових виробництв

Ярослав Войтюк, Юрій Якимчук, Євгеній Константинов, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У першій частині XXI століття, на зміну цьому пристрою прийшов пневматичний м'яз з великим втягуючим зусиллям. Проте, дотепер фізичні принципи функціонування пневмом'яза та його статичні характеристики ще досить мало вивчені.

Матеріали та методи. Робота пневмомускула базується на властивості мембрани — тонкої еластичної структури, яка при наповненні повітрям деформується та створює зусилля, що дозволяє рухати виконавчі механізми.

Результати. Найбільш відомим гнучким приводом є пневмомускул McKibbenMuscle. Він являє собою тонкостінну еластичну трубку 1, армовану сіткою-обплетенням 2, отриманою нитками, покладеними спірально хрестнахрест у вигляді набору ромбічних осередків (рис. 1). Опис процесів, що приходять в пневмомускулі описуються диференціальними рівняннями термодинаміки. За проміжок часу dt в оболонку пневмомускула, що знаходиться під відносним тиском p , подається нескінченно мала маса газу dm . В результаті обсяг оболонки збільшується на dV , робота розширення визначається виразом: $dW_m = pdV$ (1). Тоді зусилля пневмомускула, що тягне, можна записати: $F = -p \frac{dV}{dt}$ (2). Зазначимо очевидні закономірності, які виходять з рівняння (2): зусилля, що розвиваються, прямо

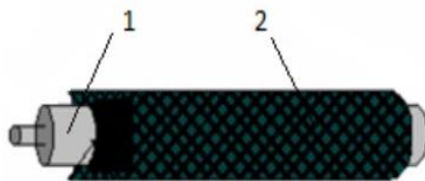


Рис. 1.

пропорційні величині відносного тиску газу в оболонці та залежать від зміни його об'єму з урахуванням довжини виробу.

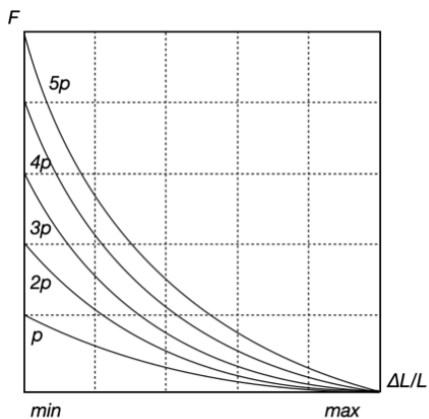


Рис. 2.

Висновки. У міру скорочення довжини пневмомускула від l_{max} до l_{min} її об'єм повітря збільшується від V_{min} до V_{max} ефективна площа приводу зменшується, що приводить до зменшення зусилля з F_{max} до нуля. Теоретично при нульовому скороченні для деяких типів пневмом'язів зусилля, що розвивається, може прагнути до нескінченності (рис. 2). Безперечними перевагами пневмомускула є: велика надійність та довговічність, точне позиціонування та плавний рух. До основних переваг можна додати просту конструкцію, що дозволяє використовувати розглянуті пневмомускули в умовах з високим рівнем

запиленості, що значно спрощує розробку мехатронних модулів упаковки для сипучих продуктів харчування.

3. Аналіз структурних схем роботів-триподів в лініях харчових виробництв

Владислав Скопец, Валентина Харлай, Микола Якимчук
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості все більше набувають популярності дельта-роботи - триподи. Вони призначені для переміщення і позиціонування харчового продукту в просторі. Висока продуктивність триподів обумовлена їх унікальною конструкцією, можливості якої малодосліджені.

Матеріали та методи. Для дослідження було розглянуто перелік приводів із різним принципом дії та зроблена їх порівняльна характеристика.

Результати. Першочерговою проблемою на першому етапі проектування дельта-робота є вибір типу привода. Результати досліджень у вигляді порівняльних характеристик даних приводів відносно точності позиціонування та швидкодії наведені на рис. 1.

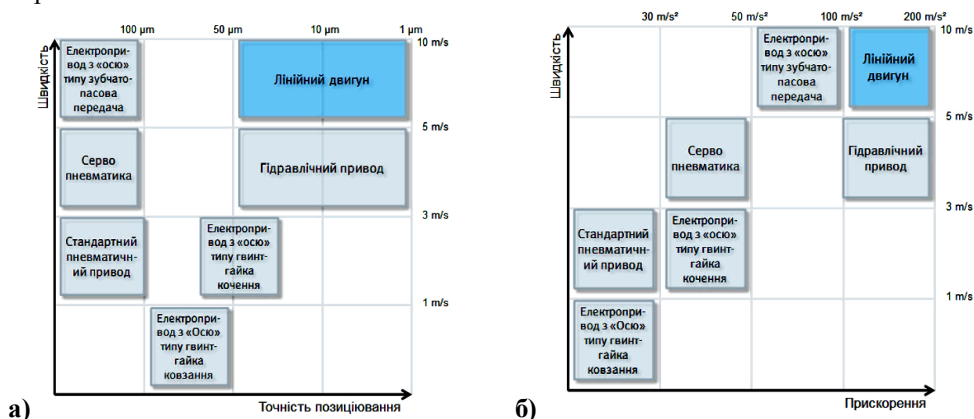


Рис. 1 – порівняльна характеристика приводів, які забезпечують можливість позиціонування платформи робота: а) по точності позиціонування; б) по прискоренню

Встановлено, що найвищі показники за швидкістю, прискоренню та точністю позиціонування продемонстрували сервоприводи та лінійні двигуни, використання яких дає можливість точно задавати кут повороту (з точністю до кутових хвилин), швидкість обертання та прискорення, що дає можливість дельта-роботу чітко виконувати рухи його робочих органів. На другому етапі дослідження було розглянуто керування серводвигуном каретки осі трипода. Переміщення каретки відбувалось за допомогою зубчастого пасива. Результатом дослідження є визначення показників силових та кінематичних характеристик серводвигуна при різних режимах роботи трипода в залежності від зміни кута розташування каретки в просторі та вантажопідйомності трипода.

Висновки. Використання сервоприводів та лінійних двигунів суттєво зменшує час для переналадження дельта-робота на потрібний режим роботи, забезпечує його багатofункціональністю, що дозволяє виконувати великий обсяг складних завдань. Встановлення залежностей впливу кута нахилу осі каретки в конструкції трипода на силові та кінематичні характеристик серводвигуна при різних режимах роботи дозволило збільшити його навантаження та оптимізувати режими роботи серводвигуна.

4. Аналітичне дослідження дозатора для рідких харчових продуктів

Петро Якимчук, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У технологічних процесах виробництва рідких харчових продуктів операція дозування характеризується дотриманням високої точності дози. .

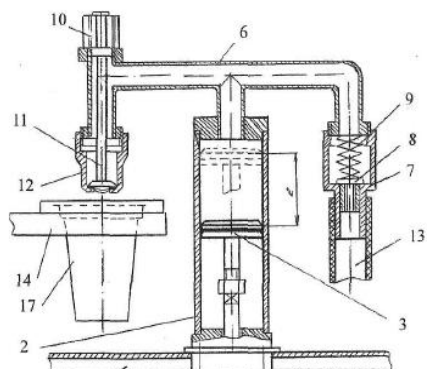
Матеріали та методи. В було проведено дослідження технологічних характеристик поршневого дозатора для рідких харчових продуктів. з різним діаметром насадок від 10 до 30 мм при δ/d від 0,0032 до 0,2, з урахуванням значення коефіцієнта витрат μ , який безперервно зростає зі збільшенням числа Рейнольдса Re .

Результати. Для дослідження був вибраний дозатор поршневого типу з пневматичним приводом (рис.1). Для забезпечення точності дозування в його конструкції була модернізована форма насадки, яка накручувалася на отвір форсунки. При втягуванні штока пневмоциліндра 4 поршень 3 переміщається донизу, створюючи розрідження у мірному циліндрі, достатнє для подолання пружних сил пружини 9, тим самим клапан 8 припіднімається і відкривається канал для переміщення продукції мірний циліндр. За наявності в комірці транспортної системи 14 споживчої тари 17 спрацьовує пневмоциліндр 10, тим самим відкривається канал на видачу продукції в

споживчу тару 17. Одночасно спрацьовує пневмоциліндр 4, виштовхуючи поршнем продукцію із мірної камери. В момент, коли поршень знаходиться в крайньому верхньому положенні, шток 11 клапана видачі продукції переміщається донизу, виштовхуючи при цьому залишки продукції з насадки 12. На основі результатів проведених аналітичних досліджень, було отримано емпіричну формулу для визначення коефіцієнту витрат в інтервалі $Re=1 \cdot 10^2 \dots 1,5 \cdot 10^5$ для циліндричних насадок за умови $l/d=2 \dots 5$,

де l – довжина насадки, м; d – діаметр насад-ки, м.

Для витікання з коніч-них насадок, що схо-дяться (конфузор) має місце залежність,



1.
$$\mu = \frac{1}{1,23 + \frac{56}{Re} \cdot \frac{l}{d}}$$
 пристрій для продуктів

4.
$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \left(1 - \frac{l}{n}\right) + K_{n,p} \left(1 - \frac{l}{n}\right)^2}}$$

15.
$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \left(1 - \frac{l}{n}\right) + K_{n,p} \left(1 - \frac{l}{n}\right)^2}}$$

5.
$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \left(1 - \frac{l}{n}\right) + K_{n,p} \left(1 - \frac{l}{n}\right)^2}}$$

де $K_{п.р}$ – коефіцієнт поступового розширення, α – кут конусності, град; d – діаметр насадка в

вужькому перерізі, м.

Висновки. Таким чином знаючи елементарні об'єми, середні напори рідини, площі вихідного отвору насадок для рідини та час наповнення упаковки рідиною, за наведеною методикою можна визначити коефіцієнт витрат μ пристроїв фасування рідкої продукції.

5. Перспективи використання мембранних технологій у виробництві цукру

Данило Мельнічук, Валерій Мирончук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогодні промислове застосування мембранних процесів в цукровій галузі не знайшло бажаного використання. Разом з тим, науковий пошук шляхів очищення та концентрування цукрових розчинів набуває все більшого розповсюдження.

Матеріали і методи. Перевагою мембранних процесів у виробництві цукру є те, що ці процеси відбуваються без фазового перетворення та здійснюються без додавання хімічних реагентів. Мембранні технології у цукровому виробництві мають перспективу застосування при очищенні дифузійного соку, при концентруванні очищеного соку замість випарювання, при підготовці води для живлення парогенераторів.

Результати. Мембранне розділення базується на властивості мембран мати різні розміри пор, через які відбувається процес розділення завдяки наявності осмотичного тиску. Аналіз наших та відомих досліджень показав, що відносно очищення дифузійного соку, необхідно використовувати ультрафільтрацію з попереднім видаленням взважених частинок мікрофільтрацією.

Дослідження мембранного концентрування очищеного соку показали, що доцільно концентрувати його до вмісту сухих речовин $CP = 38\%$ при селективності мембран по сухим речовинам 99% . Збільшення вмісту сухих речовин не доцільно в зв'язку зі значним зростанням в'язкості цукрового розчину. В даному випадку, можливе використання такого способу концентрування в комбінації з традиційним випаровуванням в багатокорпусній випарній установці, зважаючи на те, що в перших двох корпусах випарної установки досягається вміст сухих речовин в межах $CP = 30-33\%$. Цей напрям застосування мембранного розділення потребує додаткових наукових досліджень.

Стосовно використання очищення води для живлення парогенераторів ТЕЦ цукрового заводу, на сьогодні накопичено значний досвід зворотного-осмотичного оброблення живильної води на вітчизняних теплових електростанціях. В цьому випадку його переваги полягають в тому, що необхідна якість живильної води (прозорість, жорсткість, лужність, загальний солеміст та водневий показник рН) практично не потребує використання хімічних реагентів.

Висновки. Застосування мембранних технологій в цукровій галузі промисловості має значні перспективи.

Література.

1. Мирончук В.Г. Концентрування фільтрованого соку другої сатурації зворотним осмосом. / В.Г.Мирончук, Ю.Г.Змієвський // Перспективи розвитку цукрової промисловості України: тези доп. наук.-практ. конф., – К.: РВЦ НУХТ, 2017. – С.77-80.
2. Змієвський Ю.Г. Визначення продуктивності в процесі зворотного осмосу соку другої сатурації перед випарними апаратами. / Ю.Г.Змієвський, В.Г.Мирончук, А.О.Єршов // Удосконалення процесів і обладнання – запорука інноваційного розвитку харчової промисловості: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., – К.: РВЦ НУХТ, 2016. – С.246-247.
3. Hamachi M., Gupta B.B., Ben Aim R. Ultrafiltration: a means for decolorization of cane sugar solution // Separation and Purification Technology. – V. 30. – 2003. – P.229-/239.

6. Інтенсифікація процесу отримання сирного зерна шляхом модернізації сировиготовлювача серії «CVH»

Денис Лобанов, Валентин Олішевський, Євген Бабко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для розробки технології термокислотних сирів доцільним є збагачення їх молочнокислою мікрофлорою шляхом ферментації, що дасть можливість не лише підвищити біологічну цінність продукту, але й покращити його органолептичні показники та збільшити вихід сиру.

Матеріали і методи. Предметом дослідження є термокислотна сирна маса до та після збагачення молочнокислою мікрофлорою у вертикальних сировиготовлювачах. Використано бактеріальні препарати, що містять чисті культури молочнокислих бактерій виду *L.helveticus*, *L.acidophilus* *S.thermophilus* з високою енергією кислотоутворення та антагоністичною активністю до сторонньої мікрофлори. Реологічні показники сирів досліджували на універсальній тест-машині «SANS» серії СМТ згідно з відповідними методичними рекомендаціями. Органолептичну оцінку сирів проводили методом закритих і відкритих дегустацій методом описування.

Результати. Запропонована конструкція системи відбору сироватки сировиготовлювача дозволяє проводити інтенсивний її відбір самопливом, без застосування насосу. Регулювання вертикального положення забірної труби дозволяє проводити відбір сироватки без зупинки мішалок, що зменшує втрати сирного зерна і підвищує надійність роботи сировиготовлювача за рахунок виключення технологічних операцій осадження сирного зерна і подальшого дроблення пласту.

Встановлено, що зміна температури середовища ферментації від 10 до 20 °С збільшує величину граничного напруження зсуву від 2,7 до 2,78 Н/мм². Це пояснюється рівномірністю дифузійних процесів, що веде до підвищення масової частки вологи у продукті. Визначено залежність між консистенцією сирної маси під час процесу ферментації і величиною граничного напруження зсуву.

За результатами досліджень було визначено найбільш раціональні технологічні параметри процесу ферментації для сирної маси збагаченої молочнокислою мікрофлорою - температура середовища ферментації – 15 і 20 °С; - тривалість процесу ферментації – не менше 24 год; - титрована кислотність середовища ферментації – не нижче 120 °Т.

Висновки. Запропонована конструкція системи відбору сироватки сировиготовлювача дозволяє проводити інтенсивний її відбір самопливом, без застосування насосу. Визначено залежність між консистенцією сирної маси під час процесу ферментації і величиною граничного напруження зсуву.

Література

Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання : монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.

7. Модернізація пакувальної машини KHS KISTERS INNOPACK SP з досконаленням вузла подачі плівки

Владислав Сизонюк, Валентин Олішевський, Євген Бабко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Новітні пакувальні машини та потокові лінії повинні забезпечити безпеку харчової продукції завдяки виконанню гігієнічних вимог до їх конструкції та експлуатації. При цьому важливим є використання термоусадочної плівки для різних видів упаковки лотків (ПЕТ, картон).

Матеріали та методи. Предметом дослідження є механічний стан машини **KHS KISTERS INNOPACK SP** пакування в термоусадочну полімерну плівку лотків з харчовими продуктами. Методом досліджень є проведення чисельного моделювання. Аналіз модернізованої конструкції вузла подачі плівки виконано з використанням програмних продуктів ANSYS Workbench.

Результати та обговорення. На базі підборки патентної інформації, які мають відношення до машини, зроблені висновки, що найбільш доцільним для модернізації є вузол подачі плівки. Модернізація вузла проводилась на діючій пакувальній машині. Розроблено твердотільні та числові моделі вузла подачі плівки з використанням CAD-системи Solidworks. Розрахували та виготовили додатковий пристрій для встановлення рулону з плівкою на машину. Замінили тарілчасті шайби на пружинах відповідної жорсткості, що в прижимних гвинтах. Це надало можливість рівномірно натягувати плівку під ножем в ширших межах її товщини, і полегшить налагодження величини притискання.

В результаті запропонованої модернізації одержано можливість встановлення рулону з плівкою в потрібне положення, що значно зменшує час простою машини при його заміні та полегшує роботу оператора, покращує загальну технічну культуру виробництва через зменшення впливу людського фактору. Також дана модернізація усуває можливість виникнення бракованої продукції, завдяки цьому підвищується продуктивність роботи даного механізму, а також розширюється сфера можливого застосування для пакування у термоусадочкову полімерну плівку різноманітних видів продукції.

Висновок. Здійснено та підставі патентно-літературного пошуку обґрунтування модернізації вузла подачі плівки, що забезпечує підвищення продуктивності машини та якість пакування. Розроблено твердотільні та числові моделі вузла подачі плівки з використанням CAD-системи Solidworks.

Література.

1. Гавва О. М. Пакувальні машини [Електронний ресурс] / О. М. Гавва, Н. В. Кулик // Упаковка. - 2019. - № 1. - С. 50-55.
2. Kryvoplias-Volodina L. Investigation of ejection process in mechatronic functional modules of packaging machines [Електронний ресурс] / L. Kryvoplias-Volodina, O. Gavva, T. Hnativ, K. Rivna // Ukrainian food journal. - 2019. - Vol. 8, Issue 3. - С. 620-633.

8. Округлення тістових заготовок під час виробництва хлібобулочних виробів

Алюшкін Владислав, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оброблення тіста охоплює низку операцій по виготовленню тістових заготовок заданої маси, форми, а також розпушення їх перед випіканням. При виготовленні виробів з пшеничного сортового борошна оброблення включає: поділ тіста на шматки, округлення цих шматків, попереднє вистоювання, надання їм певної форми.

Матеріали і методи. Розглядалися конструктивні рішення для різного виду оброблюваної сировини через її різні фізико-механічні властивості. Так, вироби з борошна пшеничного дають змогу виконати більш жорстке і інтенсивне округлення та формування, і навіть потребують цього, в порівнянні з виробами з житньо-пшеничної суміші борошна. Забезпечується це в основному округлювачами конусного типу.

Результати. Цільовий досліджуваний технологічний процес – округлювання тіста, що використовується при виробництві хлібно-харчової продукції з метою надання дозованому борошняному виробу округлої форми у відповідності до вимог. Під час операції округлення внаслідок деформації тістової заготовки відбуваються зміни фізико-механічні властивостей її структури, поверхневий шар заготовки ущільнюється. Внаслідок подрібнення пор, під час механічної обробки, утворюється рівномірна мікропориста структура. Вона, а також тонка плівка, що утворюється на заготовці при обробленні, добре утримують газоподібні сполуки на наступних етапах технологічного процесу, сприяють одержанню хліба з гарним об'ємом, світлішою м'якушкою, тонкостінною, рівномірною пористістю. На якість округлення впливає вологість тіста, зазор між конічною чашею і спіраллю. Операція округлення виконується на тістоокруглювальних машинах з несучим органом, що обертається, і нерухою поверхнею тертя. Це циліндричні (рис. 1а), парасолькоподібні (рис. 1б) або чашоподібні (рис. 1в) машини з нерухою спіраллю. Використовується також машини з несучим органом, що рухається прямолінійно (рис. 1г), і нерухою або рухою поверхнею тертя (рис. 1д, е).

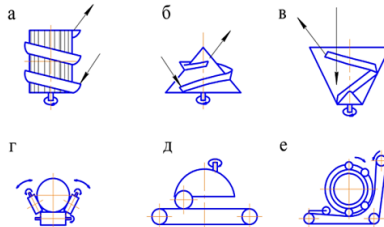


Рисунок 1 – Варіації конструктивного виконання тістоокруглюючих агрегатів

Висновки. За результатами аналітичного огляду встановлено, що існує ряд типових конструктивних рішень щодо виконання операції з округлення тіста. Процес округлення тістової заготовки є одним з найважливіших етапів виробництва, та впливає на якість продукту, тому цей процес потребує подальшого більш глибокого вивчення, та розробки нових прогресивніших машин для виконання даної операції.

Література.

- Оболкіна, В. І. Борошняні кондитерські вироби: технологія та устаткування [Текст] : Навчальний посібник / В. І. Оболкіна [та інш.]. – Київ : фірма «ІНКОС», 2021. – 350 с.
- Swackhamer, R. G. Processing equipment | Battering and Breeding Equipment [Web resource] / R. G. Swackhamer. – Encyclopedia of Meat Sciences. – 2019. – pp. 1073 – 1080.

9. Напрямки удосконалення роботи хмелевіддільвача на ПрАТ «Оболонь»

Зотько Дмитро, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливе значення в процесі приготування пива на ПрАТ «Оболонь» має хмелевіддільвач, що призначений для відділення хмелю від сусла. Конструкція даного апарату є значно простою і водночас ефективною.

Матеріали і методи. Об'єкт досліджень – шнековий хмелевіддільвача, предмет досліджень – робота хмелевіддільвача в процесі виготовлення пива. В процесі використовувався метод вивчення літературних джерел.

Результати. Для покращення роботи хмелевіддільвача ми пропонуємо удосконалити конструкцію шнекового хмелевіддільвача, що нині використовується при виробництві пива на ПрАТ «Оболонь». Дане рішення дасть змогу збільшити продуктивність хмелевіддільного апарату.

Зауважимо, що хмелевіддільник шнекового типу призначений для відділення хмелю від сусла (рис.1).

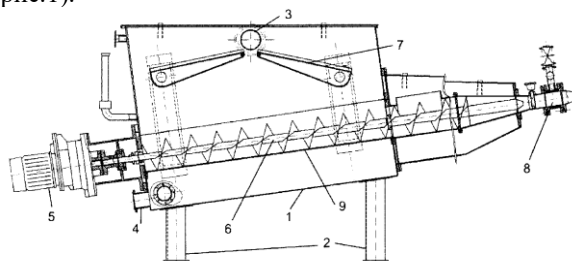


Рисунок 1 – Хмелевіддільний апарат:

1 – корпус; 2 – опори; 3 – патрубок надходження сусла; 4 – патрубок відводу сусла; 5 – електродвигун; 6 – шнек; 7 – сита; 8 – пристрій для видалення хмелю; 9 – сито у формі днища

Конструкція даного апарату є простою і водночас ефективною. Цей апарат у порівнянні з типовим має більшу продуктивність, що дозволяє відділити більше хмелю.

Для вдосконалення хмелевіддільника, необхідно: встановити основні неполадки апарату, що виникають під час його експлуатації та шляхи (напрямки) їх усунення; розробити заходи з охорони праці; провести модернізацію шнека; надати правила монтажу, експлуатації, діагности та ремонту даного обладнання.

Деталі обладнання, які контактують з продуктами харчування до складу яких входять різні органічні кислоти – виготовляють з корозійостійких сталей. Від правильного вибору конструкційних матеріалів деталей буде залежати висока якість харчових продуктів та термін експлуатації самого обладнання.

Висновки. Розглянули напрями удосконалення шнекового хмелевіддільвача з метою збільшення продуктивності. В результаті проведення удосконалення основна увага буде акцентована на збільшення продуктивності хмелевіддільного апарату.

Література.

1. Бойко О. О., Бевз В. В. Особливості технологічних процесів виробництва пива та етилового спирту. *Харчова промисловість*. 2011. Вип. 10–11. С. 226–229.

2. Дебой В. М. Інтеграційні процеси у світі у виробництві хмелю, хмелепродуктів, їх використання при пивоварінні та стан галузі в Україні. *Вісник ДАУ*. 2005. № 1 (14). С. 306–312.

10. Інтенсифікація процесу сушіння меланжу

Радіон Ковтун, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дослідження процесу сушіння меланжу показало, що оптимізація режимів сушіння та удосконалення конструкції сушарки є ефективними методами для підвищення ефективності процесу сушіння.

Матеріали та методи. Для дослідження була використана сушарка з пневматичним транспортером та датчики, які дозволили виміряти температуру та вологість повітря в різних точках сушарки.

Результати та обговорення. У процесі дослідження були встановлені оптимальні режими сушіння, що дозволило підвищити продуктивність сушарки та знизити витрати енергії. Також було встановлено, що удосконалення конструкції сушарки дозволить підвищити ефективність процесу сушіння та знизити час, необхідний для сушіння меланжу.

Під час дослідження було проведено експериментальне вивчення процесу сушіння меланжу з використанням удосконаленої конструкції сушарки та оптимізованих режимів сушіння.

В якості матеріалу для сушіння використовувався яєчний порошок, який було попередньо змішано із розчином лимонної кислоти та води. Сушіння проводилося в удосконаленій сушарці з вентилятором, яка дозволяла рівномірно розподіляти повітря по всій поверхні матеріалу. Також були оптимізовані режими сушіння, включаючи температуру, швидкість повітря та час сушіння[1].

Проведене дослідження показало, що використання удосконаленої конструкції сушарки та оптимізованих режимів сушіння дозволяє зменшити час сушіння меланжу на 20% та збільшити продуктивність сушарки на 30%, порівняно зі стандартними методами сушіння[2].

Отримані результати свідчать про ефективність використання удосконаленої конструкції сушарки та оптимізованих режимів сушіння для інтенсифікації процесу сушіння меланжу. Результати дослідження можуть бути корисними для підприємств, які займаються виробництвом яєчного порошку та інших продуктів на його основі[3].

Висновки. Оптимізація режимів сушіння та удосконалення конструкції сушарки є ефективними методами для інтенсифікації процесу сушіння меланжу. Результати дослідження підтверджують, що ці заходи дозволяють знизити витрати енергії та збільшити продуктивність сушарки і є важливими для підприємств харчових виробництв та інших галузей, де використовується сушення продуктів.

Література.

1. Kadam, S. U., & Salunkhe, D. K. (2019). Handbook of food powders: processes and properties. Woodhead Publishing.
2. Bhattacharya, A., & Shukla, P. (2019). Production, processing and preservation of eggs and egg products. CRC Press.
- Mujumdar, A. S. (Ed.). (2019). Handbook of Industrial Drying. CRC Press.

11. Очищення води на підприємствах харчових виробництв

Дарія Маківська, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Очищення води є одним із важливих етапів на промисловому підприємстві. Адже, саме вода є основною або допоміжною сировиною у переважній більшості технологічних процесів виробництва харчової продукції.

Матеріали і методи. На підприємствах харчових виробництв використовуються різні методи очищення води. Один з таких методів – очищення зворотнім осмосом.

Результати. Встановлено, що одним із методів очищення води є зворотній осмос. Суть якого полягає в наступному: вода при певному тиску проходить через напівпроникну мембрану з більш концентрованого в менш концентрований розчин, тобто у зворотному для осмосу напрямку.

Основними робочими елементами установки зворотного осмосу є:

1. Насос високого тиску. Для зниження енерговитрат зазвичай використовують частотний перетворювач, що дозволяє підтримувати у системі сталий рівень тиску.

2. Механічний мультипатронний фільтр тонкого очищення. Технологія роботи цього пристрою полягає в тому, що вода піддається тонкошаровому фільтруванню через високопористий матеріал. Часто елементи розташовуються таким чином, щоб пори їх зменшувалися в міру руху води до вихідного отвору.

3. Коректор рН. Низький та високий показник кислотності рідкого середовища згубний для обладнання, він також вносить свої корективи в якість очищення.

4. Модулі з мембранами. Залежно від якості вихідної води та специфіки виробництва, система зворотного осмосу може мати 1-2 і більше напірних корпусів, в яких розміщуються фільтруючі елементи.

5. Система промивання мембран. У процесі промивання (регенерації) видаляє всі забруднення котрі залишилися на перегородці в процесі роботи та змиває їх у дренаж.

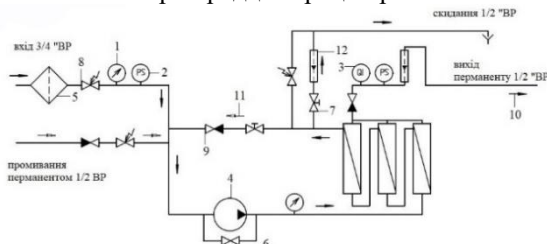


Рисунок 1 – Установа зворотного осмосу:

1 – манометр; 2 – датчик тиску; 3 – датчик солесмісту; 4 – насос; 5 – фільтр; 6 – вентиль; 7 – вентиль регульований; 8 – електроклапан; 9 – зворотній клапан; 10 – напрямок потоку (осн.); 11 – напрямок потоку (доп.); 12 – ротаметр

Висновки. Обладнання зворотного осмосу є сучасним методом очищення води та має суттєві переваги над іншими методами, а його удосконалення і модифікації дозволять покращити процес очищення води.

Література.

1. Використання зворотного осмосу та нанофільтрації в очищенні стічних вод від фосфатів / О.О. Семінська, Д.Д. Кучерук, М.М. Балакіна, В.В. Гончарук // Доповіді Національної академії наук України. – 2015. – № 7. – С. 150-156.

2. Застосування методу зворотного осмосу для доочистки питної води/ М.В. Кравченко, О.С. Волошка, Л.О. Василенко // Доповіді Національної академії наук України. –2021. – №4(40) – С.32-46

12. Модернізація сушильної установки для сушіння вижимок із яблук

Фузик Єгор, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості виникає дуже велика проблема з утилізацією вижимок. Їх використовують переважно як корм для тварин, а також виробництва порошку. Проте часто постають проблеми з їх своєчасним вивезенням. Під час тривалого зберігання вони загнивають і забруднюють довкілля.

Матеріали і методи. Забезпечення тривалого зберігання вижимок забезпечується сушінням їх до оптимальних параметрів вологості. Обладнанням для забезпечення процесу сушіння є барабанні сушильні установки.

Результати. Відомий спосіб виробництва яблучного порошку з вижимок, полягає в тому, що вижимки, отримані після відділення соку на соковижимному пресі направляють на шнековий апарат, в якому вони перемішуються і додатково подрібнюються. Після цього подрібнена маса направляється в сушильну установку, де частки вижимок висушуються гарячим повітрям.

На сьогоднішній день в Україні щорічно переробляють понад 500 тис. тон яблук в соковмісні напої, з них буде утворено близько 150 тис. тон вижимок з вмістом пектину 1-2%. При оцінці можливості використання вижимок беруться до уваги два основних аспекти. По-перше, вижимки – це швидкопсувний продукт з легкої та пухкої консистенції, з неприємним запахом при розкладанні, а сьогодні він може становити загрозу забруднення навколишнього середовища. По-друге, яблучні вижимки – цінна сировина для виробництва пектину. Досліджено, що при виробництві яблучного соку відходи у вигляді вижимок становлять 20-30%.

В даний час пектинові речовини отримують із сушених яблучних вижимок шляхом кислотного гідролізу. Використання цих технологій дозволяє видаляти пектинові речовини, що містяться в міжклітинних просторах рослинної тканини, не зачіпаючи протопектину проміжних пластинок.

Для забезпечення якісного висушування вижимок із яблук, передбачається модернізація барабанної сушильної установки, що полягає в удосконаленні привода та транспортної системи, з метою підвищення продуктивності і якості висушених вижимок з яблук. Сушильна установка представляє собою горизонтальний циліндр, який обертається на двох наборах бігових роликів. Віджаті вижимки подаються в барабан через загрузочний лоток на спіральні обвідні лопатки в передній частині барабана сушки, а внаслідок обертаючого руху барабана переміщуються і попадають між хрестоподібними лопатками. Волога, яка міститься в вижимках, при контакті з теплоносієм, перетворюється у водяну пару, вижимки висушуються при цьому не втрачаючи (що дуже важливо) поживних речовин.

Висновки. В результаті модернізації сушильної установки забезпечується якісне висушування вижимок, температуру сушильного агента, який виходить в атмосферу, можливо знизити до 80 °С, так як при більш низькій температурі можлива конденсація з вологих та гарячих вижимок.

Література.

1. Механізація переробки і зберігання плодовоовочевої продукції : Навч. Посібник. / О.В. Дацишин – К.: Мета, 2003. – 288с.
2. Синенко Т. П. Отримання сухих солодких виноградних вичавок [Електронний ресурс] / Т. П. Синенко, Н. Е. Фролова // Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IX International scientific and practical internet conference. – Prague : Oktan-Print s.r.o., 2020. – P. 146-147.

13. Оптимізація процесу розпилювального сушіння шляхом аеродинамічного аналізу та модифікації конструкції.

Валентин Туфекчі, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес розпилювального сушіння широко використовується в багатьох галузях промисловості для отримання порошків з рідин. Однак цей процес можна вдосконалити шляхом оптимізації аеродинаміки та конструкції розпилювального комплексу. Метою цього дослідження є вивчення впливу аеродинамічного аналізу та модифікації конструкції на оптимізацію процесу розпилювального сушіння.

Матеріали і методи. Для забезпечення точності CFD-симуляцій були зібрані експериментальні дані для перевірки результатів моделювання. Матеріали, використані в дослідженні, включали розпилювальну сушарку, розпилювальний диск та програмний пакет для обчислювальної гідродинаміки. Розпилювальний комплекс було модифіковано шляхом зміни конфігурації повітророзподільного пристрою, зміни кута розпилення та регулювання швидкості потоку рідини. Розміри системи були визначені, виходячи з необхідних умов експлуатації та швидкості потоку рідини. CFD моделювання проводилося за допомогою програмного забезпечення ANSYS Fluent академічної версії, а моделі турбулентності і граничні умови були ретельно підібрані для точного відображення поведінки потоку рідини. Дані, отримані в результаті експериментів, були проаналізовані за допомогою статистичних методів для визначення ефективності оптимізованої конструкції.

Результати. Результати цього дослідження показали, що аеродинамічний аналіз і модифікація конструкції значно покращили процес розпилювального сушіння. Оптимізована система досягла більш високої якості порошку і знизила споживання енергії в порівнянні з оригінальною системою. Моделювання CFD також показало, що модифікована конструкція збільшила швидкість і рівномірність розпилення крапель, що призвело до більш ефективного процесу сушіння.

Висновки. Результати цього дослідження демонструють важливість оптимізації аеродинаміки і конструкції розпилювального комплексу в процесі розпилювального сушіння. Використання CFD моделювання та модифікація конструкції може призвести до значного покращення ефективності та енергоспоживання процесу. Результати цього дослідження можуть бути застосовані для проектування та експлуатації систем розпилювального сушіння промислового масштабу, що призведе до більш стійких та економічно ефективних виробничих процесів.

Література

1. P. Worth Longest, D. Farkas, Amr Hassan, and M. Hindle, Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulations of Spray Drying: Linking Drying Parameters with Experimental Aerosolization Performance, Author manuscript; Published online 2020 May 21. doi: 10.1007/s11095-020-02806-Y
 2. ANSYS FLUENT, Help System, ANSYS FLUENT Theory Guide, Release 2021R1, ANSYS, Inc., USA, 2020.
- R. Aoyama, Y. Kitamura, K. Yamazaki, Experimental Analysis of Spraying and Drying Characteristics in Vacuum Spray Dryer, Japan Journal of Food Engineering, July 2021

14. Модернізації механізації та автоматизації в хлібопекарській промисловості

Микола Стрикун, Валентин Олішевський, Євген Бабко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хлібопекарська промисловість виходить на новий рівень виробництва, що спрямований на його автоматизацію та модернізацію. Це допоможе звільнити людину від участі у самому процесі підприємства.

Матеріали і методи. Механізація основних виробництв ускладнена тим, що вітчизняне машинобудування не має складних механізованих технологічних ліній для безперервного виробництва хліба, макаронних і кондитерських виробів. Тому частина існуючої виробничої лінії комплектується зрізних машинами та обладнанням. Метою дослідження є визначити рівень механізації та автоматизації хлібопекарських підприємств України.

Результати. Україна з кожним роком все більше розвиває та автоматизує свої підприємства. А хліб є основним продуктом вжитку кожного українця, тому важливою потребою є задовільнити потребу споживача у якісній продукції за прийнятною ціною. На сьогодні, більшість хлібозаводів нашої країни потребують проведення реконструкції та заміни устаткування на більш сучасне. Велика частина хлібопекарського ринку належить до приватних підприємств різні інтеграційні структури. Лідери ринку, такі як ПАТ «Хліб Києва» (17% вітчизняного ринку), ВАТ «Коровай» (4%), ВАТ «Одеський коровай» (3%), лідер ринку столиці та області що займає 90% та 14 % національного ринку ПАТ «Київ хліб». У країні спостерігається погане фінансування учасників ринку. За даними офіційної статистики, виробництво хліба та хлібобулочних виробів в Україні має стійку тенденцію до зниження. Останнім часом стрімко розвивається вітчизняний ринок хлібобулочних напівфабрикатів. Практично всі великі виробники українського класичного хліба розвиваються в «замороженій» секції. Підвищення рівня механізації і автоматизації в хлібопекарській промисловості часто пов'язане з необхідністю спеціалізації виробництва і більш-менш жорсткої фіксації, послідовності і ритму виробничих операцій. Тому на пекарні впроваджено дві виробничі лінії: комплексні механізовані та автоматизовані поточкові лінії призначені для випуску основних видів масової продукції, в тому числі хліба, батонів і булочок різної форми. Виробництво цих видів продукції становить близько 70...80% від загального виробництва хлібобулочних виробів. Сучасні хлібопекарські печі - це повністю автоматизовані об'єкти, де всі операції виконуються без участі людини, а оператор лише задає на початку випічки необхідні параметри і стежить за справністю апаратури. Автоматичні системи управління хлібопекарськими печами здійснюють безперервний контроль і точне регулювання параметрів печі, таких як температура в пекарній камері, тяга в топці, а також швидкість руху стрічкового конвеєра крізь піч, що забезпечує високу якість продукції, що випускається. Важливу роль грає також висока безпека експлуатації печі, особливо це торкається печення працюючої на газі, адже в більшості нещасних випадків на виробництві головну роль грає людський чинник.

Відвідавши підприємство «Київ хліб», був приємно вражений рівнем їх автоматизації, що починається з подачі борошна і закінчується готовим виробом. Але, на жаль, не всі підприємства мають фінансове забезпечення для таких модернізацій. Аналізуючи підприємства, більшість малих хлібопекарень та підприємствне готові до автоматизації, а от хлібозаводи все більше переходять на новітні технології.

Висновок. Така автоматизація допоможе багатьом займати високі конкурентні позиції на хлібопекарському ринку. Рівень автоматизації підприємств є високим серед великих підприємств та малим серед малих.

15. Удосконалення системи подачі сушильного агенту в сушильній установці СРЦ

Сергій Кочергін, Святослав Лементар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним з недоліків розпилювальних сушильних установок, які використовуються для сушіння різних харчових продуктів є можливість налипання недосушеного продукту на стінках сушильних камер. Існують різні технічні рішення цієї проблеми, одним з яких є удосконалення системи подачі сушильного агенту (гарячого повітря).

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень є сушильна установка СРЦ, предметом досліджень – вплив конструкції системи подачі сушильного агенту в цій установці на якість продукту. В процесі дослідження використовувався метод вивчення літературних джерел та аналізу існуючих технічних рішень.

Результати. Запропоновано модернізацію конструкції сушильної установки СРЦ, в якій реалізовано додаткове підведення повітря через чотири тангенційно розміщені підвідні патрубки в циліндричній частині корпусу установки (Рис.1). За рахунок цього мінімізується ймовірність налипання продукту на стінки сушарки та з'являється можливість додаткового регулювання процесом сушіння в залежності від зміни характеристик вхідного матеріалу, що в сукупності приводить до підвищення ефективності виробництва та якості продукту.

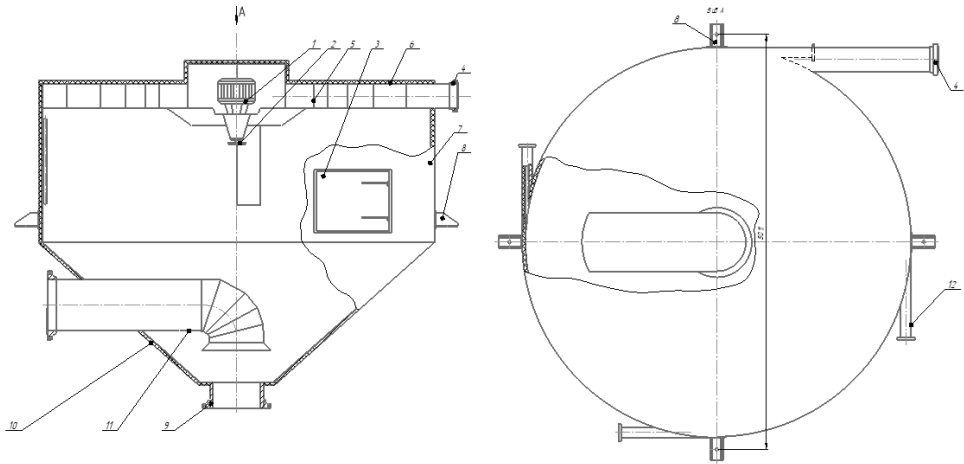


Рис.1. Загальний вигляд модернізованої сушильної установки СРЦ

- 1 – привід; 2 – розпилювальний диск; 3 – люк; 4,12 – патрубки підведення сушильного агенту; 5 – розподільник сушильного агенту; 6 – кришка;
7 – циліндричний корпус; 8 – опора; 9 – патрубок відведення висушеного продукту;
10 – кінцеве днище; 11 – патрубок відведення сушильного агенту.

Висновки. Проаналізовано сучасні технічні рішення, вибрано найбільш перспективні, виконано проектування адаптованої до конструкції даної сушильної установки удосконаленої системи подачі сушильного агенту. Для подальших досліджень рекомендується провести CFD (Computational Fluid Dynamic) моделювання роботи модернізованої установки.

16. Дослідження способів отримання та сушіння харчового казеїну

Кирило Зозуля, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Харчовий казеїн використовується на молочних, м'ясних і кондитерських підприємствах як білковий наповнювач, що поліпшує якість готового продукту. У харчових цілях він зазвичай переробляється в казеїнати натрію, калію та кальцію.

Матеріали і методи. Обґрунтовано можливість одержання сухого казеїну з високими показниками якості способом сушіння в завислому шарі, в нерухомому шарі та під вакуумом з інфрачервоним нагріванням. Об'єктом дослідження є знежирене молоко. Сушіння різними способами, враховуючи температурні режими, а також проведення порівняльної характеристики якісних показників для отримання продукту підвищеної якості.

Результати. Казеїн – теплочутливий білок, тому навіть при невеликій тепловій дії він здатен денатурувати, потемніти і обплавитись. Головним недоліком казеїну є чутливість при дії на нього високих температур. Потемніння, що зумовлене хімічною дією амінокислот казеїну з молочним цукром, а також денатурацією білку, призводить до зменшення розчинності. Для збільшення продуктивності сушарки і забезпечення якості продукту, потрібно зменшити тривалість перебування продукту в зоні високої температури.

Оптимальним методом сушіння для такого молочнобілкового продукту, як казеїн, до якості якого пред'являються високі вимоги, є спосіб сушіння в завислому шарі. У літературних джерелах є незначна інформація щодо сушіння казеїну у вакуумній сушарці та щодо сушіння казеїну в нерухомому шарі. Під час сушіння в завислому шарі частинки матеріалу перебувають у стані безперервного руху й перемішування, досягається турбулізація граничного шару випаровуваної вологи, максимальна поверхня випаровування, рівномірність тепло- і масообміну, можливість застосування підвищених температур сушильного агента. Завдяки цьому значно скорочується тривалість сушіння. Крім того, сумарний вплив підвищених температур сушильного агента й тривалості процесу сушіння дозволяє одержати продукти високої якості.

Однак у всіх випадках під час вибору способу сушіння треба керуватися такими принципами: 1) зниження вартості сушіння, тобто зменшення енергетичних витрат, витрат на обслуговування й ремонт; 2) повну безпеку процесу; 3) високу продуктивність сушильної установки; 4) забезпечення технологічності процесів; 5) облік факторів щодо організації руху матеріалу, який висушується та теплоносія в системі; 6) одержання продукту із заданими властивостями, що визначають умови подальшого застосування й зберігання.

Мінімізація витрат на сушіння означає зменшення енерговитрат та ефективне використання енергії. Це пов'язано з досягненням мінімально можливої вологості матеріалу до сушіння із застосуванням максимально можливої температури сушильного агента та максимальних температурних перепадів у сушильних апаратах.

Висновки. Найбільш ефективним способом сушіння казеїну є сушіння в завислому шарі, що відповідає всім основним вимогам, пропонуваним до сушильних установок.

Література

1. Shantanu Agarwal, Роберт LW Beausire, Сося Патель, Хасмух Патель. Инновационное использование концентратов молочных белков в разработке продуктов. Food Science. 2015. С. 23–29.

Gürkan Uçar. Abdullah Badem Production of caseins and their usages. Journal of Food Science and Nutrition. Volume 2; Issue 1. 2017. P. 04–09.

17. Модернізація машини для виготовлення сигарет Protos 80E

Василь Клименко, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом тютюнова галузь інтенсивно розвивається, адже її продуктів потребують все більше людей. Важливим питанням для виготовлення сигарет є їх якість, а також зовнішній вигляд.

Матеріали і методи. Модернізацією машини для виготовлення сигарет Protos 80E передбачено розроблення та встановлення сигаретного транспортера, що дасть змогу збільшити продуктивність обладнання, зменшити кількість бракованих сигарет та полегшити роботу персоналу технологічної лінії.

Результати. При транспортуванні з сигаретної машини до пакувальної часто сигарети зминаються, псується їх зовнішній вигляд. Тому через це велика кількість відбраковується на пакувальній машині. Після розроблення та установки цього транспортеру підвищиться кількість та якість продукції, її зовнішній вигляд та зменшаться витрати ресурсів.

На додачу до розробленого транспортера буде встановлено механічні та оптичні датчики, за допомогою яких автоматично контролюватиметься рівень шару сигарет на транспортері. Це дасть змогу автоматично регулювати швидкість сигаретної та пакувальної ліній. У результаті модернізації сигарети будуть подаватися безперервно та рівномірно на пакувальну лінію.



Рис. 1. Машина для виготовлення сигарет Protos 80E

Висновок. Провівши аналіз конструкції машини Protos 80E, встановлено напрямки удосконалення її конструкції, що дозволить підвищити її продуктивність, покращити якість продукції та полегшити роботу операторів технологічної лінії.

18. Сучасне центрування транспортної системи та приводів екстракторів

Антон Тимошенко, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для надійної роботи дифузійних установок і апаратів потрібно регулярно проводити комплексну діагностику технічного стану цього обладнання. Це дає впевненість що дане обладнання буде стабільно та надійно працювати протягом всього виробничого сезону.

Матеріали і методи. Нами розроблена, апробована і практично реалізована центровка валів шнеків та приводів похилих дифузійних апаратів новим методом за допомогою спеціального пристрою на основі лазерного нівеліру. Центрування транспортної системи проводять з метою виявлення наявних неспіввісностей опорних підшипників в корпусі апарату відносно їх загальних осей. Загальною віссю вважаємо вісь, яка проходить через центри верхнього і нижнього

Результати. Співвісність трубовалів може порушитись в результаті неправильної установки при проведенні ремонтних робіт або заміни виносних та проміжних підшипників ковзання транспортної системи. Як наслідок відбувається постійне протікання дифузійного соку через сальникові ущільнення, що призводить до прискореного зношення поверхонь тертя підшипників та збільшення зазорів. Вся транспортна система працює як колінчатий вал, а це часто призводить до різкого зростання навантажень на приводи і до серйозних аварій. Відсутність центрування приводів тягне за собою швидке зношення ланцюгів та зірочок, тому потребує значної уваги.

Якісне проведення центрування довгих валів дифузійних апаратів потребує спеціальних навичок та умінь. Відома трудомістка і не досить точна методика проведення центрування за допомогою натягнутої сталльної струни в апаратах нахиленого типу дає збільшені похибки через установку валів під кутом до горизонталі.

За новим розробленим методом лазерний нівелір закріплюють на верхньому приводному валу за допомогою спеціального кронштейну. Напрямок променя лазера відносно осей визначають спеціальною проградуєваною мішенню. Координати кожного проміжного підшипника визначають по шкалі мішені, яку встановлюють на кожен фланець транспортної системи дифузійного апарату (рис. 1).

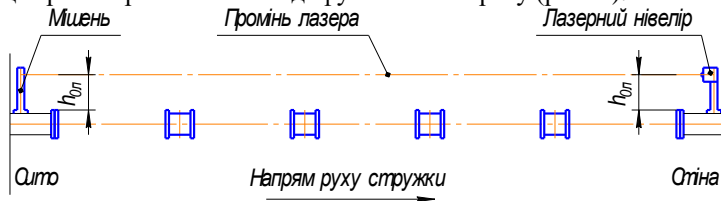


Рис. 1. Схема установки променя лазера над шнеками

Цей метод безпечний, його можна застосовувати при змонтованій транспортній системі без демонтажу, а також проведення додаткових газозварювальних робіт. Центрування новим методом проводиться набагато швидше, точніше і з меншими затратами. Даний метод центровки багаторазово успішно апробовано на цукрових заводах України та за кордоном.

Висновок. В результаті аналізу роботи дифузійних установок і апаратів пропонується новий підхід до проведення центрування валів шнеків транспортної системи та приводних станцій похилих дифузійних апаратів.

19. Апроксимація поверхонь

Марина Сторожук, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Існує чимало поверхонь, які зручно задавати дискретною (кінцевою) безліччю ліній рівня, що утворюють каркас цих поверхонь. Такі поверхні називають каркасними (графічними чи топографічними). Зазвичай каркасним відносять складні поверхні, закон освіти яких важко сформулювати.

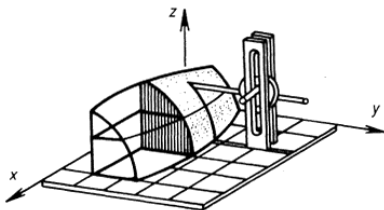


Рис. 1.

Матеріали і методи. Часто доводиться будувати кресленик каркасу поверхні, маючи матеріальну модель поверхні. В цьому випадку на моделі розмічають лінії каркасу за допомогою розмічувальних інструментів і потім заміряють координати точок на цих лініях за допомогою рейсмусів (рис. 1). Каркасна поверхня задає однозначно ті точки, які належать лініям каркаса; інші точки будуються приблизно.

Розробка теоретичного кресленика поверхні передбачає встановлення закономірностей зміни параметрів, що визначають поверхню, та подачу цих закономірностей на кресленику або у вигляді відповідних ключів побудови поверхні, або у вигляді графіків параметрів, або у вигляді розрахункових формул та таблиць. Теоретичний кресленик повинен забезпечити можливість визначення будь-якої точки поверхні, будь-якої лінії, можливість побудови будь-якого перерізу поверхні. Криві, зняті з зразка поверхні, у загальному випадку слід вважати незакономірними. Однак із високим ступенем збігу їх можна замінити закономірними кривими. Цей процес називається апроксимацією. Для апроксимації найбільш широко застосовуються криві другого порядку: еліпс, парабола, гіпербола, коло та пряма.

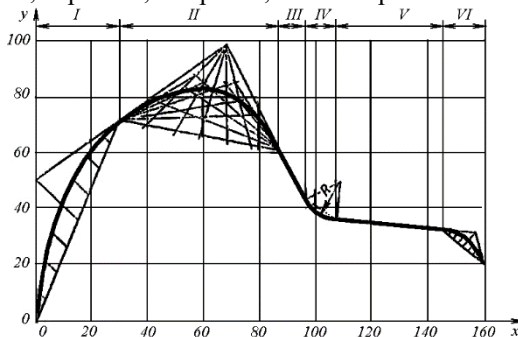


Рис. 2.

Висновок. Після побудови апроксимованих кривих (рис. 2) аналізують відхилення точок на ділянках побудованої кривої щодо вихідної. Якщо відхилення не перевищують заданих умов, приймають обраний варіант поділу кривої на ділянки. В іншому випадку, щоб отримати менші відхилення, змінюють значення дискримінанта або криву розбивають на більш короткі ділянки.

20. Трьохступеневий карбонізатор цукрового соку

Іван Тимченко, Віталій Пономаренко, Андрій Слюсенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Недостатньо ефективна робота відомих карбонізаторів не дозволяє досягти високої якості очищення цукрових соків та високого коефіцієнта використання вуглекислого газу, тому виникає потреба в створенні більш досконалого обладнання.

Матеріали і методи. При виконанні роботи були використані теоретичні методи досліджень – аналіз і підсумовування інформації з тематичної літератури.

Результати. Пропонується модернізація карбонізатора шляхом інтеграції в його конструкцію циклонного розділювача фаз з ежекторами.

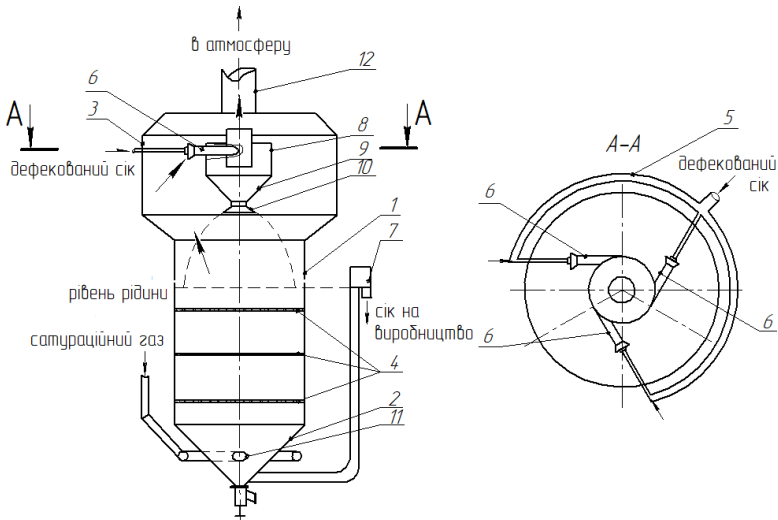


Рис. 1. Загальний вигляд модернізованого карбонізатора

1 – корпус; 2 – конічне днище; 3 – розширена верхня частина; 4 – розподільчі решітки; 5 – колектор підводу соку; 6 – ежектори; 7 – переливний ящик; 8 – циклонний розділювач фаз; 9 – конічна частина циклона; 10 – конічний насадок; 11 – патрубки підведення сатураційного газу; 12 – труба виходу відпрацьованого газу

В модернізованому карбонізаторі послідовна абсорбція вуглекислого газу лужним цукровим розчином спочатку в барботажному режимі, потім в надсоковому просторі сатуратора після циклонного розділювача фаз і інтенсивному ежекторі дозволяє збільшити використання CO_2 .

З надсокового простору карбонізатора краплі рідини потрапляють в барботажную частину. Утворення нових зародків кристалізації не відбувається, а утворені і закріплені кристали продовжують поступово рости з одночасною адсорбцією нецукрів. Завдяки цьому проходить більш повне очищення цукрового розчину від нецукрів, що дозволяє додатково отримати кристалічний цукор пісок.

Висновки. Під час проведення дослідження було виявлено, що головні недоліки у апаратів карбонізації – це недостатня якість очищення цукрового розчину і низький коефіцієнт використання вуглекислого газу. Запропоноване технічне рішення забезпечує підвищення зазначених показників.

21. **Методика дослідження гідродинаміки утфелю у вакуум-апараті із додатково встановленою системою розподілення водяної пари**

Олександр Постойко, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день в зв'язку із скрутним становищем в енергетичній сфері нашої держави постає питання у використанні енергоресурсів якомога більш ефективному та економічному. Цукрова промисловість в Україні одна з таких галузей, яка також потребує створення новітніх наукових підходів та вирішення завдань для підвищення енергоефективності виробництва кристалічного цукру. Тому на рівні державних програм важливим є подальші наукові дослідження у галузі кристалізації сахарози.

Матеріали та методи. У виробництві цукру найбільш енергозатратним є продуктове відділення. Передбачається розглянути модернізацію вакуум-апарата шляхом встановлення розподільчого пристрою водяної пари у нагрівній камері під час уварювання цукрового утфелю.

Розроблена методика проведення досліджень гідродинаміки утфелю в базовому та модернізованому апараті. Вона включає в себе представлення всіх гідродинамічних характеристик розподілу водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата. Дослідження проводиться за допомогою наявних програмних комплексів по дослідженню гідродинаміки утфелю при розподіленні водяної пари у модернізованому та в базовому виконанні нагрівної камери вакуум-апарата.

З цією метою створено 3D-моделі вакуум-апарата у базовому виконанні та із встановленням системи розподілення водяної пари у нагрівній камері. Для кожного зазначеного випадку із метою подальшого використання у програмних комплексах для проведення досліджень з різними зонами визначення гідродинамічних характеристик. Проведення досліджень та визначення основних гідродинамічних характеристик у базовому та модернізованому вакуум-апараті планується провести за допомогою сучасних чисельних методів та САД-систем.

Результати. Розроблено методику проведення досліджень впливу розподілу водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата на процес теплообміну у вакуум-апараті при уварюванні цукрового утфелю. На даному етапі досліджень створено 3D-моделі, які будуть використані для подальшого розрахунку гідродинамічних характеристик водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата для базового та для модернізованого виконання.

Висновки. На даному етапі досліджень розробили методику проведення досліджень впливу розподілу водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата та створили 3D-моделі в САД-системі для базового та модернізованого вакуум-апарата.

Список літератури:

1. Кулинченко, В. Р. Промышленная кристаллизация сахаристых веществ: Монография / В.Р. Кулинченко, В.Г. Мирончук. – К.: НУПТ, 2012 – 426 с.

22. Improvement of the nanofiltration process for the extraction of dry milkweed

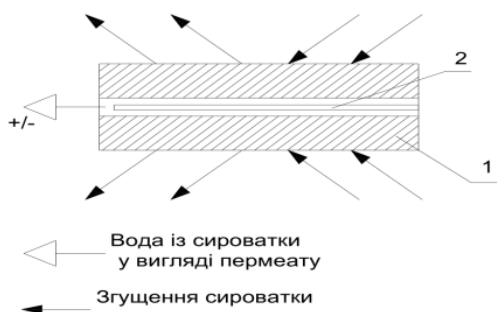
Andriy Bartoshak, Evhen Babko, Valentin Olishevskiy

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Intro. A follow-up was carried out in a model medium to improve the installation of nanofiltration for thickening the sulfuric acid, for improving the organoleptic characteristics of the product.

Materials and methods. Materials for this robotic installation of nanofiltration, Yaku have modeled

Results and discussion. One of the technological stages of preparation of dry milk syrup is thickening the product. Danish process to the required concentration for crystallization is carried out on a vacuum evaporation plant (VVU). How to condense sirowort at the VVU without intermediary from the sifter - tse є economically imperceptible. Therefore, I have given a scheme in front of the VVU, sometimes at dairy enterprises, to compose the property, so to speak, for cold thickening, at the sight of nanofiltration. Dane's possession, cheaper product, even if steam is used for VVU, it changes in trich for the fluctuation of the fact that the product comes from dry speech 18 - 20% by brixmeter to thicken the steam. Denmark pidhid having changed the vitreous steam to a thickened, proteolytic product of the final product, at the same time it is left without change. Therefore, at the current stage, the replacement of the installation of vicorous nanoflotation will install the electro dialysis, for which the yoni salts are more often added from the milkweed, as they negatively add to the organoleptics of the final product, the product will be more demineralized at the end of the day. The installation of electro dialysis is a positive driving force in the sphere of preparation of dry dairy products, proteo in niy e to finish vagomia nedolik - the price of ionic membranes. In this master's work, further work was carried out in the model medium to improve the installation of nanofiltration with a path equipped with anodes and cathodes near the permeate intake zone for the development of the breaking force for the removal of salts from the product. That way, the development of the same electro dialysis only without the replacement of expensive ionic membranes, that way of an inexpensive refurbishment of the installation of nanofiltration on virobnitstv, is schematically depicted in small 1.



Small.1 Improved nanofilter

1-membrane filter at the outlet, 2 cathode, or an anode, on which a change strum is fed.

Conclusion. Completely modeled after this master's robots, they will give the opportunity to businesses to recycle dairy milk, to increase its demineralization, to improve the taste of the product, for the cost of small capitals, to deposit in the por_vnyann_zelvikrodირistannyam.

Literature:

Kostenko VI. Milk and beef production technology. Practicum K 71 [text]: education. manual / V. I. Kostenko-K. : "Center for educational literature", 2013

23. Study of the structural and mechanical properties of the Armenian pita bread dough in the AL-130 line in order to improve its quality

Oleksiy Brukva, Yevhen Babko, Valentin Olishevskiy
National University of Food Technologies

Introduction. Research on lavash is rare and it is quite difficult to find them in free access, not to mention their relevance with the rapid development of scientific achievements, it can be argued that this topic is relevant.

Materials and methods. The research material is the dough for making pita bread enriched with food additives. The research method is numerical simulation. Analysis of the functionality of various software showed that the most common program for studying the movement of liquids and gases is the ANSYS program with CFD modules. Therefore, it was used for numerical modeling.

Results and discussion. The temperature regime for baking each type of product has its own characteristics, which are also influenced by the type and baking properties of flour, the recipe of the dough, the duration of the final proofing, the density of loading the oven tray, its design, etc. The duration of baking products of the same variety not only in different ovens, but also in the same ovens can be different, which is explained by different thermal and humidification regimes, as well as to some extent a change in the quality of raw materials and dough. Numerical simulation studies were carried out using Autodesk CFD software. 4 scenarios were created and calculated, in which such parameters as: density were changed; thermal conductivity coefficient; heat capacity.

Research data show that a significant temperature difference between pita bread and the heated air of the oven causes intensive heat transfer at the extreme parts of the workpiece and therefore high temperature at the extreme points.

The average temperatures of the longitudinal and transverse sections have a difference of less than 1%. The biggest difference is at 5 s of the process, which emphasizes that the beginning of the process is the most intensive.

The course of the preparation process with the formulation to which gum was added occurs in the same way as with the control sample, with the difference that the temperature rises faster compared to the original formulation, on average, the temperature difference is 2.95°C. This indicates that it is necessary to adjust the temperature or the time of the workpiece in the furnace, that is, to increase the speed of movement of the workpiece.

The results obtained from the study of the longitudinal section of the blank to which the gum was added indicate that more uniform heating occurs. The results of baking the entire sample with the recipe to which wheat bran was added indicate that there are no significant differences in temperature during the process between the control sample and the one to which wheat bran is added, but the final temperature differs by 2.6 °C.

Conclusions The obtained results shed light on the difference in the pita bread baking process, between the original recipe and recipes made from wheat-oat flour and with the addition of additives such as wheat bran and gum. The need to adjust process parameters, such as temperature or time in the oven, is identified.

Literature.

1. Rosell, C.M., Santos, E., and Collar, C. 2010. Physical characterization of fiber-enriched bread doughs by dual mixing and temperature constraint using the Mixolab. *European Food Research Technology*, 231, 535–544.
2. Peressini, D. and Sensidoni, A. 2009. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. *Journal of Cereal Science*, 49, 190-201.

24. Technological innovations in the production of Coca-Cola: the secrets of its success

Vladislav Nedilko, Evhen Babko, Valentin Olishevskiy
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Coca-Cola is one of the most popular drinks in the world, which is produced by a large number of companies around the world. The production of this drink requires careful observance of certain technological processes that ensure stable quality and taste.

Materials and methods. One of the key stages in the production of Coca-Cola is the creation of raw syrup. For this, a mixture of high-quality sugars and water is used, which goes through several stages of purification and filtering to ensure maximum purity. Then various ingredients are added to the syrup, such as natural flavors, caramel, phosphoric acid, caffeine and other components.

After the creation of the raw syrup comes the stage of mixing, pasteurization and filtering to ensure the maximum purity and stability of the drink's taste. The final product is stored in special tanks, after which it is packaged in bottles of various shapes and materials.

Results and discussion.

Ingredients:

The main ingredients of Coca-Cola are sugar, caramel, phosphoric acid, caffeine, water and various natural and artificial flavors. During the production of Coca-Cola, these ingredients are mixed and stirred in special tanks with a strictly controlled temperature.

Production process:

The first stage in the production of Coca-Cola is to dissolve sugar in water. Then caramel, phosphoric acid, caffeine and flavorings are added to the solution, after which everything is mixed. The result is a raw material that contains the main ingredients of Coca-Cola.

The next stage is the addition of carbon dioxide to the raw materials. This is done with the help of a special machine that adds a certain amount of carbon dioxide to the raw materials. The drink is then pasteurized to kill bacteria and other microorganisms that can reduce the shelf life of the drink.

After pasteurization, Coca-Cola is filtered to remove any remaining ingredients or impurities. Then the drink is bottled in bottles, cans or other packaging. At the same time, it is important to adhere to all production standards and requirements.

Conclusions. Coca-Cola is a product with a mysterious composition, the existence of which has never been confirmed by official information from the Coca-Cola Company. Information about the composition of Coca-Cola is considered a trade secret, which is protected by law.

According to some estimates, the composition of Coca-Cola contains about 60 ingredients, including water, sugar, caramel, acids, natural flavors and other components. However, the exact composition and amount of each ingredient is a closely guarded secret.

The Coca-Cola company invests a lot of effort in keeping the composition of its product secret. They use various technologies and procedures to protect confidential information, such as physical safeguards, electronic security systems, and contracts with limited access rights to confidential information.

So, although some of the ingredients in Coca-Cola are known, the exact composition and proportions of the ingredients remain a closely guarded secret of the Coca-Cola Company.

25. Удосконалення конструкції пакето-формуальної машини LSK-30F з метою підвищення надійності роботи

Андрій Привалко, Валерій Петреченко, Іван Миколів
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Споживча та транспортна упаковка харчових продуктів має важливе значення. Вона дозволяє знизити витрати, зберегти якість і підвищити споживчу цінність продуктів. Правильно упакований продукт значно довше зберігається, набагато простіше забезпечується його транспортування, він має кращий естетичний вигляд, що в свою чергу, збільшує споживчу ціну.

Матеріали і методи. Важливе значення набуває випуск харчових продуктів фасованих у тару одноразового використання. Широке застосування мають картонні лотки, які далі обгортаються термоусадочною плівкою. Це найбільш перспективна транспортна одиниця з точки зору економічності, зручності виконання авантажувально-розвантажувальних операцій, утилізації використаної упаковки. В пивоварній галузі на лотки вкладають скляні пляшки з напоями, а також жерстяні банки. Всі матеріали, використані для фасування напою в жерстяні банки, які встановлюються на картонний лоток і обгортаються плівкою, підлягають утилізації. Це має важливе значення тому що, на сьогоднішній день спостерігається перехід передових підприємств на необоротну тару.

Результати. Пакето-формуюча машина LSK - 30 F входить до складу потокової лінії для розливу пива в жерстяні банки, є машиною лінійного типу, в якій всі робочі органи приводяться в рух одним сервоприводом через головну ланцюгову передачу і систему зірочок і муфт.

Задачею машини є формування двадцяти чотирьох банок в порядку 6×4 і установка їх на лоток з послідовним обгортанням термо-усадковою плівкою і обробкою гарячим повітрям. Ця зона являє собою стрічковий транспортер, навколо якого рухаються два ланцюги з поперечними стержнями, які безпосередньо обгортають лоток плівкою. Плівка відрізається зубчастим ножом і стрічковим транспортером подається в зону обгортання. Далі упаковки поступають в піч, де розміщено тенти і вентилятори, за допомогою яких плівка стягується і утворюється готова упаковка. На виході встановлено вентилятор для охолодження плівки.

В результаті аналізу патентного пошуку та експериментальних досліджень нами запропоновано наступні удосконалення. Заміна пристрою для подачі клею з метою запобігання збоїв в роботі форсунок та інших елементів пристрою. Встановлення додаткового рулоноутримувача, щоб зменшити простой при заміні рулону з плівкою. Це дає змогу упакувати весь потік банок з напоєм без застосування накопичувального стола і попередньо виставити рулон в потрібне положення, що запобігає виникненню бракованої продукції. Заміна тарілчастих шайб пружинами, з заданою величиною пружності. Прижимний гвинт служить для притискання роликів, між якими натягується плівка перед розрізанням.

Висновки. Запропонована нами удосконалена конструкція має наступні переваги в порівнянні існуючим прототипом, а саме, спрощення налагодження величини притискання плівки на натяжних валках; зменшення часу простою при заміні рулону плівки; полегшення фізичної праці обслуговуючого персоналу; вирішення проблем пов'язаних з подачею клею; відсутність можливості виникнення бракованої продукції. Поєднання нових ознак із раніше відомими в сукупності дало можливість підвищити надійність роботи обладнання.

Section 14

Machines and technologies for packaging

Chairperson – professor Liudmyla Kryvoplias-Volodina

Secretary – assoc. prof. Kostiantyn Vasytkivskyi

Секція 14

Машини та технології пакування

Голова – професор Людмила Кривопляс-Володіна

Секретар – доцент Костянтин Васильківський

1. Теоретико-практичні аспекти інтеграції дозувально-фасувальних модулів в системі робота-маніпулятора

Тарас Бутик, Влад Ясичев, Олександр Гавва, Людмила Кривопляс-Володіна
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка роботизованих комплексів для виконання дозувально-фасувальних технологічних операцій є актуальною задачею для харчової, фармацевтичної, косметичної та хімічної промисловості.

Матеріали і методи. Під час дослідження, матеріалами дослідження було обрано негазовані напої, дозувально-фасувальні модулі у складі робота-маніпулятора. Методами дослідження базувались на фундаментальних законах гідро-газодинаміки, загальній теорії розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, теорії тривимірного моделювання та математико-статистичній теорії обробки даних.

Результати. Отримані результати були зосереджені на статичних та динамічних характеристиках системи керування дозувально-фасувальним модулем в системі робота-маніпулятора. За результатами теоретичного аналізу змодельовано та зібрано дослідний стенд (рис.1), призначений для пошуку напрямів покращення метрологічних характеристик мехатронної системи дозування.

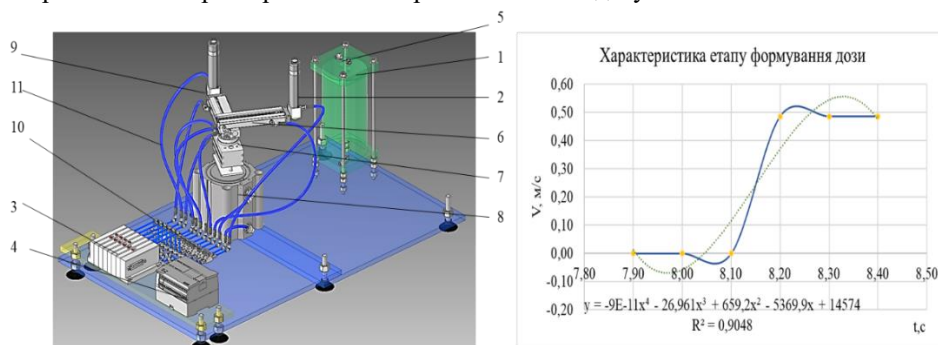


Рис. 1. Вид експериментального стенду для дослідження інтеграції дозувально-фасувальних модулів в системі робота-маніпулятора: 1 – витратний резервуар; 2 – дозувально-фасувальний модуль; 3 – пневматичний острівець; 4 – система керування (PLC); 5 – контроль дозатора; 6 – модуль лінійного переміщення дозаторів; 7 – поворотний циліндр; 8 – модуль вертикального переміщення маніпулятора; 9 – фасувальний патрубок; 10 – вузол контролю джерела живлення; 11 – з'єднувальний трубопровід

Усталений режим роботи установки визначається залежністю швидкості і тиску повітря від часу формування дози, які впливають на транспортування продукту. Для забезпечення точності дозування було використано сходиноквий закон керування зміною формування дози та постійний тиск в системі дозувального резервуару, що забезпечило похибку точності дозування на рівні 0,3% від заданого значення. Дослідження підтвердили розрахунку, щодо стабільного режиму витіснення продукту під час подачі в систему стисненого повітря в діапазоні тиску від 0,99 до 1,81, який був заданий програмно.

Висновки. Отримані кінематичні та динамічних характеристики системи керування дозуючим пристроєм та сформовано рекомендації вибору конструктивних параметрів обладнання з покращеними метрологічними характеристиками мехатронної системи дозування

2. Напружено-деформований стан пружного півпростору із захисним покриттям та початковими напруженнями

Андрій Глухов, Юрій Глухов

Інститут механіки імені С.П. Тимошенка Національної академії наук України

Дане дослідження спрямовано на вивчення закономірностей хвильових процесів в шаруватих пружних тілах при врахуванні ряду ускладнюючих факторів: різних моделей шаруватого покриття, початкових напружень, різних швидкостей руху поверхневого навантаження. Розв'язок вказаних задач передбачає встановлення закономірностей впливу початкових напружень, швидкості руху навантаження, геометричних та механічних характеристик покриття на напружено-деформований стан пружної основи.

Актуальність результатів дослідження пов'язана з можливістю їх використання при розв'язанні актуальних проблем геофізики, нафторозвідки, проектуванні залізничних магістралей, придорожніх споруд, магістрального трубопровідного транспорту.

Метою роботи є постановка динамічних задач для різних моделей попередньо напруженої шаруватої основи, розробка методів, побудова алгоритмів та створення програмного забезпечення для розв'язання задач даного класу.

В даній роботі розглядається попередньо напружений півпростір з неоднорідністю у вигляді тонкого поверхневого шару. Граничні поверхні плоскі і паралельні між собою. Матеріал півпростору – ізотропний в ненапруженому стані. Початковий напружено-деформований стан півпростору вважається однорідним.

Зосереджена сила інтенсивності P рухається по вільній поверхні захисного шару на протязі великого проміжка часу.

Передбачається, що картина деформацій інваріантна відносно часу в системі координат, що рухається разом з навантаженням.

Також передбачається, що напруження, що виникає за рахунок дії навантаження, значно менше за початкові напруження. Вказане припущення дозволяє застосовувати лінеаризовану теорію пружності для опису додаткового напруженого стану, викликаного дією навантаження.

Шар товщиною h моделюється зосередженими масами з густиною ρ_1 . Таким чином, нормальна і дотична складові навантаження будуть $(P \sin \alpha + \rho_1 h \ddot{u}_1) \delta(y_1)$ і $(P \cos \alpha + \rho_1 h \ddot{u}_2) \delta(y_1)$. Тут u_1, u_2 - переміщення точок півпростору.

Розв'язок задачі отримано за допомогою інтегрального перетворення Фур'є по змінній y_1 .

Розв'язок представлений в загальному вигляді для випадків нерівних і рівних коренів характеристичних рівнянь, для різних матеріалів елементів багат шарового середовища, умов їх сполучення і для будь-якої швидкості руху поверхневого навантаження.

Отримані оцінки можуть бути використані для аналізу результатів розрахунків більш складних моделей шаруватих середовищ, що піддаються впливу рухомих навантажень в процесі експлуатації.

3. Система пневматичних приводів soft-захватних пристроїв для транспортування крихких виробів

Дмитро Ємельянов, Іван Д'яченко, Олександр Запорожець,
Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальними задачами робототехнічних транспортних систем пакувальної галузі - є моделювання процесу переміщення штучних виробів soft-захватом на основі різних мехатронних систем, враховуючи особливості конструкції та реальних граничних умов і динамічних процесів у пневмозахваті.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження обрано процеси, які відбуваються у циклічних і позиційних електропневмоприводах робота маніпулятора і пов'язаного із ними пневматичного soft-захвата. Матеріалами дослідження є власно-розроблена конструкція робота-маніпулятора із захватним пристроєм зі змінними накладками контактних поверхонь. Методи досліджень сформовані на базі квантифікації результатів опрацювання динамічних характеристик приводу і системи керування разом із силовою частиною позиційного електропневмоприводу та метод кореляційного аналізу.

Результати. Результати досліджувались в системі власно розробленого робота-маніпулятора із застосуванням синтезованих методом 3D друку soft-захватів (рис.1), філамент FlexibelPolyEster (FPE). Для зупинки об'єкта в різних точках використовувався зворотний зв'язок від датчика безперервної дії, який вимірює поточний стан поршня щодо базового значення та датчика тиску.

Керуючі впливи u_1 і u_2 були розподілені на два пропорційних модуля регулювання тиску, які програмно керували процесом захвату виробів. Досягнення високої швидкодії приводу і отримання максимального діапазону регулювання сили формувалось відповідно до рівняння:

$$\begin{cases} u_1 = u_0 + \delta_p \\ u_2 = (u_0 + \delta_0) \end{cases}$$

У цьому рівнянні використовуються вхідний вплив мехатронного функціонального пристрою δ_p і опорне значення u_0 , яке задає тиску в порожнинах пневмоциліндра при нульовому вхідному впливі з урахуванням різниці площ поршня з боку штокової порожнини S_1 і безштокової порожнини S_2 .

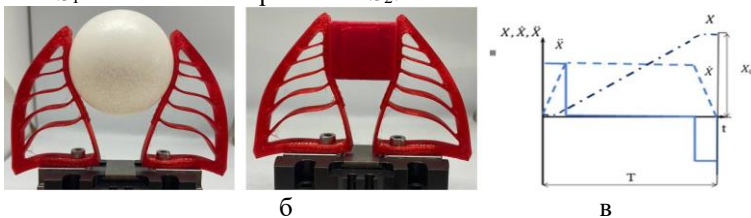


Рис. 1. Етап обробки виробів різної геометрії soft-захватом: а) сфера; б) куб; в) кінематичні характеристики захвату

В результаті математичного моделювання отримані дані, що дозволяють передбачити взаємодію захвату робота маніпулятора із об'єктами різних фізико-механічних характеристик та забезпечити кінематичні характеристики робочого процесу.

Висновки. Реалізовано і математично описано рух для вихідної ланки дослідного робота маніпулятора – пневматичного захвату. Авторами запропоновано і розроблено експериментальний стенд для дослідження пневматичних захватів із різними формами контактних soft елементів.

4. Про фізично нелінійне деформування некругових тороїдальних оболонок

Ірина Луцька, Володимир Максимюк

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України

Вступ. Тороїдальні замкнуті тонкі оболонки використовуються як газові балони високого тиску, як елементи космічних конструкцій. Некруговий переріз робить їх компактнішими, а полімерні композитні матеріали (ПКМ) – легшими.

Проблеми і методи. Розрахунки напружено-деформованого стану (НДС) некругових циліндричних [1] чи тороїдальних [2] оболонок з ортотропних ПКМ ускладнюються явищем мембранного замикання (locking). Крім того для описання нелінійних властивостей анізотропних ПКМ необхідна відповідна теорія. Для цього використано метод послідовних наближень, варіаційно-різницький метод, метод множників Лагранжа, теорію пластичності анізотропних матеріалів В.А.Ломакіна.

Результати. Розглянуто тонку тороїдальну оболонку з ортотропного нелінійно-пружного ПКМ під дією внутрішнього тиску. Серединна поверхня замкненої оболонки утворена обертанням навколо вісі Oy кривої

$$F(x, y) = \left| \frac{x-c}{a} \right|^n + \left| \frac{y}{b} \right|^n - 1 = 0, \quad n \geq 2,$$

де c – відстань від центру поперечного перерізу кривої до вісі обертання.

При $n=2$ переріз буде еліпсом з півосями a і b , а при $n>2$ – супереліпс (superellipse, крива Ламе). При $a=b=R$ переріз стає суперколом (supercircle, squircle, сквіркл). Зі збільшенням n супереліпс буде наближатися до прямокутника із закругленими краями зі сторонами a і b , а суперколо – до квадрата зі стороною R . Вісі ортотропії матеріалу збігаються з лініями головних кривин серединної поверхні оболонки.

Геометричну частину гіпотез Кирхгофа – Лява реалізовано методом множників Лагранжа. Для зменшення впливу мембранного замикання та покращення збіжності у змішаному функціоналі додатково варіюється меридіональна деформація. Дискретизацію поперечного перерізу виконано за алгоритмом типу дотичної [1, 2].

Розрахунки виконано за зміни в широкому діапазоні параметрів поперечного перерізу і радіуса кругової вісі тора c . Приділено увагу точності отримуваних результатів, при цьому за інтегральний критерій прийнятий збіг значень внутрішніх і зовнішніх сил в поперечному перерізі. Виявилось, що на характер деформування серед параметрів супереліптичного перерізу в першу чергу впливає показник кривої, а не еліптичність.

Висновки. Додаткове варіювання мембранної деформації покращує збіжність методу. Фізична нелінійність впливає, в основному, на деформований стан оболонок. Такі вісесиметричні задачі можуть доповнити ряд так званих патологічних тестів.

Література

1. Abrosov Yu.Yu., Maximyuk V.A., Chernyshenko I.S. Physically Nonlinear Deformation of a Long Orthotropic Cylindrical Shell with Elliptic Cross-Section // Int. Appl. Mech. – 2021. – 57, N 3. – P. 282 – 289.
2. Luc'ka I.V., Maksimyuk V.A. Deformation of Orthotropic Toroidal Shells with Superelliptic Cross Section // Int. Appl. Mech. – 2021. – 57, N 6. – P. 655 – 658.

5. Розрахунок еліптичної циліндричної оболонки, ослабленої криволінійним отвором, з врахуванням трансверсального зсуву

Євген Сторожук, Андрій Яцура

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Київ, Україна

Вступ. Циліндричні оболонки кругового і некругового перерізу знаходять широке застосування в сучасній інженерній практиці. За конструктивними або технологічними міркуваннями вони досить часто мають отвори різноманітної форми.

Постановка задачі та метод дослідження. Розглянемо циліндричну оболонку еліптичного поперечного перерізу, яка виготовлена з ортотропного композитного матеріалу, ослаблена криволінійним отвором і знаходиться під дією поверхневих і крайових сил. Віднесемо оболонку до ортогональної системи координат, що збігається з лініями головних кривин. Для розв'язання поставленої задачі авторами розроблено чисельну методику, яка базується на методі скінченних елементів.

Результати досліджень. Геометричні співвідношення записано згідно уточненої теорії непологих оболонок, в якій враховані деформації поперечного (трансверсального) зсуву, а фізичні – на основі закону Гука для ортотропних матеріалів [1]. Систему розв'язувальних рівнянь отримано з принципу можливих переміщень за допомогою модифікованого методу скінченних елементів. Особливість запропонованого варіанту методу скінченних елементів полягає у поданні виразів для компонентів деформації у векторній формі та використанні методу подвійної апроксимації при обчисленні компонентів мембранної і поперечної зсувної деформації.

Даний варіант методу скінченних елементів розроблено для розрахунку оболонок складної геометрії, зокрема ослаблених отворами. Основою генерування сітки скінченних елементів для оболонки з отворами є подання серединної поверхні оболонки у вигляді набору чотирикутних фрагментів. Розбиття серединної поверхні оболонки на фрагменти нерегулярне, а фрагментів на елементи – регулярне. Розроблений генератор дозволяє будувати сітки з лінійних або чотирикутних скінченних елементів для досить складних одно- і багатозв'язних областей, утворюючи у місцях концентрації напружень згущення сітки скінченних елементів.

З використанням розробленої чисельної методики і створеного програмного забезпечення досліджено концентрацію напружень в області кругового отвору на бічній поверхні еліптичної циліндричної оболонки для двох видів навантаження: рівномірного внутрішнього тиску і осевого розтягу.

Висновки. Таким чином, в роботі побудовано скінченний елемент для розрахунку еліптичних циліндричних оболонок з криволінійними отворами, який задовольняє умовам неперервності переміщень і кутів повороту при переході через сторони елемента, точно описує поступальну частину переміщення елемента як жорсткого цілого та вільний від так званого мембранного і зсувного замикання.

Література

1. Storozhuk E. A., Chernyshenko I. S., Yatsura A. V. Stress–Strain State Near a Hole in a Shear-Compliant Composite Cylindrical Shell with Elliptical Cross-Section // Int. Appl. Mech. – 2018. – 54, N 5. – P. 559–567.

6 Дослідження ефективності роботи функціонального мехатронного модуля для рідких харчових продуктів

Юлія Муравйова, Лілія Слюсар, Микола Масло, Людмила Кривопляс-Володіна
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Функціональні мехатронні модулі систем дозування рідких харчових продуктів широко використовуються на етапі фасування-дозування рідких харчових продуктів у споживчу тару. Перевага таких модулів полягає у герметичності та простоті керування. Однак відсутня можливість регулювання витратних характеристик з метою безперервного дозування без формування залишків продукту.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження обрано регульовальні елементи систем дозування та фасування рідких харчових продуктів. Обробка даних здійснювалась статистично-математичними методами, з урахуванням загальної гідрогазодинамічної теорії, за допомогою прикладних математичних пакетів. Матеріали дослідження - рідкі харчові продукти з властивостями ньютонівських рідин, системи керування та запірні елементи з пропорційним керуванням.

Результати. Проведені експериментальні та математично статистичні аналізи базуються на результатах роботи дослідного стенду, що моделює робочі умови запірно-регулюючої арматури за заданий час. Система керування дослідним стендом, наведена на рис. 1.

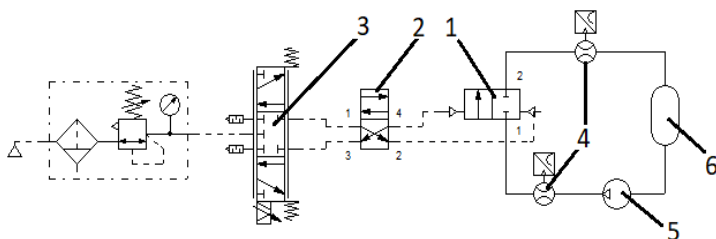


Рис. 1. Загальна схема стенду дослідження ефективності роботи функціонального мехатронного модуля для рідких харчових продуктів: 1- запірний елемент; 2 – привод; 3 – електропневматичний позиціонер; 4 – витратомір; 5 – pompa; 6 – ресивер

Найкращий графік витрати на виході на проміжку від 0 до 100 % витрати були отримані при використанні сідельного клапану з пневматичним керуванням та електропневматичним позиціонером. За лінійним законом керування, в результаті обробки експериментальних даних, коефіцієнт апроксимації дорівнює 0,99. Під час роботи позиціонера поворотної дії – спостерігалось постійне скидання стисненого повітря в атмосферу, що забезпечувало задане позиціонування запірного елемента. За рахунок різниці тисків в пілотному клапані, що досягається дроселюванням тиску та його подальшим скиданням в атмосферу, утримувалось положення запірного елемента дозатора.

Висновки. Результати теоретичних та експериментальних досліджень підтвердили енергоефективність більшості конструкцій дозуючих систем на основі позиційного приводу, де використовувались запірні елементи: сідельно-регульовальні клапани і засувки.

Література. Krivits, I.L. and Krejnin, G.V., 2020, "Pneumatic Actuating Systems for Automatic Equipment: Structure and Design" CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 368 p

7. Регулювання продуктивності та швидкості потоку рідких продуктів

Володимир Гера, Людмила Кривопляс-Володіна, Сергій Токарчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У процесі обробки рідкої харчової сировини виникає необхідність регулювання продуктивності та швидкості потоку на різних ділянках технологічного процесу. Найбільш поширеними, серед запірно-регулюючої арматури, являються кульові крани.

Матеріали і методи. На основі сучасної наукової літератури проведено аналіз основних важливих параметрів кульових кранів для регулювання продуктивності, дослідження місцевого опору, перепаду тиску кульових кранів та швидкості потоку сировини.

Результати. Кульові крани знайшли широке застосування в багатьох галузях промисловості, відповідають за регулювання, контроль швидкості та напрямку потоку в трубопровідних системах. Контроль об'ємної витрати в кульовому крані дуже важливий, коли кульовий кран використовується в системі трубопроводів. Лінійно контролювати витрату в кульовому крані без зовнішніх пристроїв важко. Для досягнення цієї мети використовуються V-порти. Кульовий кран з V-портом є одним із видів технологічних клапанів, продуктивність регулювання якого залежить від V-кута (30°, 60° і 90°). Регулювальний коефіцієнт є основним параметром конструкції клапана, який характеризує точність регулювання клапана.

V-подібні порти з кутами 30 градусів і 60 градусів роблять швидкість потоку пропорційною відкриттю клапана. Однак V-подібні отвори збільшують втрату тиску між входом і виходом кульового крана, призводять до збурення потоку та кавітаційних явищ. Також використання V-подібного отвору призводить до утворення застійних зон, що не допускається для деяких продуктових трубопроводів у харчовій промисловості.

Встановлення стабілізатора потоку є ефективним методом для виправлення нерегулярного та нестабільного потоку до стабільного стану на короткій відстані потоку в транспортуванні рідини та управлінні промисловими потоками. Однак класичні стабілізатори потоку з паралельними осьовими отворами трубопроводу неефективно виправляють чіткий ексцентричний струменевий потік, спричинений регулюванням клапана.

Висновки. 1. Кульові крани широко застосовуються для регулювання швидкості та напрямку потоку в трубопровідних системах.

2. Для лінійного контролю кульових кранів доцільне використання V-подібного отвору.

3. V-подібні отвори збільшують втрату тиску між входом і виходом кульового крана, призводять до збурення потоку та виникнення застійних зон.

Література. 1. Chen S., Xu H., Zhao Z. (2021). Modeling and optimization of novel ball valve with high adjustable ratio. International Journal of Pressure Vessels and Piping. Volume 190, 104299. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2020.104299>

2. Chern M.J., Wang C.C. (2004). Control of Volumetric Flow-Rate of Ball Valve Using V-Port. Journal of Fluids Engineering, 126(3): pp. 471-481. <https://doi.org/10.1115/1.1760536>

3. Liu Q., Tian S., Lin Z., Zhu Z. (2022). Effect of the convergence flow conditioner on rectifying eccentric jet flow induced by a ball valve. Flow Measurement and Instrumentation, Volume 83, 102091. <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2021.102091>

8. Дослідження динаміки руху в'язких харчових продуктів у фасувальному мехатронному модулі

Євген Кирильчук, Дмитро Скула, Сергій Токарчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею є необхідність розробки загальної методики аналізу та синтезу конструктивних схем фасувального обладнання для в'язких харчових продуктів, що забезпечує задану продуктивність з мінімальними вартісними витратами. **Матеріали і методи.** Матеріалами дослідження обрано фасувальний мехатронний модуль, призначений для дозування рідких і в'язких харчових продуктів на основі об'ємного способу формування дози. Під час вирішення основних задач динаміки руху в'язких харчових продуктів у фасувальному мехатронному модулі, використовувались методи: аналітичний, математичного моделювання, порівняльний, теоретико-емпіричний.

Результати. Досліджувана конструкція станда-дозатора працює в два етапи: а) в наведеному на (рис.1) положенні триходового крана, шток приводного циліндра опускається вниз до упору, відбираючи в мірний циліндр із бачка дозу продукту; б) кран повертається на 90° за годинниковою стрілкою, після чого циліндр йде вгору, видавлюючи дозу продукту в сопло. Регулювання дози здійснюється за рахунок зворотного зв'язку за сигналом датчика переміщення, вбудованого в електроциліндр.

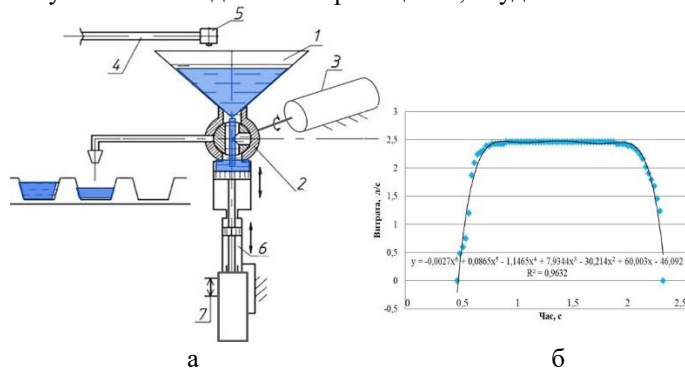


Рис. 1. Характеристика станда-дозатора в'язких харчових продуктів: а) – загальна схема; б) результати експерименту за 1 цикл дозування; 1 - живильник; 2 - триходовий кран; 3 - привід крана; 4 - напірний продуктопровід; 5 - клапан; 6 - електроциліндр; 7 - регулювання дози (зворотній зв'язок)

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень, отримані характеристики процесу обробки в'язкого харчового продукту у запропонованій системі фасувального мехатронного модуля. Швидкість руху обмежується 0,48...0,5м/с, похибка заданої дози коливалась у межах 0,12 %. Повторюваність під час зміни часового проміжку дозування, зберіглась, що свідчить про можливість формування однакового об'єму дози на протязі заданого часу технологічної операції.

Висновки. Здійснено математичне моделювання оптимального порційного дозування нектару, кефіру, води. Визначено параметри математичної моделі дозування та розроблено математичну модель поетапного фасування. Обрано чисельні методи для розрахунку оптимальних режимів керування фасувальним мехатронним модулем. Розроблено експериментальну установку для об'ємного дозування в'язких харчових продуктів із контрольно-вимірними пристроями.

9. Особливості рекуперації механічної енергії у мехатронних модулях пакувального обладнання

Богдан Цись, Юлія Кучеренко,
Костянтин Васильківський, Юлія Ступак
Національний університет харчових технологій

Вступ. Показники, відповідальні за динаміку перехідних процесів, стосуються ведучих і ведених мас, рушійних силових факторів та факторів опору. Різниця між останніми визначає миттєві прискорення та інерційні навантаження у формі їх добутку зі значенням мас. Саме у цьому напрямку варто шукати можливості рекуперації механічної енергії.

Матеріали і методи. Теоретичний аналіз особливостей перебігу перехідних процесів у мехатронних модулях пакувального обладнання на основі положень і закономірностей щодо трансформацій матеріальних і енергетичних потоків.

Результати. Важливою складовою харчових технологій є автоматизовані потокові лінії, укомплектовані машинами-автоматами, об'єднаними транспортними зв'язками з функціями накопичувальних пристроїв. Кількапотоківість таких зв'язків відкриває перспективи обмеження динамічних навантажень, нерівномірності ходу машини і, навіть, рекуперації кінетичної енергії рухомих мас.

Аналіз особливостей роботи машинної системи пов'язаний з оцінками її відповідності технічному завданню, продуктивності, питомим масовим і енергетичним характеристиками, можливостям надійного виконання процесів, пов'язаних з подоланням технологічних або корисних та шкідливих опорів.

У загальному положенні теорії динаміки машин реалізується і використовується твердження про достатність врахування в оцінках енерговитрат робіт сил рушійних і сил опору в рамках циклу. Однак лише рекуперативне повернення енергетичних ресурсів, пов'язаних з подоланням сил тяжіння не викликає сумнівів, але необхідність варіювання режимами гальмування або вибігу часто вимагає додаткових енерговитрат для реалізації заданих законів. Особливі ускладнення динаміки стосуються машин циклічної дії, оскільки на змінні навантаження в режимах перехідних процесів має місце реакція з боку генератора рушійних сил. Так розповсюджені у застосуванні асинхронні двигуни з жорсткими статичними механічними характеристиками навіть за відсутності змін в навантаженнях відносно обмежено реагують змінами швидкостей, що можливо вважати позитивним явищем. Однак та ж жорстка характеристика відповідає найбільш ускладненим режимам ударних навантажень.

Аналітичним методом виконано дослідження та сформульовані пропозиції по обмеженню динамічних навантажень і вибору параметрів в системах з реалізацією режимів швидкодії та організації процесів рекуперації кінетичної енергії в машинах періодичної дії або за присутності рухомих мас з усталеними змінними законами руху в паралельних потоках.

Висновки. Вирішення задач обмеження коливань швидкості в рухах ведучих, ведених і проміжних мас логічно поєднується з можливостями рециркуляції енергетичних потоків та обмеженням енергетичних витрат.

На особливу увагу заслуговують машини періодичної дії, оскільки кожний період пуску системи рухомих мас означає присутність енерговитрат.

10. Обмеження динамічних навантажень систем подавання плівкових пакувальних матеріалів

Андрій Тарасенко, Юлія Ступак, Костянтин Васильківський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Для удосконалення технологічного обладнання транспортування гнучких матеріалів в лініях пакування продукції харчових виробництв необхідним є аналіз і математична формалізація перебігу перехідних процесів. Кінематика і динаміка перехідних процесів є важливими складовими, що визначають продуктивність, навантаження і енергетичні показники систем.

Матеріали і методи. Теоретичне дослідження на основі особливостей машинного оформлення систем переміщення плівкових пакувальних матеріалів в лініях пакування харчової продукції.

Результати. Інформаційний аналіз приводить до висновку про необхідність виключення або обмеження параметрів ударної взаємодії в системах протягування плівкових полотен в обладнанні ліній пакування. В першу чергу слід оцінити можливість обмеження швидкості руху ведучої маси, якщо це дозволяється циклограмою системи. Значенням маси рулону з плівковим матеріалом в обмежених межах припустимо варіювати. Жорсткість гнучкого зв'язку між ведучою і веденою масами може обмежуватися за рахунок збільшення його довжини. Комплексним рішенням цієї задачі вважається використання компенсаторів, які дозволяють зменшити жорсткість плівкового полотна і, одночасно, вплинути на режим перехідного процесу розгону рулону в обертальному русі. Присутність компенсатора дозволяє:

- стабілізувати натяг плівкового полотна;
- забезпечити відсутність зазорів на ділянці між пристроєм для протягування плівки і компенсатором;
- передати роль веденої маси рулону на масу натяжного пристрою-компенсатора;
- забезпечити м'які режими обертання рулону і обмежені навантаження на ділянці між компенсатором і веденою масою рулону;
- забезпечити можливість спрацювання розмотчика рулонів.

Присутність компенсатора в системі практично приводить до її поділу на дві частини, в результаті чого зникає безпосередня взаємодія між ведучою і веденою масами і досягається можливість точного регулювання величиною натягу плівкового полотна в цій частині. За відсутності компенсатора регулювання натягу ускладнене режимами вибігу веденої маси у тому числі і у зв'язку зі змінними значеннями моментів інерції рулонів на початку і на етапі його повного використання.

Проведене аналітичне дослідження вказує на можливість створення компенсаційного автоматичного пристрою для стабілізації інерційних характеристик веденої маси і поліпшення таким чином динамічних параметрів перехідних процесів.

Висновки. Виконана оцінка ролі і можливостей використання компенсаційних пристроїв, завданням яких є стабілізація натягів гнучких пакувальних матеріалів в режимах перехідних процесів. Встановлено, що значний дестабілізуючий вплив має змінний характер моменту інерції рулону з плівкою. У зв'язку з цим доцільним є створення компенсатора-регулятора моменту інерції рулону і рулоноутримувача.

11. Дослідження характеристик камерних захоплювальних пристроїв в мехатронних модулях пакування

Єлизавета Меланіч, Тетяна Якимчук, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для вирішення задачі захоплення та не уможливлення пошкодження поверхні тонкостінного харчового виробу при його перенесенні під час виконання операцій пакування було модернізовано конструкцію камерного захоплювального пристрою. Модернізація передбачає поєднання системи взаємопов'язаних приводів: приводу захоплення та приводу подушки укладання.

Матеріали та методи. У якості захоплювального пристрою для переміщення виробу обраний двомембранний камерний привод з жорсткими центрами, який широко застосовується в пневмоавтоматиці в якості пневмомеханічного перетворювача систем управління. Для перетворювача з двома плоскими мембранами вираз для визначення величини зусилля захоплення F_p від тиску повітря має вигляд: $F_p = F_2 - F_1 = p * \frac{1}{3} \pi (r_2^2 - r_1^2 + R(r_2 - r_1))$, де: F_1 і F_2 - сили, що діють на шток з боку мембран; p - надлишковий тиск у робочій камері; R - радіус мембрани; r_1 і r_2 - радіуси жорстких центрів. Конструкція модернізованого камерного захоплювального пристрою показано на рис. 1.

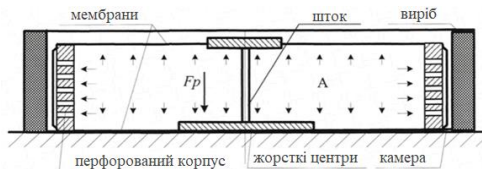


Рис. 1

Результати. Розроблено структурну схему камерного агрегатно - модульного захоплювального пристрою з двома приводами (рис. 2). Захоплювальний пристрій опускається в порожнину виробу. У вихідному положенні повітря з камери захоплення стравлене, еластична оболонка стиснута, зусилля утримання виробу відсутнє (рис. а). Для захоплення вантажу стиснене повітря подається по трубопроводу в камеру, яка, розширюючись, притискається до поверхні виробу, що транспортується (рис. б). Виконується функція захоплення виробу. При подальшому підвищенні величини надлишкового тиску відбувається підняття вантажу захоплювальним пристроєм (рис. в). Функції «підняття» та «опускання» виробу захоплювальним пристроєм досягається регулюванням площ твердих центрів. Після закінчення транспортних операцій повітря з порожнини еластичної оболонки стравлюється, при цьому вантаж плавно опускається на робочу поверхню, виріб звільняється. Плавність опускання вантажу, що транспортується, досягається дроселюванням вихідного капала. Співвідношення площ верхньої та нижньої жорстких центрів мембран визначає величину питомого тиску на поверхню виробу.

Висновки. У камерному агрегатно-модульному захоплювальному пристрої реалізована система взаємозалежних приводів, що послідовно виконують від однієї команди управління функції захоплення та підняття виробу, а від іншої – опускання та відпускання виробу. У цьому технічному рішенні система управління виражена в неявному вигляді, ознакою команди управління є величина надлишкового тиску порожнини камери.

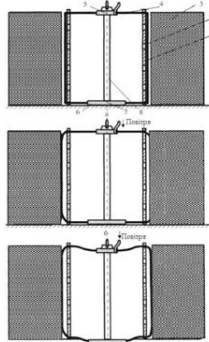


Рис. 2

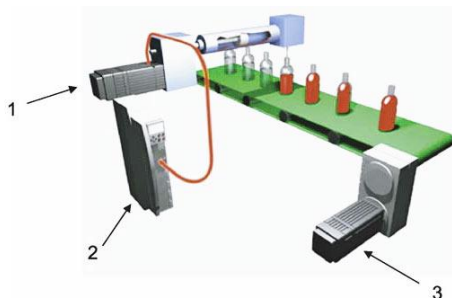
12. Визначення раціональних параметрів керування дозуючими пристроями для рідких харчових продуктів

Олег Розумний, Вікторія Ватилик, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для автоматичного управління процесами роботи сучасних спеціалізованих і універсальних машин для пакування рідких харчових продуктів необхідно застосовувати гнучку систему автоматизації, яка допускає легку і швидку зміну режимів роботи дозування в широких межах. Автоматизація виробничих процесів нерозривно пов'язана з вирішенням завдань продуктивності дозуючих пристроїв та надійності їх роботи.

Матеріали та методи. Найбільша продуктивність дозуючого пристрою визначається максимальною частотою видачі окремих доз рідини при мінімальному перепаді тиску на дозуючому пристрої. В однорідних дозаторах час циклу складається з часу заповнення мірного пристрою t_3 і часу видачі дози рідини. Збільшення продуктивності дозаторів в сучасних лініях пакування є нагальною задачею сьогодення.

Результати. Було з'ясовано, що частота проходження керуючих імпульсів для керування дозуючими пристроями для рідких харчових продуктів визначається періодом T , що задається елементом керування (контролером) $f=1(T)$.



Досліджено, що частота керуючих імпульсів дозатора (рис.) залежить від фізико-механічних властивостей рідкого харчового продукту, такими як динамічний коефіцієнт в'язкості μ і щільність ρ , а також геометричними розмірами дозатора і трубопроводів. Неправильно підібрані характеристики трубопроводів (діаметр d , шорсткість труб E) збільшують перепад тиску ΔP , а їх довжини L - місцеві опори ξ та величину додаткових конструктивних

факторів k . В загальному випадку можна стверджувати, що частота проходження керуючих імпульсів для керування дозуючими пристроями залежить від наступних факторів: $f=\psi(\mu, \rho, \Delta P, L, d, E, \xi, k)$

Висновки. Проаналізувавши конструкції вітчизняних та закордонних дозаторів для рідких харчових продуктів можна стверджувати, що спостерігається тенденція використання сервопривода. Це пояснюється високою швидкісною характеристикою роботи сучасних серводвигунів та високим ступенем автоматизації на базі швидкісних мікропроцесорів із сучасним програмним забезпеченням систем керування. Тенденції розвитку дозуючих пристроїв: застосування сервопривода — це шлях до забезпечення контрольованої високої продуктивності; сервосистема є основою модульного принципу будови функціональних модулів машин з можливістю швидкої переналаштування при зміні величини дози; сервосистема забезпечує високошвидкісну комунікацію з іншими технологічними лініями і засобами візуалізації технологічних процесів для інтеграції в АСУ ТП підприємства; використання новітніх сервоприводних систем — умова мінімізації механічних вузлів та скорочення експлуатаційних витрат.

13. Оптимізація роботи пакувальної лінії шляхом пошуку «вузького місця» за допомогою дискретно-ситуаційного імітаційного моделювання

Владислав Павлюков, Іван Чернієнко, Сергій Шевченко, Анастасія Деренівська
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вузьке місце у роботі пакувальної лінії - це негативне явище, яке є частиною ланцюга процесів, і яке, завдяки обмеженим продуктивностям складових елементів лінії, зменшує її потужність. Як результат – затороутворення, зупинки та низький коефіцієнт готовності пакувальної лінії.

Матеріали і методи. Методами дослідження є аналіз та синтез, теорія пошуку «вузьких місць», дискретно-ситуаційне імітаційне моделювання. У результаті аналізу пакувальної лінії для розливу та пакування рідкого продукту в алюмінієві банки були виділені наступні характерні модулі: поворотний подавальний столик, модуль для миття внутрішньої поверхні банки, дозувально-фасувальний модуль, модуль укупорювання, модуль миття зовнішньої поверхні банки, модуль для сушки та переорієнтування алюмінієвих банок з продукцією, модуль для формування групової упаковки.

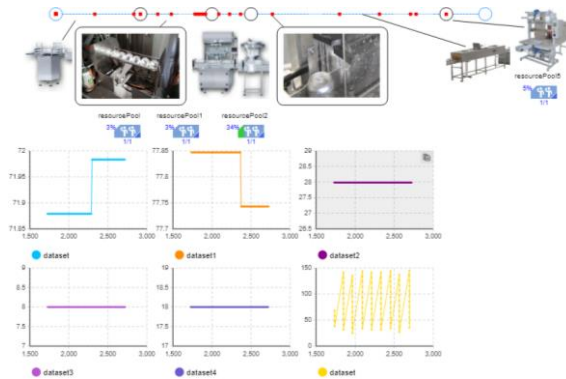


Рис. 1. Вікно імітаційної моделі роботи лінії для пакування рідкого продукту в алюмінієву банку.

Результати. За допомогою проведеного дискретно-ситуаційного імітаційного моделювання роботи пакувальної лінії (рис.1), використовуючи значення технологічних параметрів переміщення матеріальних потоків в реальних зразках обладнання, можна визначити завантаженість кожної складової - машини, модуля, пристрою, механізму та міжмашинної транспортної системи. Розроблена модель дає можливість в режимі реального часу стежити за зміною інтенсивності переміщення матеріальних потоків, визначати ділянки із мінімальною пропускну здатністю та завантаженістю.

Висновки. Проведене імітаційне моделювання переміщення матеріальних потоків дає можливість: визначити «вузьке місце» пакувальної лінії; обґрунтувати необхідні технологічні параметри та підібрати обладнання для забезпечення потрібного ступеня завантаженості; зробити висновок про необхідність використання однотипних функціональних модулів та визначити їх оптимальну кількість; визначити раціональні кінематичні параметри роботи та довжину міжмашинних транспортних систем; передбачити рівномірність випуску продукції на основі єдиного розрахункового такту лінії пакування.

14. Оптимізація роботи дозувально-фасувального модуля лінії для пакування рідкої продукції в споживчу упаковку

Владислав Павлюков, Іван Чернієнко, Сергій Шевченко, Анастасія Деренівська
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості дозатор — це пристрій, який використовується для точного відмірювання та видачі продукту або його під час виробничого процесу. Дозатори можна використовувати для широкого діапазону продуктів, зокрема: для рідких, сипких, пластичних та в'язких.

Матеріали і методи. Дозувальні модулі входять в склад автоматизованих пакувальних ліній, де їх налаштовують дозування та фасування певної кількості продукту за визначений проміжок часу в різні види упаковки. За об'єкт дослідження прийнято лінію для фасування та пакування рідкого продукту в споживчу упаковку. Предмет дослідження – витрати рідкого продукту під час переміщення в складових елементах дозувально- фасувального модуля. Методами дослідження є аналіз, синтез та алгоритми дискретно- ситуаційного імітаційного моделювання.

Результати. Частина технологічного процесу, яка відповідає предмету дослідження представлена наступними операціями: підготовка рідкого продукту до дозування, дозування, подача продукту та споживчої упаковки в зону фасування, відведення споживчої упаковки з продуктом. До системи накопичення та живлення продукту ввійшли технологічні продуктопроводи та проміжні накопичувальні ємності (бункер, витратні резервуари). Формування дози продукту відбувається безпосередньо в тарі за допомогою витратних пристроїв часового типу, що працюють під час гравітаційного переміщення рідини та сталого рівня рідини. Розроблена імітаційна модель (рис. 1) дає можливість в режимі реального часу стежити за зміною витрат продукту, змінювати характерні параметри перебігу технологічного процесу.

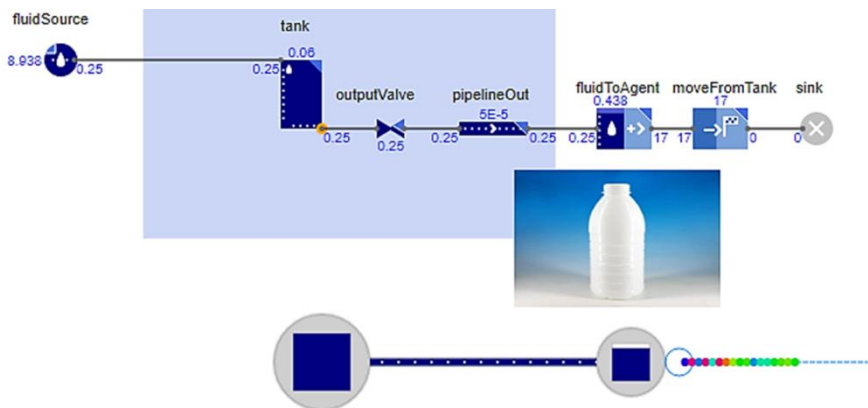


Рис. 1. Вікно імітаційної моделі роботи пакувальної лінії рідкого продукту в зоні дозування та фасування

Висновки. Проведене імітаційне моделювання роботи лінії для фасування та пакування рідкого продукту в споживчу упаковку дає можливість: обґрунтувати раціональні параметри процесу дозування та фасування; визначити оптимальну кількість дозувальних головок; визначити раціональні кінематичні параметри роботи та довжину міжмашинних транспортних систем.

15. Дослідження ділянок плавних переходів під час формовки валках гнутих профілів

Сергій Самарчук, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій

Вступ. Практично у всіх галузях економіки України відбуваються стійкі тенденції до застосування гнутих металевих профілів. В загальному сортаменті гнутих профілів переважну більшість становить відбортовані елементи. Дослідження, що направлені на вдосконалення технології їх виробництва є важливі і актуальні.

Матеріали і методи. Профілі з відбортовками широко використовуються в автомобілебудуванні в машинах і апаратах харчової і переробної промисловості. Переваги профільованих конструкційних елементів в порівнянні з пресуванням вигином в штампах і іншими технологічними процесами є більш висока продуктивність безвідходність і можливість отримання великогабаритних деталей. Дані профілі отримали найбільш широке розповсюдження в силу великого різноманіття форм і типу розмірів. Метою роботи є аналіз особливостей формоутворення металу на ділянках плавного переходу під час валкової формовки профілів. Визначення проводилися шляхом тензометрії в зонах переходу.

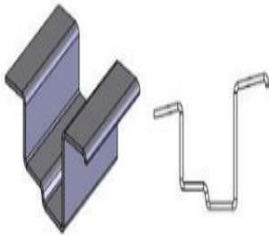
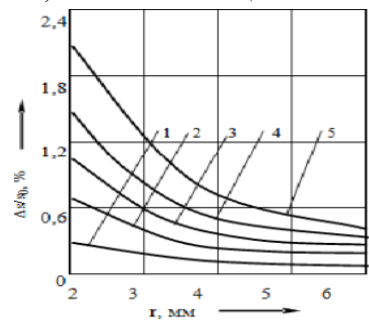


Рис.1 Зразок профілю.

Результати дослідження. Отримано графіки залежності зменшення товщини, від радіусу місця згину і кута згину що наведені на рис.2. Співставлення експериментальних даних з результати теоретичного аналізу в місцях згину на перших переходах показав, що розбіжність складає не більше 5%. Особливістю деформування заготовки в перших переходах полягає в тому, що там відбувається монотонна зміна радіусу її кривизни від нескінченності до кінцевого значення на готовому профілі. Разом з тим, отримані аналітичні залежності не враховують зміцнення, яке впливає на зміну товщини несуттєво. Однак таке зміцнення необхідно враховувати при визначенні мінімально допустимого радіуса згину профіля. Результати досліджень швелерних сталених профілів шириною стінки $b=50$ мм, $b=100$ мм і товщиною 1 мм при різних кутах згину показали, що збільшення ширини стінки профілю призводить до зменшення довжини ділянки плавного переходу. Аналіз результатів співставлення розрахункових і експериментальних даних впливу ширини полки b на довжину ділянки плавного переходу показує, що їх збіжність достатня для використання в інженерних розрахунках. Експериментальні дані, що отримані застосуванням тензометрії (датчики, що наклеювались з двох сторін робочої полоси згину полки).

Рис. 2



Висновки: Проведений аналіз плавного переходу, дозволяє в першому наближенні гарантувати відсутність переформування заготовки шляхом обмеження кутів згину полицок, що мають відбортовки, а також забезпечувати суттєве скорочення кількості технологічних переходів.

16. Вплив агресивного середовища на властивості міцності технічних волокон

Гліб Пилипчук, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: В роботі досліджується вплив агресивного лужного середовища на властивості міцності суцільних технічних волокон, а саме: скло-волокон та вуглепластика (карбона). Зацікавленість до цієї проблеми виникла з використанням в промисловості таких матеріалів як фібробетон та неметалева арматура.

Матеріали та методи: Фібробетон – дисперсно-армований композитний матеріал зміцнений короткими волокнами (фібрами), рівномірно розподіленими по об'єму. Неметалева арматура являє собою стержень із пучка волокон, покритих синтетичними смолами. Як відомо, при експлуатації в агресивних середовищах бетонних конструкційних елементів відбувається корозія сталльної арматури, що викликає обмеження термінів експлуатації таких виробів. Більш того, бетон, що містить неметалеву арматуру відрізняється високими експлуатаційними властивостями, особливо підвищеною міцністю при згині і розтязі, ударною міцністю.

Результати роботи: В роботі досліджується вплив агресивного середовища на характеристики міцності неперервних волокон із скла і карбона. Матеріал для випробувань був представлений у вигляді ровінга, що має 4000 ниток. Під час проведення випробувань на міцність окремого волокна виникли певні труднощі. Діаметри волокон знаходились в інтервалі від 7 мкм до 20 мкм, тому для зняття діаграми «навантаження-деформації» використовувалась універсальна вдосконалена розривна установка «УВМ 1958», що дозволило уникати пластичності матеріалів, що досліджувались.

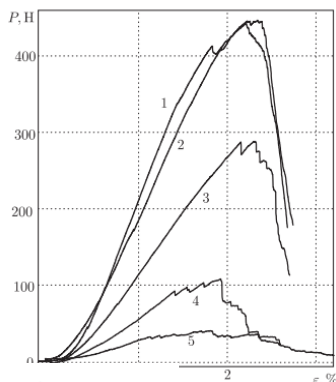


Рис. 1. Діаграма деформування зразків із скловолокна

При дослідженнях отримані результати фіксувались в діаграмі «навантаження-деформації». Де криві 1,2 – зразки в стані поставки, а криві 3,4,5 після довготривалої дії (5, 10, 20 днів) розчину гідроокису калія із концентрацією один моль. Як показали дослідження руйнування відбувалися по поверхні волокна. Так, якщо на початку діаметр зразка складав 14 мкм, то кінцевий був біля 5-6 мкм. Як показали результати дослідження міцність зразків із карбона знизилася майже на 20%, при чому довготривала витримка зразків в розчині практично не впливала на їх міцність. Проведені експериментальні дослідження показують, що фронт

руйнування рухається від поверхні волокна до його центра. Тобто, можемо говорити, що під дією агресивного середовища відбувається зменшення ефективного поперечного перерізу волокна, а міцність волокна пропорційнальна його ефективному перерізу.

Висновки: 1. Для вуглепластика процес руйнування практично зупинився після 15 діб витримки і показники міцності склали вже біля 20% від показників на початок його відліку.

2. Руйнування відбувається по зовнішній поверхні волокон.

3. Зразки із скловолокна після витримки в концентрованому розчині гідроокису калія мали майже однакові показники по втраті характеристик міцності із зразками із вуглепластика.

17. Вплив реологічних та теплофізичних властивостей використаної полімерної упаковки на енерговитрати при її переробці

Євген Скуйбіда, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Значна частка використаних пакувань споживачами належить полімерам, які є високомолекулярними з'єднаннями, молекули яких складаються з великої кількості груп атомів, що повторюються, і хімічно зв'язані між собою.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження особливостей реологічних та теплофізичних властивостей використаних полімерних упаковок на енергозатрати в процесі їх вторинної переробки. Під час виконання досліджень були використані загально наукові методи дослідження: порівняльного аналізу та синтезу.

Результати. Придатність до переробки використаних полімерних пакувальних матеріалів визначається комплексом технологічних властивостей. Важлива роль належить в'язкісним і адгезивним характеристикам. Здатність термопластів до переробки наближено оцінюється показником текучості розплаву, який характеризується кількістю матеріалу, що продавлюється під дією постійного навантаження через капіляр певної довжини в одиницю часу ($\tau/10$ хв). Із розвитком реології були запропоновані більш досконалі методи оцінки технологічних властивостей таких матеріалів. Здатність матеріалу до течії в певному діапазоні швидкостей зсуву характеризується двома параметрами – коефіцієнтом консистенції, який характеризує в'язкість і індексом течії. Встановлення зв'язків між напруженим станом середовища, деформаціями і швидкостями деформації є одним із головних завдань реології. Експериментально встановлено співвідношення між швидкістю зсуву і дотичним напруженням у вигляді емпіричного степеневого рівняння. Розплави полімерів у реології розглядають як псевдопластичні рідини, для яких неньютонівська в'язкість η зменшується зі збільшенням напруження зрушення (зміщення) τ чи швидкості зрушення $\dot{\gamma}$. Якщо для первинних матеріалів такі залежності в певній мірі характеризують матеріал і вони встановлені, то вторинні матеріали мають фактори невизначеностей. Це пов'язано з тим, що наприклад, поліпропілен володіє важливою особливістю – він здатний різко знижувати в'язкість при збільшенні градієнта швидкості зсуву, поліаміди – здатні плавитися у вузькому температурному інтервалі (3...5 °C), сильно зменшуючи при цьому в'язкість, що впливає на енергозатрати процесу переробки, тощо.

Для зменшення тертя і покращення течії полімерів всередині обладнання, що використовується при вторинній переробці, в більшість полімерів додають змазочні матеріали і речовини, які покращують технологічні властивості і які можуть впливати на зміну реологічних та теплофізичних властивостей. Одним із способів зниження затрат на споживання енергії при переробці полімерної упаковки є використання сировини і добавок, які мають відносно більш високу теплопровідність. Це означає, що продуктивність збільшиться за рахунок прискорення нагрівання полімерної суміші і охолодження готового виробу, а отже прискорюється і спрощується процес вторинної переробки.

Висновки. Найбільш сприятливі енерговитратні умови, на переробку полімерної упаковки, створює використання добавок на основі концентрату карбонату кальцію або крейди, теплопровідність якої на порядок вище ніж у основного полімеру.

18. Розширена відповідальність виробника в законі України «Про управління відходами»

Таміла Силенко, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні рівень утилізації полімерних відходів не перевищує 7 % при загальній утилізації відходів у 10 – 13 %, хоча внаслідок стабільного збільшення цін на полімерну сировину спостерігається стійка тенденція до зростання.

Матеріали і методи. Вивчення особливостей практичних аспектів розширеної відповідальності виробника в питаннях, що стосуються поводження з використаною упаковкою в Україні є актуальною новелою законодавчих актів. Для дослідження була використана європейська ієрархія поводження з відходами, методи порівняльного аналізу.

Результати. Основною передумовою реформи управління відходами є те, що сьогодні Україна фактично є стихійним сміттєзвалищем. Ситуацію значно погіршили відходи війни. Згідно даних за 2021 рік - понад 90% побутових відходів спрямовується на звалища, 1,7% спалюють. Побутові відходи захоронюються на 6000 сміттєзвалищ і полігонів, загальна площа яких майже 9 000 га, із них: 230 полігонів перевантажено, 824 полігони не відповідають нормам екологічної безпеки, 371 полігон потребує рекультивациі, при цьому рівень переробки відходів в країнах Європи це мінімум 40%.

20 червня 2022 року Верховна рада ухвалила законопроект від 4.6.2020 р. №2207-1-д, який набуде чинності з 9 липня 2023 р. і як стверджують є рамковим, і на його основі будуть розроблені кілька необхідних секторальних законів на шляху до цивілізованого управління відходами в рамках вимог, висунутих для того, щоб стати членом Європейського Союзу. Передбачається організувати планування системи управління відходами на національному, регіональному та місцевому рівнях; закрити старі сміттєзвалища, а ті, що залишаться, привести до європейських норм.

Наприкінці ХХ століття шведський економіст Томас Ліндквіст розробив модель розширеної відповідальності виробника (РВВ). Така стратегія поводження з відходами дозволяє вирішити екологічні проблеми та стимулює бізнес до важливих змін. Вона дозволяє зменшити кількість відходів на сміттєзвалищах, спонукає виробників переходити до замкнутого циклу виробництва. Раніше виробники контролювали лише якість продуктів та їх розподіл на ринку, тоді як РВВ передбачає відповідальність за збирання та подальшу переробку відходів упаковки.

Виробники певних товарів після прийняття спеціальних законів, які запровадять РВВ щодо конкретного виду продукції, будуть зобов'язані організувати колективно чи індивідуально системи розширеної відповідальності виробника для, як мінімум, приймання та/або збирання на всій території України від кінцевих споживачів відходів, що утворилися внаслідок використання продукції, а також подальше управління цими відходами. Фінансовий тягар будуть нести виробники (в т.ч. імпортери) таких товарів.

Висновок. РВВ передбачає, що виробник несе повну відповідальність за продукцію, яку випустив на ринок: збір, повторне використання, переробку чи утилізацію упаковки. Це європейський досвід, який має стимулювати бізнес до мінімізації утворення відходів та до їх переробки.

19. Використання важливих механізмів у поліграфії

Анастасія Крикун, Володимир Костюк

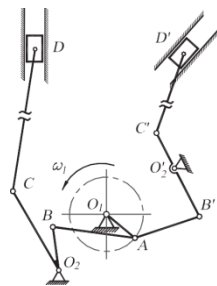
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поліграфічна промисловість пройшла складаний і багатівіковий шлях розвитку. Поява поліграфічної техніки розпочалася із заміни рукописних текстів на друковані і вперше книгодрукування з'явилося в IX ст. в Китаї і Кореї.

Матеріали і методи. Гутенбергівська буква – перша стандартна деталь в історії європейської техніки, що свідчить про становлення європейського книгодрукування з 1450 року. Йоганну Гутенбергу належить пріоритет у винаході друкарського верстата, по суті, в розробленні видавничого і друкарського процесів загалом.

Результати. Друкарський верстат Гутенберга мав зафіксовану нижню поверхню – талер і рухому поверхню – тигель. Після того як складені літери розміщувалися у металевій рамі для створення в затиснутому стані друкарської форми, їх намащували фарбою і покривали аркушем паперу, який стискався між двома поверхнями (талером і тиглем) для утворення відбитка. Технічна революція XIX століття перетворює поліграфію на окрему галузь. У 1807 році була винайдена перша друкарська машина продуктивністю 400 відб/год. У першій половині XIX ст. розвивається стереотипія - спосіб розмноження друкарських форм. У 70-ті роки з'являються найбільш продуктивні рулонні ротаційні машини високого друку. Наприкінці XIX ст. – машини глибокого друку.

Продуктивна робота технологічного пристрою можлива за злагодженої і безперебійної роботи всіх вузлів устаткування. Важливу роль відіграють важливі механізми які характеризуються послідовним з'єднанням ланок за допомогою кінематичних пар нижчого класу. Такі механізми можуть виконувати різноманітне призначення, наприклад, механізм фальцювальних ножів, що складається з початкового механізму та однієї групи Ассура другого класу, першої модифікації,



являється представником найпростішого механізму і є шарнірним механізмом. Це кривошипно-коромисловий механізм, який застосовується в фальцювальних апаратах машин із шириною задруковуваної стрічки до 600 мм. і механічних швидкостей до 20000 об/год. Інший приклад це механізм приводу ножів TPM SDY-1 фірми «Perfecta» (рис. 1), який утворюється паралельним приєднанням до початкового механізму двох груп Ассура другого класу, відповідно першої та другої модифікації, і в цілому є багатоланковим механізмом.

Рис. 1. Структурна схема механізму приводу ножів TPM SDY-1 фірми «Perfecta».

Більш складнішим є механізм третього класу - приводу штанцювального пресу що складається з початкового механізму 1-го класу до якого паралельно приєднані групи Ассура 3-го класу, які приводить в рух натискну плиту - через важливий розклинювальний механізм з трьох ланок. Такий механізм забезпечує строге вертикальне переміщення натискної плити до плоскої штанцювальної форми.

Висновки. Проведені дослідження показують, що серед всіх механізмів поліграфічних як і пакувальних машин близько 80% - це механізми другого класу, які з використанням відомих методів програмування та алгоритмів дослідження можуть легко створюватися та вирішувати різні задачі.

20. Дослідження інформації на споживчій упаковці

Євгенія Бабенко, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В умовах загостреної конкуренції між виробниками товарів, велике значення має упаковка та інформація що на ній розміщена, яка є фактором маркетингу на додаток до товару, ціни, методів поширення й стимулювання збуту.

Матеріали і методи. 6 серпня 2019 року в Україні почав діяти Закон «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів». Метою цього закону є надання споживачеві достовірної, достатньої інформації про продукцію, Закон передбачає якісне та розбірливе подання обов'язкової інформації на упаковці. В Україні діє Закон «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», який встановлює певні вимоги до маркування на споживчій упаковці.

Результати. Маркування товарів також регламентується законом про захист прав споживачів. Згідно з ним, кожен покупець повинен знати всю інформацію про продукцію. Ця інформація повинна бути доступною, зрозумілою і очевидною. Стежити за маркуванням – обов'язок і виробників, і продавців. Якщо магазин продає товар без відповідного маркування, він несе за це відповідальність, незалежно від того, чи надав ці дані виробник. Для різних типів продукції діють свої стандарти. Маркування повинне легко читатися і доносити інформацію без двозначностей і недомовок, неприпустиме введення покупця в оману.

Продукти харчування окрім обов'язкової інформації – назва продукту, склад, кількість продукту, поживна цінність, термін придатності, країна походження продукту та ін. маркуються особливим чином. Обов'язково вказуються: умови зберігання і рекомендації по використанню продукту; вказівка про зміни терміну зберігання після відкриття упаковки; харчова цінність в цифрах; склад в порядку убубання масової частки кожного інгредієнта; позначення наявності ГМО-компонентів або екологічної чистоти продукту; вказівка на використання ароматизаторів, на наявність у складі кофеїну, лікарських рослин, регуляторів кислотності, стабілізаторів, емульгаторів та інших домішок.

Згідно з результатами, створеного та проведеного опитування покупців, більшість людей при виборі харчових продуктів цікавляться інформацією на споживчій упаковці – 82%, а 18% - ні. В першу чергу споживачі звертають увагу на термін придатності продукції (90% опитаних), який потрібно особливо виділяти.

Дослідження показують, що головною проблемою є наявність необов'язкової інформації, що впливає на шрифт та читабельність тексту. Зустрічаються випадки ідентичної інформації, що повторюється, на одному виді виробу – до п'яти (!) разів. Такі випадки свідчать про зайві витрати матеріалів, витрати робочого часу техніки та споживання енергії, тощо. На етапі утилізації такої групи використаного матеріалу це додатково забруднення, а якщо розглядати вторинну переробку то нові проблеми з очищенням такої сировини та знову енергетичні витрати, тощо. Приклади «вікіпедійної» інформації на упаковці свідчать про відповідні підходи до ресурсозаощадження, до екологічних проблем сучасності та їх подолання.

Висновки. Для кращого візуального сприйняття споживачем змісту упаковки, а також умов рециклінгу використаної упаковки, потрібно обмежуватись обов'язковою (мінімальною) інформацією на ній та не використовувати зайвого тексту.

21. Дослідження шляхів отримання рекуперації енергії

Євген Скуйбіда, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поняття енергії складалося у фізиці протягом багатьох століть. Його розуміння весь час змінювалося. Уперше термін "енергія" у сучасному фізичному розумінні застосував у 1808 році Томас Юнг, до того вживався термін жива сила.

Матеріали і методи. Відповідно до різних форм руху матерії, розрізняють такі типи енергії: механічну, електричну, хімічну, атомну, теплову та ін., енергію внутрішню і енергію у полі зовнішніх сил. У фізичних процесах види енергії можуть перетворюватися один у інший. Наприклад, атомна енергія в атомних електростанціях перетворюється спочатку у внутрішню теплову енергію пари, яка обертає турбіни (механічна енергія), що в свою чергу індукують електричний струм в генераторах (електрична енергія), який використовується для освітлення (енергія електромагнітного поля) тощо.

Результати. Поняття енергії пов'язане зі здатністю фізичного тіла або системи виконувати роботу – це скалярна фізична величина, загальна кількісна міра руху і взаємодії всіх видів матерії. Історія розвитку техніки показує, що обертальний рух обумовлює основну форму передачі і використання механічної енергії, рушійною силою якої в переважній більшості виступає електрична енергія.

Розвиток людства та технологічний прогрес характеризується потребами та вимогами використання все більшої кількості енергії не звертаючи увагу на обмеженість не поновлюваних видів енергії. Актуальною є рекуперація – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі. Розрізняють такі види рекуперативних систем: механічні, електричні, пневматичні. Так у двигуні внутрішнього згорання використовується маховик, який може накопичувати та віддавати кінетичну енергію, забезпечуючи рівномірність ходу машини, надійність і довговічність роботи. Сучасний маховичний накопичувач енергії (МНЕ) працює за рахунок розгону ротора (махового колеса) до високої швидкості й накопичує енергію у якості енергії обертання. Для використання накопиченої енергії обертання система із маховиком переводиться в електрогенераторний режим. У передових МНЕ-системах ротори виготовлені з високоміцних вуглецевоволокняних композиційних матеріалів. Вони можуть розвивати швидкість від 20000 до 50000 об/хв у вакуумній камері, у якій вони закріплені на магнітних підшипниках. В пневматичних системах на основі стисненого повітря з використанням балонів під тиском 300 атмосфер досягається подача енергії протягом 10 годин. В основі є генерація електрики при протіканні повітря через камеру, яка аналогічна за будовою до відцентрового вентилятора. Роль ротора виконує гвинт вентилятора. Використовуються модулі рекуперації при керуванні кінематичними системами, які накопичують при розгоні та гальмуванні велику кількість енергії.

Висновки. Найбільшого поширення рекуперація енергії набула на транспорті, де відбувається перетворення механічної енергії у електричний струм і віддача його назад у контактну мережу, або до акумуляторних батарей.

Література

1. Соколенко А.І. Васильківський К.В. Костюк В.С. Про можливість рекуперації кінетичної енергії в машинах і механізмах // Харчова промисловість 2016. №19. С. 92-99.

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. Дослідження абсорбційних властивостей апарата з механічним перемішувальним пристроєм

Анастасія Кірда, Ярина Заїцька, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Масштабування та експериментальні дослідження масопередачі при культивуванні мікроорганізмів неможливі без врахування гідродинамічних особливостей процесу. У зв'язку з цим виникає проблема вибору методик по вимірюванню концентрації розчиненого кисню та розрахунку об'ємного коефіцієнта масо передачі. Традиційні способи такого аналізу є складними та громіздкими.

Матеріали і методи. Лабораторна турбінна мішалка, полярографічний мембранний датчик розчиненого кисню, контрольний прилад КЛ-115, потенціометр КСП-4М, сульфат натрію (Na_2SO_3), динамічний метод вимірюванні концентрації розчиненого кисню, інтегрована система Math CAD.

Результати. Ефективність процесу біосинтезу залежить в основному від інтенсивності процесу абсорбції кисню, тому такі вимоги виконують при застосуванні апаратів з потужною системою перемішування. Дослідження абсорбційних властивостей апарата з механічним перемішувальним пристроєм виконувались в режимах самоаерації при певних частотах обертання мішалки. Турбінна мішалка відкритого виконання з діаметром корпусу 200 мм, діаметр турбіни 100 мм з глибиною занурення 210 мм, частота обертання змінювалась фіксовано в межах 1 – 1200 об/хв.

Концентрація розчиненого кисню фіксувалась мембранним полярографічним датчиком з передачею сигналу на, контрольний прилад КЛ-115. Внутрішній об'єм датчика заповнювався електролітом та ізольовано від середовища тонкою газопроникною мембраною з фторопласта. Інерційність датчика враховувалась вимірюванням його розбіжної характеристики, яка діставалась за миттєвої зміни концентрації розчиненого кисню в середовищі, з якого повністю вилучено кисень, до концентрації, що відповідає повному насиченню. У модельну рідину додавали розчин сульфату натрію для видалення розчиненого кисню та для виведення вимірювальних приладів на початок відліку вимірювань.

Після встановлення певної частоти обертання, тобто режиму аерації системи за допомогою КСП будувалась S-подібна крива насичення системи киснем, що описується рівнянням $\ln [(C_p - C_1)/(C_p - C_2)] = K_v(\tau_2 - \tau_1)$, де C_1 і C_2 - відповідно концентрації кисню в рідині, що відповідають моментам часу τ_1 і τ_2 . Вплив гідродинаміки, яка визначала насичення киснем системи оцінювався графічними залежностями $\ln(C_p - C) = f(\tau)$, що характеризує швидкість зміни сорбції кисню. Таке узагальнення результатів експерименту уможливило визначити час релаксації процесу τ_p , тобто час, за який рушійна сила змінюється у e разів (e — основа натуральних логарифмів): $\ln(e) = K_v \tau_p$. Звідки об'ємний коефіцієнт масопередачі сорбції кисню розраховувався як обернена величина часу релаксації: $K_v = 1/\tau_p$.

Висновки. Встановлено, що ефект інтенсифікації процесу абсорбції досягається збільшенням поверхні бульбашок повітря за рахунок їх подрібнення та збільшення швидкості відносного руху фаз, що призводить до оновлення поверхні контакту між ними. Розглянута методика розрахунку об'ємного коефіцієнта масопередачі за часом релаксації може бути використана для визначення масообмінних характеристик процесу абсорбції інших типів апаратів з різними типами перемішування.

2. Систематизація екстракційної апаратури з інтенсивними гідродинамічними режимами її роботи

Руслана Москаленко, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вибір екстракційної апаратури з інтенсивними режимами роботи для раціонального перероблення сировини потребує відповідної її систематизації.

Матеріали і методи. Лабораторна екстракційна апаратура із інтенсивними гідродинамічними режимами, збір та аналіз літературних джерел, їх систематизація та узагальнення відповідно до тематики.

Результати. Швидкість і повнота екстрагування сировини рослинного походження залежить від розміру частинок, температури, тривалості проведення процесу, гідромодуля та інших факторів, але в більшості випадків від раціонального підбору самої екстракційної апаратури. Відомо, що для інтенсифікації процесу екстрагування достатньо досягти швидкості відносного руху фаз порядку 0,01 – 0,02 м/с, щоб цілком зняти зовнішній дифузійний опір. Тому одним з найбільш простих і ефективних в апаратурному оформленні і, відповідно, найбільш надійним з експлуатаційної точки зору є використання апаратів, з активними гідродинамічними режимами роботи, як приклад - за допомогою низькочастотних механічних коливань, завдяки низьким витратам енергії та можливості створення інтенсивної знакозмінної турбулізації робочого потоку. Це пояснюється тим, що зовнішня енергія може рівномірно, або по заздалегідь заданому закону, розподілятися по поперечному перерізу й висоті апарата та відповідно впливати на поле швидкостей взаємодіючих фаз. Крім того, такі екстрактори дозволяють створювати режими близькі до ідеального. При цьому в більшості випадків зникає необхідність у розміщенні додаткових секціонуючих пристроїв. Ці апарати при відповідній облаштованості можна застосовувати для процесів, що проходять під підвищеним або зниженим тиском, при переробці вогне- і вибухонебезпечних продуктів. Широкого розвитку екстракційна техніка періодичної, напівбезперервної та безперервної дії набула в цукровому, хіміко-фармацевтичному й оліє-жировому виробництвах, але до цього часу відсутня чітка її систематизація за основними ознаками. Детальний аналіз відомих класифікаційних ознак екстракторів дозволив їх узагальнити, систематизувати та запропонувати інтегровану на сьогодні класифікаційну структуру в основу якої покладена, як базова, ознака класу режиму процесу із трьома складовими класами, а саме: режим безперервного процесу, періодичного процесу та режим напівбезперервного процесу. Кожний з цих трьох класів базової ознаки містить два типи апаратів, а саме: перша група так званих традиційних конструкцій, які забезпечують виконання умов екстрагування способом використання механічних сил (з відповідними конструктивними засобами: транспортери, елеватори, шнеки, ротори тощо); друга — група вібраційних апаратів, в яких основний процес забезпечується введенням енергії в систему генераторами коливань. Групи апаратів системно розподілені за способом інтенсифікації процесу, за видом твердої фази, за гідродинамічним станом екстрагента та гідродинамічним станом твердої фази.

Висновки. Наведена система розподілу екстракторів дозволяє користувачу та досліднику визначати пріоритетність певних класифікаційних ознак при виборі екстракційного обладнання для відповідного виробництва.

3. Інтенсифікація зовнішнього масообміну в апаратах з віброперемішувальними пристроями

Богдан Поліщук, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Переваги використання коливальних ефектів для інтенсифікації масообміну між взаємодіючими фазами в апаратах з перемішувальними пристроями визначаються інтенсивною гідродинамікою.

Матеріали і методи. Лабораторний ферментер з вібраційною системою перемішування, зразки кристалогідрату сірчаноокислого алюмінію $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, тахометр, термометр, аналітичні терези, секундомір, теорія масопередачі.

Результати. При моделюванні масообміну процесу розчинення в апаратах з перемішувальними пристроями заслуговують на увагу способи отримання інформації про гідродинамічний стан навколо частинки за ефективною швидкістю її обтікання.

Дослідження інтенсивності зовнішнього масообміну здійснювались для мішалки з вібраційною системою перемішування діаметром 170 мм з використанням модельних зразків кристалогідрату сірчаноокислого алюмінію визначеної циліндричної форми (діаметром 14 і висотою 22 мм). Перед та після розчинення кожний зразок зважувався на аналітичних терезах, закріплювався в спеціальному тримачі та вводився в робочу зону на одну хвилину. Враховуючи, що стадія розчинення є лімітуючою, припускалось, що коефіцієнт розчинення зразка K_m , що визначається з основного диференціального рівняння масопередачі характеризує дію вільної конвекції і дорівнює коефіцієнту масовіддачі. Керованими факторами, що впливали на гідродинаміку в апараті були частота та відстань зразка від джерела коливання.

Оскільки в процесі розчинення зразків поверхня масовіддачі безперервно змінюється, для розрахунку коефіцієнта розчинення використовували формулу 1:

$$K_m = \frac{2\sqrt{G_0} \cdot (\sqrt{G_0 - \theta/2} - \sqrt{G_1 + \theta/2})}{F\theta \cdot (C_H - C) \cdot \tau}$$

де G_1 , G_0 - маса зразка до і після розчинення; C_H і C — відповідно концентрація насичення і концентрація розчинюваної речовини в основній масі розчинника, $кг/м^3$.

Критерій Рейнольдса, що характеризує гідродинамічну обстановку в апараті з вібрувальним пристроєм розраховувався за рівнянням:

$$Re_B = w_0 d / \left[\nu \cdot (1 + L/D)^{2+0.5 \cdot 10^6} \cdot \mu_c^2 \right]$$

де ν — коефіцієнт кінематичної в'язкості насиченого розчину розчинюваної речовини, $м^2/с$; μ_c — коефіцієнт динамічної в'язкості середовища (розчинника), $Па \cdot с$; d - діаметр розчинюваного зразка, $м$; D , L — відповідно діаметр апарата і відстань зразка від вібрувального пристрою (робочої пластини), $м$. Результати досліджень представлено у вигляді графічних функціональних залежностей $K_m = f(Nu_d)$, де Nu_d — дифузійний критерій Нуссельта та узагальнено рівнянням. Встановлено, що незначна зміна швидкостей пульсуючих потоків генерованих віброперемішувальним пристроєм, призводить до суттєвого зростання коефіцієнта розчинення, а саме: значно інтенсифікує зовнішню дифузію.

Висновки. Отримані результати свідчать, що швидкість міжфазової взаємодії у дослідній системі обумовлюється інтенсивністю турбулентних локальних пульсацій, генерованих перемішувальним пристроєм на границі поділу фаз.

4. Оптимізація рецептури та оцінювання органолептичних показників пюре із солодкого перцю і червоного буряка

Валерія Луняєва, Наталія Попова, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сучасному етапі є попит на плодоовочеву консервовану продукцію. Щоб забезпечити випуск актуальної продукції інженери-технологи розробляють вдосконалені технології переробки овочевої сировини, а виробники використовують нові види сировини або їх поєднання в певних співвідношеннях.

Матеріали і методи. У ході написання роботи було проаналізовано вітчизняні та міжнародні наукові статті та монографії, онлайн-ресурси. Матеріалом для дослідження обрано пюре із буряка та пюре із солодкого перцю. Проведено органолептичне оцінювання нового продукту за вимогами чинної нормативної документації.

Результати. Для підбору кількості пюре із столового буряка та дослідження органолептичних показників було взято 3 зразки продукту із таким вмістом пюре на 100 г готового продукту: 1 зразок — 15 г; 2 зразок — 10 г; 3 зразок — 20 г.

Досліджено зміни органолептичних показників пюре із солодкого перцю із додаванням пюре із буряка по відношенню до пюре із солодкого перцю:

- смак та запах: з'явився досить відчутний присмак та запах буряка, властивий буряку, який пройшов термічну обробку, але смак та запах перцю все одно явно відчутний;

- колір: відчутно змінився, бо було додано пюре з буряка, раніше світло-помаранчевий колір пюре із солодкого перцю став злегка фіолетовим або буруватим за рахунок додавання буряка;

- зовнішній вигляд: можуть поодинокі зустрічатися невеликі шматочки не до кінця протертого буряка, але загалом однорідне пюре;

- консистенція: пореподібна, досить текуча маса, консистенція змінилась не сильно, стала більш щільною за рахунок додавання пюре із столового буряка.

Розраховано комплексний показник для отриманих продуктів із вмістом пюре буряка 10, 15 та 20 % за формулою

$$K_0 = M_1 \frac{P_1}{P_1^{\delta}} + M_2 \frac{P_2}{P_2^{\delta}} + M_3 \frac{P_3}{P_3^{\delta}} + M_4 \frac{P_4}{P_4^{\delta}}$$

де M_i — коефіцієнт вагомості показника якості; P_i — значення показника якості; P_4^{δ} — значення базового показника.

Значення лінійного критерію розраховують за формулою

$$Z = c_1 f_1 + c_2 f_2 + \dots + c_n f_n$$

Критерій багатокутника якості розраховують за формулою

$$F = c_1 f_1 f_2 + c_2 f_2 f_3 + \dots + c_n f_n f_{n+1}$$

Після проведення органолептичних досліджень та здійснення оптимізації складу пюре із солодкого перцю було встановлено, що оптимальна кількість пюре із столового буряка, яке буде додаватись до рецептури пюре із солодкого перцю, буде становити 15,4 %.

Висновки. Проведено органолептичну оцінку пюре із солодкого перцю із додаванням пюре із столового буряка в кількостях 10, 15, 20 г/100 г готового продукту. Побудовано профілограму якості та графік для отримання оптимальної кількості пюре із столового буряка.

5. Баромембранне розділення солюбілізованого екстракту бурштину

Валентин Чорний, Тарас Мисюра, Наталія Попова

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Розробка та виробництво продуктів, що мають біологічну цінність та високу органолептичну якість, є постійно актуальним завданням харчової, косметичної та фармацевтичної промисловостей. Для створення таких продуктів перспективним є використання цільових компонентів бурштину, які можна отримати шляхом екстрагування з такого природнього полімеру.

Матеріали і методи. Отримали екстракт методом динамічної мацерації з етанолу за температури 72°C протягом 5 годин безперервного екстрагування концентрація 1,9%. Для досліджень використовували розчин 20:1 води та екстракту. Для фільтрування солюбілізованого екстракту користувалися баромембранною установкою з ультрафільтраційними мембранами УПМ-10 (10 кДа), УПМ-50 (50 кДа) та мікрофільтраційні МФАС-ОС1 (0,22 мкм), МФАС-ОС2 (0,45 мкм).

Результати. Було перевірено ефективність баромембранного фільтрування солюбілізованого екстракту бурштину через мембрани із різними розмірами пор. Проведено фільтрування з використанням ультрафільтраційних мембран УПМ-10, УПМ-50, що дозволило отримати прозорий безбарвний пермеат екстракту бурштину. Досліджено ефективність розділення солюбілізованого розчину на мембранах МФАС-ОС-1 (0,22 мкм) та МФАС-ОС-2 (0,45 мкм). З'ясовано, що мембрана з розмірами пор 0,45 мкм не змогла повністю затримати міцели екстракту та забезпечити прозорість пермеату. Мембрана з мінімальним розміром пор, що може забезпечити ефективне розділення солюбілізованого екстракту бурштину від утворених міцел, мусить мати пори не більше 0,22 мкм. Це означає, що розмір самих міцел становить від 0,22 до 0,45 мкм. При фільтруванні солюбілізованого екстракту з мембранами різного розміру пор встановлено залежність зміни питомої продуктивності процесу в часі.

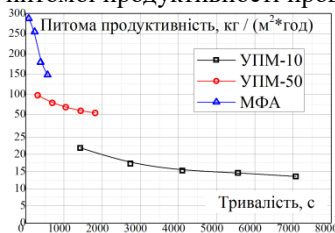


Рис. 1. Кінетика питомої продуктивності фільтрування

Показники зниження продуктивності становлять 37,9% на мембрані УПМ-50, 44,9% на мембрані УПМ-10 та 48,5% на мембрані МФАС-ОС-1 за однаковий пропущений об'єм розчину. Мембрани знижують свою продуктивність по різному, однак в діапазоні 38–48%. При цьому менше зниження продуктивності спостерігається за використанням ультрафільтраційної мембрани УПМ-10, що має найменші розміри пор серед обраних мембран, та поступово це зниження зростає із збільшенням розмірів пор.

Висновки. Узагальнюючи всі отримані результати, можемо зробити висновок, що освітлення солюбілізованого екстракту бурштину може бути здійснене методом фільтрування розчину з використанням мембран, що мають розмір отворів пор $\leq 0,22$ мкм.

6. Відцентрове розділення солюбілізованого екстракту бурштину

Валентин Чорний, Тарас Мисюра, Володимир Зав'ялов

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. В технологіях виробництва харчових продуктів існують процеси, що відділяють небажані домішки утворені при переробці з метою отримання стабільного та якісного готового продукту. Такий процес також необхідний з метою отримання питної води з екстрактом бурштину.

Матеріали і методи. Для дослідження були одержані екстракти бурштину з різним вмістом сухих речовин. Екстракти були отримані із застосуванням етанолу. Кожне центрифугування відбувалось протягом 10 хв за різної частоти обертання 5-15 тисяч об/хв. Оптична густина визначалася на спектрофотометрі в кюветі товщиною шару 5мм за довжиною хвилі 500 нм.

Результати. Технологія виробництва питної води з екстрактом бурштину передбачає змішування малополярного екстракту з водою з подальшим вилученням більш легкого малополярного розчинника з об'єму екстракту. Однак при змішуванні води з малополярним екстрактом бурштину відбувається процес солюбілізації суміші. Це процес, коли поверхнево-активна речовина, яка зазвичай не розчиняється у розчиннику, формує міцели, які можуть розчинити тверді, рідкі або газоподібні речовини в дисперсійному середовищі, утворюючи стійкий розчин. В результаті цього суміш набуває білого мутного кольору, інтенсивність і щільність якого прямопропорційно залежить від вмісту сухих речовин у вихідному екстракті та кількістю доданої води. А після вилучення малополярного розчинника кількість міцел набуває свого максимуму на одиницю об'єму водного середовища.

В деяких технологіях солюбілізацію проводять спеціально для стабілізації та емульгування продуктів, однак у випадку виробництва питної води з екстрактом бурштину, цей процес є небажаним оскільки це погіршує органолептичну привабливість готового продукту відсутністю прозорості води. З цією метою розглянуто способи освітлення солюбілізованого екстракту. Було досліджено розділення міцел баромембранним та центрифугаційним методами, а також електроліз суміші як спосіб зворотної солюбілізації.

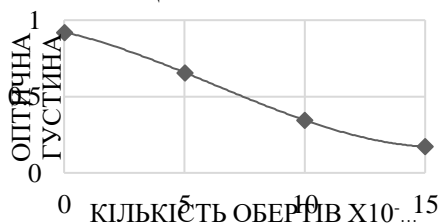


Рис. 1. Результати центрифугування солюбілізованого екстракту

Оптична густина як показник, за яким контролювали якість розділення, знижувався відповідно до швидкості обертання центрифуги та характеризувався логарифмічним впливом на процес.

Висновки. Попередні результати вказують, що навіть при подальшому збільшенні чисел обертів відцентровим методом розділення не вдасться якісно очистити екстракт від міцел. З метою розвитку цього дослідження цікавим є проведення дослідження з використанням хімічних осаджувачів та коагулянтів з подальшим їх відділенням з освітленого продукту.

7. Вплив електроіскрових розрядів на властивості та якісні показники хмелю

Богдан Жигун, Юлія Запорожець, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний розвиток харчової промисловості в Україні вимагає все більш жорстких вимог до якості та асортименту продукції, зниження витрат на сировину та енергоресурси. Щоб відповісти на ці вимоги, необхідно розробляти енергоощадні та маловідходні технологічні процеси переробки сировини на кінцевий продукт. Одним з основних об'єктів перероблення є рослинна сировина, яку використовують у харчовій, фармацевтичній, мікробіологічній, хімічній та інших галузях промисловості. Традиційні методи оброблення рослинної сировини мають недостатньо високу ефективність та глибину перероблення. З цієї причини, перспективним напрямком у розробленні нових процесів харчового виробництва є застосування електрофізичних методів оброблення.

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. У XXI столітті проведені дослідження, пов'язані з електрогідралічним ефектом, що може змінювати характеристики харчових продуктів, набули великого розвитку в Національному університеті харчових технологій. Під керівництвом професора Українця А.І. була створена наукова школа, яка зосереджується на використанні імпульсних енергетичних полів для оброблення харчових продуктів та напівфабрикатів.

Цей метод полягає в створенні ударної хвилі в рідині за допомогою спеціально сформованого імпульсного високовольтного електричного розряду. Канал розряду оточується зоною високого імпульсного тиску, який впливає на навколишнє середовище у формі вибухового механічного впливу.

Енергія розряду перетворюється на механічну роботу та рух середовища. Завдяки високій концентрації енергії та короткочасності її виділення можна розглядати явища, що відбуваються в рідині, з позиції фізики вибуху.

Один імпульсний розряд виключає, принаймні, два гідралічних удари: перший — в момент утворення порожнини, другий — при її закриванні. При визначаючих умовах (висота стовпа рідини, тиску, розмір порожнини та ін.) газова порожнина здійснює декілька пульсацій, що являється логічним наслідком розриву суцільності рідини і адіабатичного її стиснення.

Форма порожнини на стадії досягнення нею кінцевого розміру близька до сферичної. Однак початкова стадія розвитку каверни не характеризується сферично симетричним рухом. Каверна витягнута вздовж осі розряду. Такий характер початкової стадії розвитку каверни відповідає вибуху циліндричного заряду кінцевої довжини.

Вимірювання, проведені при виконанні серії експериментів, дають наступні характеристики пульсацій каверни: максимальний діаметр каверни при першій, другій та третій пульсаціях складає 6,3; 2,9; 1,6 мм. Періоди послідовних пульсацій є рівними $T_1 = 590\text{мкс}$, $T_2 = 240\text{мкс}$, $T_3 = 130\text{мкс}$.

Висновки. Встановлено, що при перепаді тиску $>50\text{МПа}$ товщина фронту набагато менше характерного розміру мікроорганізмів, що дозволяє розглядати останні як макрооб'єкти.

8. Методи екстрагування біологічно активних речовин з рослинної сировини

Анна Митяй, Оксана Ремеза, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасному світі все більше звертають увагу на корисність природних продуктів, зокрема рослинної сировини, яка містить біологічно активні речовини. Для отримання цих речовин застосовуються різні методи екстрагування, які дозволяють вилучити та зберегти корисні компоненти рослин, що можуть бути використані в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості.

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. Екстрагування біологічно активних речовин з рослинної сировини - це процес вилучення корисних речовин з рослин, таких як флавоноїди, терпени, алкалоїди, полісахариди та інші. Існує багато різних методів екстрагування, що використовуються для отримання біологічно активних речовин з рослинної сировини. Деякі з них включають механічну екстракцію, розчинники, водні екстракти, мікрохвильову екстракцію.

Механічна екстракція полягає в руйнуванні клітин рослин для звільнення біологічно активних речовин, що містяться всередині. Цей метод може бути використаний для отримання речовин, які мають високу молекулярну масу, таких як полісахариди.

Екстракція розчинником полягає в розчиненні біологічно активних речовин у відповідному розчиннику, який може бути водним або органічним. Цей метод є швидким та ефективним, але може вимагати великої кількості розчинника та створювати проблеми з утилізацією відходів.

Водні екстракти - це метод екстрагування, який використовує воду як розчинник для виділення біологічно активних речовин з рослинної сировини. Водні екстракти використовуються, коли важливо зберегти властивості речовини, що екстрагується, і уникнути її розкладу або денатурації. Зазвичай, цей метод є безпечним, економічним та екологічно чистим, тому він є дуже популярним серед виробників фармацевтичних та харчових продуктів.

Мікрохвильова екстракція - це метод екстрагування, який використовує мікрохвильові поля для виділення біологічно активних речовин з рослинної сировини. Цей метод дозволяє зберегти більшу частину активних речовин із збереженням їх властивостей за менший час порівняно з іншими методами екстрагування.

Однак, мікрохвильова екстракція може мати деякі недоліки, такі як висока температура екстрагування та ризик виникнення неконтрольованих хімічних реакцій, які можуть призвести до розкладу речовини або зміни її властивостей. Тому, перед використанням методу мікрохвильової екстракції, необхідно ретельно дослідити питання безпеки та ефективності даного методу.

Висновки. Для досягнення оптимального результату необхідно враховувати властивості рослинної сировини, яку екстрагують, а також вибирати найбільш підходящий метод екстрагування, який дозволяє отримати необхідну кількість біологічно активних речовин з максимальною ефективністю.

9. Аналіз фракційного складу хмельової сировини.

Юлія Кравцова, Юлія Запорожець, Наталія Мельник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі хміль є важливою складовою для виробництва пива та інших напоїв. Дослідження фракційного складу хмельової сировини є важливим етапом для забезпечення якості та стабільності продукту. У даному дослідженні буде проаналізовано фракційний склад хмельової сировини з метою з'ясування її складових та визначення їх впливу на якість кінцевого продукту.

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. Підготовлену до екстрагування хмельову сировину просіюємо через підготовлені сита та визначаємо його фракційний склад.

З метою визначення впливу подрібнювальної механічної дії вібротранспортувальних пристроїв на хмельову сировину під час екстрагування збираємо її після розвантажувального пристрою, висушуємо і робимо повторний аналіз.

Розраховуємо середній розмір $d_{іср}$ частинок кожної фракції (сходу). Для першої фракції, тобто сходу першого (з максимальними отворами) сита, $d_{іср}$ можна взяти таким, як розмір цього сита, або більшим на половину різниці між верхнім і нижче розміщеним ситами.

Форму частинки хмельової сировини, якщо розглядати її з класичних позицій задачі екстрагування, можливо вважати як пластинчасту.

Дійсно, довжина пластинки хмелю у багато разів більша за розмір поперечного перерізу і це дає підстави вважати частинку безкінечно довгою та нехтувати явищами на її торці. Це уявлення припустиме, але не ідеальне. Оскільки механічна дія віброперемішувальних пристроїв здатна руйнувати сировину (рушити шишки, утворювати уламки та ін.), то можливо констатувати про утворення нових поверхонь, їх збільшення і як наслідок створення умов спресовування.

Результати ситового аналізу свідчать про те, що після екстрагування, а також під час проведення процесу все ж таки відбувається руйнування часток. При цьому середньозважений розмір змінився від 8,3мм до 3,4мм майже у 2,5 рази, коефіцієнт відхилення від середнього значення до і після екстрагування від 67% до 49% відповідно. Але все ж така зміна при віброекстрагуванні лише призводить до інтенсифікації молекулярної та конвективної дифузії. Оскільки руйнування поверхні зменшує відстань яку проходить цільовий компонент всередині сировини до її поверхні, її збільшення, а сам принцип роботи апарата, активна дія на взаємодіючі фази віброперемішувальних пристроїв, забезпечує постійний їх відносний рух.

Висновки. Екстрагування хмелю є складним процесом, який вимагає уваги до деталей. Результати ситового аналізу свідчать про те, що під час екстрагування хмельової сировини відбувається руйнування часток, але це лише призводить до інтенсифікації молекулярної та конвективної дифузії. Це важливо при визначенні оптимальних умов екстрагування хмелю, а також при проектуванні вібротранспортувальних пристроїв для екстрагування. Вібротранспортувальні пристрої є ефективними інструментами для покращення процесу екстрагування хмелю, але їх вплив на хмельову сировину повинен бути ретельно дослідженим.

10. Оцінювання інтенсивності гіркоти екстракту хмелю

Євген Іванець, Ангеліна Мосьпан, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Значення інтенсивності гіркоти є одним з ключових показників характеристики хмелю. Вимірювання величини гіркоти може допомогти встановити оптимальні умови для використання хмелю в різних продуктах харчування та напоях. У цьому дослідженні буде проведено оцінку інтенсивності гіркоти екстракту хмелю з метою отримання більш повної інформації про його характеристики та можливості використання в різних галузях промисловості.

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. За отриманими дослідними даними на спектрофотометрі згідно з методикою розраховуємо значення величини гіркоти хмельового екстракту (табл.1).

Таблиця 1

Величина гіркоти екстракту в залежності від часу екстрагування

Тривалість екстрагування, хв.	10	20	30	40	50	60
Величина гіркоти, од. ЕВС	21	24,9	32,7	39,5	33	28,7

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманих для тієї самої проби при довірчій ймовірності $P = 0,95$, не перевищувала $1,2 \text{ мг/дм}^3$. Методика розрахована для визначення гіркоти при досить помірній величині.

Екстракти ж можуть бути концентровані, тобто мати ВГ 70...100 і більше одиниць в залежності від співвідношення хміль : екстрагент. Тому їх доцільно розбавляти для визначення високих значень ВГ.

Проведені експерименти і розрахунки показують, що найточніші результати дає аналіз, якщо вміст ізо-альфа-кислот в дослідній пробі дорівнює 25...40 одиниць.

Тому метод визначення ВГ доцільно модифікувати внесенням уточнення щодо попереднього розбавлення відповідне в 2...3 рази.

Отримана в експериментах тривалість оброблення в екстракторі підтверджує результати раніше проведених досліджень про закономірність екстремального накопичення ізогумулону під час оброблення хмелю при кип'ятінні пивного суслу: до 60-90 хв зростання, потім зниження через занадто глибоку ізомеризацію і перетворення альфа-кислот у малоцінні речовини, які не визначаються методикою як ізогумулон.

Висновки. Отримані результати експериментів показують, що визначення величини гіркоти хмельового екстракту за методикою, яку ми використовували, дає досить точні результати при помірній величині екстракту. Однак, для екстрактів з високим вмістом ізо-альфа-кислот рекомендується їх перед визначенням розбавляти. Крім того, проведені дослідження підтверджують закономірність екстремального накопичення ізогумулону в ході оброблення хмелю при кип'ятінні пивного суслу, що може впливати на точність результатів визначення гіркоти. Тому, для отримання найточніших результатів визначення гіркоти екстракту хмелю, рекомендується використовувати модифікований метод з уточненням щодо попереднього розбавлення.

12. Встановлення вмісту адсорбційних комплексів на поверхні шунгіта

Марина Пасічник, Світлана Матко, Людмила Мельник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З метою подовження тривалості використання шунгіта для адсорбційного очищення водно-спиртових розчинів були проведені дослідження вмісту адсорбційних комплексів на поверхні шунгіта.

Матеріали і методи. Використовували метод термографіметрії (ТГ). Стан поверхні адсорбента вивчали методом програмованої термодесорбції (ТПДМС).

Результати. Встановлено, що вихідний шунгіт характеризується незначним сумарним ефектом (менше 1.2%) втрати маси при нагріванні в інтервалі 30 - 500°C. Ефект втрати маси при 100 °C відповідає десорбції фізично сорбованої води, а подальше зменшення маси при нагріванні, ймовірно, пов'язано з розкладанням функціональних груп поверхні шунгіта і видаленням газоподібних CO₂, CO, H₂O, SO₂.

Порівняно з вихідним зразком, шунгіт після 5 циклів адсорбції характеризується помітним ефектом втрати маси в температурному інтервалі 80 – 180 °C.

В отриманих ТПДМС-спектрах шунгіта після 5 циклів сорбції знайдено фрагменти спиртової серії з $m/z = 31$ і 45, фрагменти алканової ($m/z = 29,43$) та алкенової ($m/z = 27,41$) серій. Виділення фрагментів спиртової серії спостерігається в інтервалі температур 100 – 250 °C з максимумом при 195 °C, що вказує на утворення доволі міцних форм сорбованих спиртів. Їхнє утворення є імовірним внаслідок окиснення альдегідів, які присутні як домішки у водно-спиртових розчинах. Результати ТГ та ТПДМС досліджень вказують на існування різних типів сорбційних центрів на поверхні шунгіта.

Таким чином, незважаючи на невеликі питому поверхню та сорбційний об'єм шунгіт спроможний ефективно сорбувати вищі спирти та інші домішки з водно-спиртових розчинів з утворенням доволі міцних адсорбційних комплексів. В результаті термічної обробки при 180 °C у вакуумі адсорбційні комплекси фактично повністю розкладаються, що призводить до регенерації і незначного збільшення поверхні та сорбційного об'єму шунгіта.

Висновки. Одержані дані вказують на принципову можливість відновлення адсорбційних центрів на поверхні шунгіта після 5 циклів сорбції, що подовжить термін його використання як сорбента. Імовірною причиною таких властивостей шунгіта є поєднання в його складі вуглецевої та мінеральної складової та наявність різноманітних функціональних груп, що забезпечує формування адсорбційних центрів різної природи.

13. Встановлення кратності регенерації шунгіта для його використання

в очищенні сортівки

Людмила Ткачук, Світлана Матко, Людмила Мельник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Значний науковий та практичний інтерес представляє питання кратності регенерації шунгіта, тобто скільки раціональних циклів адсорбції шкідливих домішок сортівки можна здійснити у виробничих умовах.

Матеріали і методи. Структурні властивості поверхні вихідного зразка шунгіта до та після його застосування в циклах сорбції визначали методом адсорбції азоту при 196°C з використанням приладу Quantachrome Nova Win 2.

Результати. Перед проведенням досліджень зразки шунгіта дегазували при 180°C протягом 20 год. у вакуумі, що гарантувало видалення з поверхні всіх фізично адсорбованих речовин. Питому поверхню (S) зразків визначали методом БЕТ, об'єм пор (V_s) з величини адсорбції азоту при $P/P_s = 0.99$, розподіл пор – методом DFT. Ефективність адсорбційного очищення сортівки шунгітом визначали за допомогою ефекту очищення за формулою:

$$E = \frac{100 \times (K_1 - K_2)}{K_1},$$

де K_1 та K_2 – кількість вилучених домішок в необробленому і обробленому шунгітом водно-спиртовому розчині.

Кратність регенерації шунгіта досліджували при $t = 170$ °C, протягом 30 хв. Отримані наступні результати: після першої регенерації шунгіта ефект очищення складав 39%, після другої – 30%, після третьої – 26%, четвертої – 21%, п'ятої – 15%, шостої – 8%. Ефект очищення сортівки вихідним шунгітом складав 43%.

Висновки. Аналіз отриманих даних дає можливість зробити висновок, що шунгіт доцільно використовувати в адсорбційних процесах п'ятикратно. Відпрацьований шунгіт може бути підданий спалюванню.

14. Органолептичні дослідження сортівки, очищеної шунгітом

Олена Тонка, Світлана Матко, Людмила Мельник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Матеріали і методи. Якість напоїв, як й інших харчових продуктів, оцінюється аналітичним та органолептичним методами.

Вступ. В харчовій промисловості існує бальна система оцінки якості продукції, яка базується на визначенні результатів органолептичних досліджень, що кількісно виражаються в умовних одиницях (балах). В лікєро-горілчаній промисловості прийнята 10-бальна система. Для кожного показника встановлені наступні вищі бали: колір та прозорість – 2, аромат – 4, смак – 4.

Результати. Надавати органолептичну оцінку доцільно в 10-11 годин ранку, після 2 годин прийому їжі, перед початком дегустації не слід користуватися парфумами, мити руки духмяним милом, палити.

Приміщення, в якому здійснюється органолептична оцінка, повинно бути просторим, зі стінами, пофарбованими в заспокійливі тона, освітлене неясним світлом, захищене від проникнення сторонніх запахів і шуму, з температурою повітря 18 – 20 °С, відносною вологістю приблизно 60%.

Для встановлення органолептичної оцінки використовують спеціальні тюльпаноподібні бокали з безколірного скла. Така форма бокала дозволяє перемішувати його вміст, не розплюсуючи, і дозволяє вловлювати аромат із завуженої частини. До початку дегустації зразки напоїв повинні набути температури приміщення.

Органолептичну оцінку слід проводити у наступній послідовності. Досліджуваний напій налити 1/3 в бокал (40-50 мл). Бокал підняти за ніжку, кілька разів нахилити і візуально оцінити прозорість і колір напою. Для визначення аромату нижню частину бокала охоплюють долонею і круговими обертами в горизонтальній площині розмішують рідину.

Смак визначають, набравши в рот, невелику порцію (5 мл) напою і утримують її 10-15с.

Букет встановлюють, привідкривши рот, втягуючи повітря і видихаючи його через ніс. На робочому столі члена комісії повинні бути дистильована вода і слабоконцентрований розчин ректифікованого спирту для полоскання ротової порожнини і промивання дегустаційних бокалів.

При органолептичній оцінці кількох зразків напоїв спочатку оцінюють менш ароматні, а потім – з більш сильно вираженим ароматом і смаком.

Протягом одного засідання комісії дають оцінку не більше, ніж шести зразкам. Число членів комісії – 5-7 осіб.

Проведена дегустація сортівки, очищеної шунгітом, концентрацією 9.09% мас (1:10), 4.76% мас (1:20), 3.23% мас (1:30). Використовували фракцію шунгіта 1-2 мм, 2-3 мм. Тривалість очищення 10, 20, 30 хв.

Висновки. Дегустаційну оцінку «відмінно» отримали зразки сортівки, очищеної шунгітом концентрацією 9.09% мас, фракції 1-2 та 2-3 мм протягом 10 та 20 хв.

15. Інноваційні методи сушіння рослинної сировини

Богдан Жигун, Надія Руденко, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості процес сушіння є ключовим фактором, який визначає техніко-економічні показники виробництва в цілому. Однак, проведення даного процесу пов'язано зі значними витратами теплової енергії, що може вплинути на ефективність та прибутковість підприємства. На сьогоднішній день, головним завданням є пошук нових, більш ефективних методів зневоднення та створення високопотужних установок для сушіння.

Матеріали і методи. Матеріалами для огляду використовувалися публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень.

Результати. Сушіння - це процес видалення вологи з матеріалів шляхом теплового впливу. У контексті харчової промисловості, сушіння застосовується для зберігання і транспортування продуктів, а також для підготовки сировини до подальшої переробки. Сушіння може проводитися різними способами, включаючи природне сушіння на повітрі, сонячне сушіння, конвективне сушіння за допомогою гарячого повітря, вакуумне сушіння, інфрачервоне сушіння, мікрохвильове сушіння та інші. Кожен метод має свої переваги і недоліки, але вибір методу залежить від типу продукту, його властивостей та технологічних умов проведення сушіння.

Комбінування методів сушіння може сприяти зменшенню енергоспоживання та поліпшенню якості продукту. Використанням високих температур та тривалих періодів часу можуть призвести до втрати вітамінів, барвників та антиоксидантів. Навіть при застосуванні низьких температур, наявність кисню може призвести до значного зниження поживної цінності фруктів та овочів.

Сьогодні, з метою збереження поживних речовин та покращення якості продуктів, активно розробляються нові методи сушіння рослинної сировини. Одним із найбільш ефективних та екологічно чистих методів є сушіння з використанням теплового насоса. Така технологія базується на використанні тепла, яке виділяється під час конденсації пари, що утворюється при випаровуванні вологи з рослинної сировини. Тепловий насос дозволяє ефективно використовувати це тепло для нагріву повітря, що використовується для сушіння, тим самим зменшуючи споживання електроенергії та знижуючи витрати на опалення.

Окрім теплового насоса, розробляються й інші нові методи сушіння, такі як сушіння з використанням мікрохвильових променів, інфрачервоної технології, сушіння у вакуумі та інші. Використання комбінованих технологій також може дати позитивний ефект, зменшуючи споживання енергії та отримуючи продукт кращої якості. Важливою задачею залишається збереження поживних речовин, кольору та смаку рослинної сировини під час сушіння, тому продовжуються дослідження у цьому напрямку.

Висновки. Створення та використання у промисловості апаратів, які дозволяють підвищити ефективність процесу сушіння та знизити питомі витрати теплової енергії на одиницю продукції, стає актуальним завданням. Виробництво таких конструкцій є необхідністю для забезпечення мінімальних втрат теплоти та електроенергії під час сушіння рослинної сировини.

16. Виготовлення порошкоподібного напівфабрикату з сушених культивованих грибів глива звичайна

Ангеліна Мотріченко, Крістіна Гераскіна, Тетяна Бурлака
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Культивовані гриби є важливим продуктом харчування, який має високу поживну цінність та має широкі можливості використання в харчовій промисловості. Однак, зберігання та транспортування свіжих грибів може бути складним і затратним процесом, що призводить до втрати якості продукту.

Один зі способів розв'язання цієї проблеми - виготовлення порошкоподібного напівфабрикату з культивованих грибів. У даному дослідженні буде розглянуто виготовлення такого напівфабрикату з сушених культивованих грибів глива звичайна.

Метою цього дослідження є встановлення оптимальних параметрів для виготовлення порошкоподібного напівфабрикату з культивованих грибів глива звичайна, зокрема, визначення найбільш оптимального режиму сушіння та методу мелювання. Результати цього дослідження можуть бути корисні для підприємств харчової промисловості, які займаються виробництвом грибних продуктів.

Матеріали і методи. Для дослідження використовувались культивовані гриби глива звичайна, що піддавались конвективному, терморадіаційному, кондуктивному способам сушіння при температурі в діапазоні 40 °С – 60 °С.

Результати. Виготовлення порошкоподібного напівфабрикату з сушених культивованих грибів глива звичайна є актуальним напрямком виробництва здорового та екологічно чистого продукту.

При виготовленні порошку з культивованих грибів глива звичайна, необхідно враховувати деякі фактори, які можуть вплинути на якість продукту. Наприклад, якість сировини, технологічні процеси виготовлення, умови зберігання тощо.

На рис.1 наведена схема виробництва порошкоподібного напівфабрикату з культивованих грибів глива звичайна.

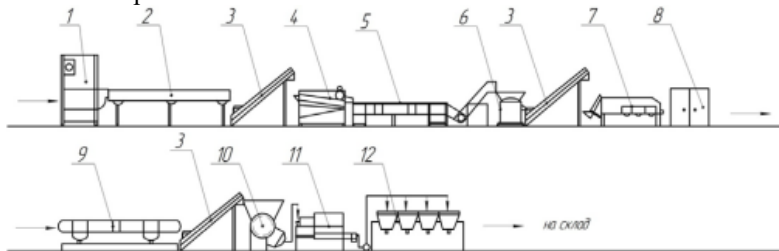


Рис.1. Технологічна схема виробництва порошкоподібного напівфабрикату з культивованих грибів глива звичайна: 1 – контейнероперекидач; 2 - інспекційний транспортер; 3 – похилий транспортер; 4 - вібраційна мийна машина; 5 – транспортер; 6 – овочерізка; 7 - калібрувач; 8 - радіаційно-конвективна сушильна установка; 9 - сортувальний стрічковий конвеєр; 10 - подрібнювач; 11 – просіювач; 12 - фасувально-пакувальний автомат.

Висновки. Виготовлення порошкоподібного напівфабрикату з культивованих грибів глива звичайна є перспективним напрямком виробництва здорового та екологічно чистого продукту. Однак, необхідно враховувати фактори, які можуть вплинути на якість продукту, а також його вартість та можливі ризики для споживачів з алергічними реакціями на гриби.

Дослідження кривих сушіння продуктів рослинного походження терморадіаційно-конвективним енергопідведенням

Вадим Бондаренко, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При конвективному висушуванні носієм теплоти є повітря. Нами запропоновано комбінувати два способи підведення теплоти при сушінні – терморадіаційний і конвективний, що дозволить зменшити відносну вологість повітря і збільшити рушійну силу процесу в порівнянні з терморадіаційним сушінням.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є культивовані гриби гливи, яблучні снеки бланшовані у цукровому сиропі концентрацією 30 % і глід сорту Алмаатинський.

Результати. Дослідження проводили при радіаційно-конвективному сушінні (рис.1) в імпульсному режимі нагрів-охолодження при умовах: температура сушіння – 60°C; питома навантаження – 4,4 кг/м²; величина опромінення інфрачервоних генераторів – E=8 кВт/м²; довжина хвиль інфрачервоних-генераторів – 2,0...4,0 мкм; відстань від інфрачервоних генераторів до продукту – 15 см; конвективне підведення теплоти здійснювали від зовнішнього генератору потужністю 1...2 кВт; відносна вологість повітря – 70 %; товщина шару продукту на сітчастому піддоні, який вставляли в сушильну камеру – 2...4 мм.

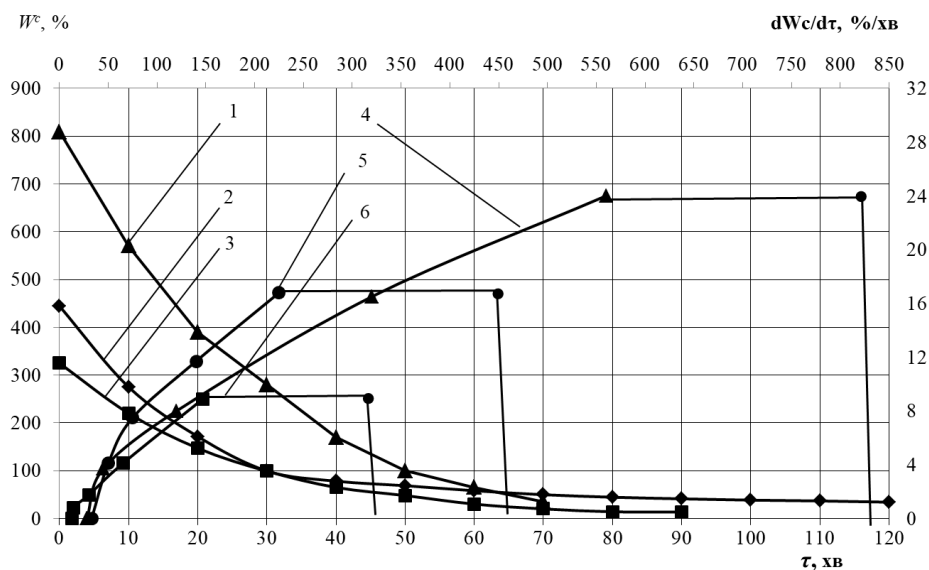


Рис 1. Криві терморадіаційно-конвективного сушіння 1-3 і швидкості сушіння 4-6 продуктів рослинного походження:

1, 4 – культивовані гриби гливи; 2, 5 – яблучні снеки бланшовані у цукровому сиропі концентрацією 30 %; 3, 6 – глід Алмаатинський

Для апроксимації даних першого і другого періодів сушіння, вивели рівняння залежності вологовмісту від часу, що підпорядковуються в першому періоді лінійному, а в другому степеневому закону, отримані рівняння представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Способи сушіння	Перший період	Другий період
Культивовані гриби	$W^c = -18,5\tau + 813.2$ при $R^2 = 0,9978$	$W^c = 2025e^{-0.056\tau}$ при $R^2 = 0,954$
Яблучні снеки	$W^c = -33,8\tau + 901$ при $R^2 = 0,96$	$W^c = 946 e^{-0,05\tau}$ при $R^2 = 0,97$
Глід	$W^c = -8,9\tau + 319,67$ при $R^2 = 0,99$	$W^c = 296,51e^{-0,036\tau}$ при $R^2 = 0,99$

де W^c – вологовміст, %; τ – час, хв; %; R^2 – коефіцієнт кореляції.

В результаті обробки даних вивели залежності швидкості сушіння продуктів рослинного походження від вологовмісту (рис. 1, криві 4...6), які дають змогу проаналізувати динаміку сушіння дослідних зразків і вивели апроксимаційні рівняння, які підпорядковуються експоненціальному закону (табл. 2).

Таблиця 2

Апроксимуючі рівняння для другого періоду сушіння

Спосіб сушіння	Апроксимаційні рівняння
Культивовані гриби	$dW/d\tau = 7,6\ln(W) - 26$ при $R^2 = 0,97$
Яблучні снеки	$dW/d\tau = 4,3 e^{0,05W}$ при $R^2 = 0,88$;
Глід	$dW/d\tau = 3,34\ln(W) - 8,8$ при $R^2 = 0,93$

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено закономірності кінетики терморадіаційно-конвективного сушіння та здійснена математична обробка для продуктів рослинного походження.

Порівняльні характеристики процесу сушіння продуктів рослинного походження

Карина Гавриленко, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Враховуючи сезонність виробництва продуктів рослинного походження, для харчової промисловості велике значення має зберігання. Тому, одним із завдань нашої роботи є обґрунтування оптимальних і допустимих термінів зберігання продуктів рослинного походження зневоднених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є культивовані гриби гливи, яблучні снеки бланшовані у цукровому сиропі концентрацією 30 % і глід сорту Алмаатинський.

Результати. Фото готових зразків продуктів рослинного походження висушених терморадіаційно-конвективним енергопідведенням наведено на рис. 1.



Рис. 1. Зразки сушених продуктів рослинного походження терморадіаційно-конвективним енергопідведенням: 1 – культивовані гриби гливи; 2 – яблучні снеки бланшовані у цукровому сиропі концентрацією 30 %; 3 – глід Алмаатинський

Встановлено (табл.), що найшвидше процес сушіння відбувається при сушінні культивованих грибів гливи – 70 хв, що пов'язаний з властивостями структури гриба з великою пористістю, від якою відбувається відбивання інфрачервоних променів і проникнення на більшу товщину шару.

Таблиця

Порівняльні характеристики процесу сушіння продуктів

Зразки продуктів сушіння	Характеристики процесу сушіння					Загальна тривалість сушіння, хв
	$W_{г\text{р}}$, %	Час досягнення 1-ї критичної вологості, хв	Швидкість сушіння у		$W_{к}$, %	
			першому періоді, %/хв	другому періоді, %/хв		
Культивовані гриби	5550	10	24	24-0,01	335	70
Яблучні снеки	2225	15	16,8	16,8-0,01	133	140

Глід	114 0	20	8,9	8,9-0,01	114	90
------	----------	----	-----	----------	-----	----

Час сушіння глоду Алмаатинського 140 хв залежить від структурних змін масової частки вологи, що повинна пройти через м'якоть і кірку глоду та форми зв'язку з матеріалом м'якоті і наявності кісточок. Температура 60°C дозволяє максимально зберегти біологічну та харчову цінність обумовлену вмістом аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук, каротину.

Найповільніше процес сушіння відбувається при сушінні яблучних снєків 225 хв, що залежить від зростання вмісту цукрів в продукті, що приводить до збільшення коефіцієнта тепловіддачі та зменшення коефіцієнта масовіддачі. Дане явище характеризується тим, що необхідно витратити більше енергії для подолання осмотичних властивостей цукрів, щоб утримувати вологу на собі.

На основі обробки графіків кривих сушіння і швидкості сушіння визначили залежності коефіцієнтів швидкості сушіння в першому і в другому періодах по всіх способах (рис. 2).

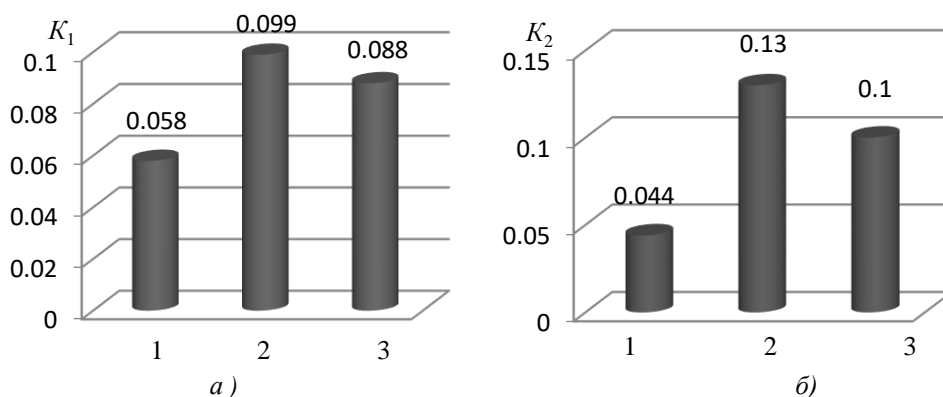


Рис. 2. Коефіцієнти швидкості сушіння в першому (а) та в другому періоді сушіння (б) для продуктів рослинного походження терморадіаційно-конвективним енергопідведенням: 1 – культивовані гриби гливи; 2 – яблучні снєки бланшовані у цукровому сиропі концентрацією 30 %; 3 – глід Алмаатинський

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено, що температура теплоносія та структура продуктів під час сушіння суттєво впливають на тривалість терморадіаційно-конвективного сушіння.

Дослідження раціонального співвідношення потужностей зовнішнього конвективного калорифера та терморадіаційних генераторів при терморадіаційно-конвективному сушінні глоду Алмаатинського.

Надія Магден, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Головною характеристикою оцінки терморадіаційно-конвективного сушіння глоду Алмаатинського є знаходження раціонального співвідношення між кількістю спожитої теплоти від зовнішнього конвективного калорифера, що необхідна для оцінки величини стану насичення вологи в камері сушарки і терморадіаційних генераторів, теплота від яких нагріває продукт..

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є глід сорту Алмаатинський, методом сушіння є терморадіаційно-конвективний спосіб сушіння.

Результати. Плоди глоду Алмаатинського без кісточок розміщували в один шар на спеціальній металевій решітці товщиною 8 мм та піддавали терморадіаційно-конвективному сушінню при різних співвідношеннях впливу конвекції і терморадіації проводили при опроміненні зверху і знизу глоду ламповими терморадіаційними генераторами з довжиною хвиль 1,3...3,0 мкм. Величина опроміненості інфрачервоних тенів змінювалась від $E=2$ кВт/м² до $E=8$ кВт/м² та конвективним підведенням теплоти від зовнішнього генератору потужністю 1 кВт, з швидкістю руху теплоносія 5,5 м/с Відстань від інфрачервоних генераторів до продукту становила 15 см.

Аналіз дослідних даних сушіння глоду Алмаатинського дозволив побудувати криві терморадіаційно-конвективного сушіння та криві швидкостей сушіння (рис. 1) при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів.

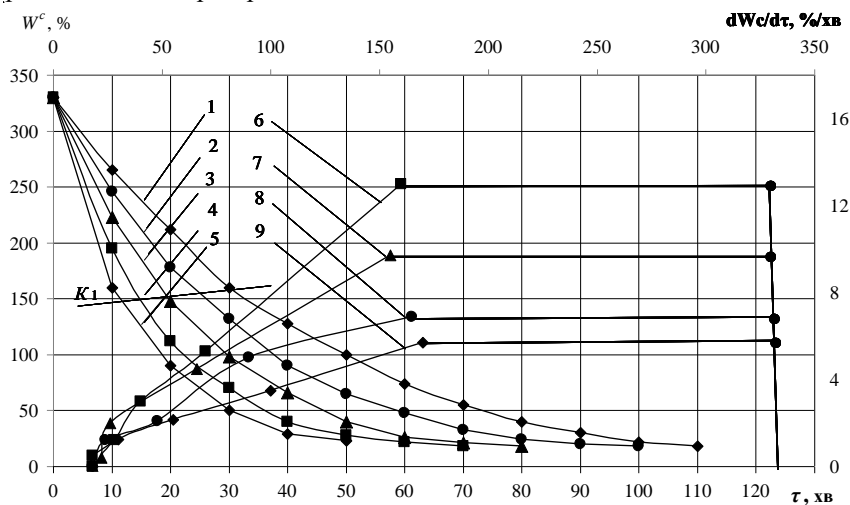


Рис. 4.41. Криві терморадіаційно-конвективного сушіння і швидкості сушіння глоду Алмаатинського при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів:
 1, 9 – (1:1); 2, 8 – (1:1,5); 3, 7 – (1:2,0); 4, 8 – (1:2,5); 5 – (1:3).

В процесі узагальнення даних періодів сушіння глоду Алмаатинського, вивели рівняння залежності вологовмісту від часу та співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача і потужності опромінення генераторів:

Для першого періоду:

$$W^c = (-5,4 (K/T) \tau + 0,94) \tau + 1,4 (K/T) + 328 \text{ при } R^2 = 0,90;$$

для другого періоду:

$$W^c = 390 (K/T)^{-0,45} e^{\tau(0,01(K/T) + 0,015)} \text{ при } R^2 = 0,95,$$

де W^c – вологовміст, %; τ – час, хв; K/T – співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів при величині випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм (світлі промені); R^2 – коефіцієнт кореляції.

Аналіз експериментальних залежностей швидкостей терморадіаційно-конвективного сушіння $dW^c/d\tau$ спостерігається в першому періоді постійна швидкість сушіння для глоду Алмаатинського при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів від 1:1 до 1:3.

Проаналізувавши другий період сушіння глоду Алмаатинського, вивели для всіх зразків апроксимаційне рівняння залежності швидкості сушіння $dW^c/d\tau$ від вологовмісту W^c продукту і відстані від терморадіаційних генераторів до продукту:

$$dW^c/d\tau = (2,16(K/T) + 0,061) \ln W^c - 6,52(K/T) + 0,073 \text{ при } R^2 = 0,96.$$

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено закономірності кінетики терморадіаційно-конвективного сушіння глоду Алмаатинський при визначенні співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів та здійснена математична обробка для глоду Алмаатинський.

Вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на органолептичні та фізико-хімічні показники якісних зразків глоду Алмаатинського.

Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Збір плодів глоду приходиться на осінній період, в зв'язку з чим існують проблеми з питань їх переробки, транспортування і зберігання. Вирішення цієї проблеми можливе завдяки сушінню свіжо зібраних плодів. Сушена продукція має низку переваг перед свіжою за рахунок її здатності до тривалого зберігання. У зв'язку з цим набувають актуальності питання наукового обґрунтування способів та раціональних режимів переробки плодів глоду з метою максимального збереження їх властивостей у кінцевому продукті.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є глід сорту Алмаатинський, методом сушіння є терморадіаційно-конвективний спосіб сушіння.

Результати. Після терморадіаційно-конвективного сушіння було досліджено вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на органолептичні та фізико-хімічні показники якісних зразків глоду Алмаатинського. Біологічна цінність плодів глоду Алмаатинського в значній мірі обумовлюється наявністю в них вітамінів, зокрема, аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук та β -каротину, вміст яких в сушеному гліді наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад плодів глоду залежно від співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів

Співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів	Тривалість сушіння, хв.	На сухий залишок				
		%		мг/100 г		
		Пектинові речовини	Тигровані кислоти	аскорбінова кислота	полі-фенольні сполуки	β -каротин
Глід Алмаатинський						
1:1	120	10,3	3,2	22,7	1320	15,9
1:1,5	100	10,7	3,4	27,3	1165	16,8
1:2	80	10,5	3,5	30,2	1200	17,2
1:2,5	70	9,5	3,2	26,6	1580	16,5
1:3	60	7,9	2,3	17,9	1750	16,0

При обробці даних з витрати енергії конвективним, терморадіаційним і комбінованим способами сушіння при різних температурах теплоносія побудовано залежність витрати енергії від температури теплоносія (рис.1). З рисунка видно, що найвищі витрати енергії були при конвективному висушуванні, а найменші при комбінованому методі при температурі 60 °С.

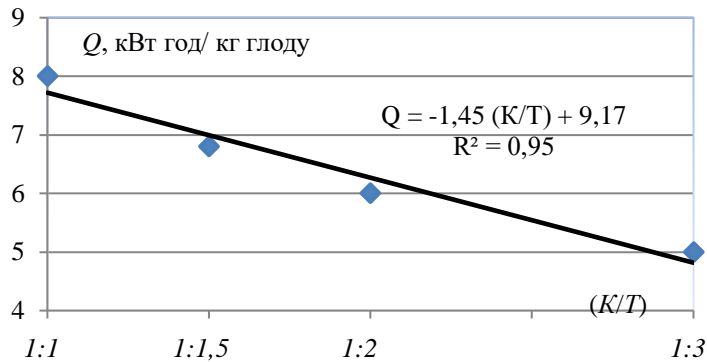


Рис.1. Витрата енергії на 1 кг сухого глуду при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів

З рис. 1 спостерігається, що збільшення енергії випромінювання в співвідношенні конвективної і терморадіаційної теплоти призводить до зменшення енергії на 1 кг сухого глуду и з 7,7 до 5 кВт год/ кг сухого глуду.

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено, що глід Алмаатинський висушений при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів 1:1,5...1:2 має найкращі органолептичні (зовнішній вигляд) і фізико-хімічні (вміст аскорбінової кислоти та β -каротину найвищі, а вміст фенольних сполук найнижчий) показники і дане співвідношення доцільно рекомендувати для застосування.

Дослідження раціонального співвідношення потужностей зовнішнього конвективного калорифера та терморадіаційних генераторів при терморадіаційно-конвективному сушінні для яблучних снєків.

Іванна Юльчисєва, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Особливості вдосконалення технології виробництва сушених яблук вимагають нових процесних рішень, які стосуються підбору раціонального співвідношення потужностей зовнішнього конвективного калорифера та терморадіаційних генераторів при терморадіаційно-конвективному сушінні для яблучних снєків.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є бланшовані яблука, методом сушіння є терморадіаційно-конвективний спосіб сушіння.

Результати. При визначенні раціонального співвідношення потужностей зовнішнього конвективного калорифера та терморадіаційних генераторів яблучних снєків при терморадіаційно-конвективному сушінні здійснювали попередню підготовку яблук, після якої їх бланшували протягом 85...95 секунд в 25...35 %-му цукровому сиропі додаючи лимонну кислоту та антиоксиданти. Сушіння яблучних снєків виконували в імпульсному режимі нагрів-охолодження; температура сушіння яблучних снєків, бланшованих в 30 % цукровому сиропі, становила 60 °С; швидкість руху теплоносія в камері 2,8 м/с; питоме навантаження 8,8 кг/м²; довжина хвиль трубчастих «світлич» терморадіаційних генераторів 0,8-1,4 мкм; конвективне підведення теплоти здійснювалося від зовнішнього ТЕНу 1 кВт; потужність терморадіаційних генераторів змінювалась від 1 до 3 кВт; відстань між терморадіаційними генераторами і продуктом складала 14 см.

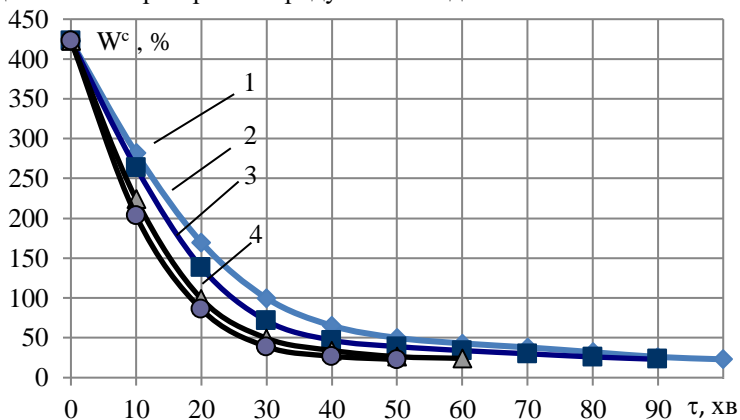


Рис. 1. Криві терморадіаційно-конвективного сушіння бланшованих яблук при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів: 1 – (1:1); 2 – (1:1,5); 3 – (1:2,0); 4 – (1:3).

На основі отриманих даних були побудовані криві сушіння (рис. 1), встановлено, що період прогріву для зразків бланшованих яблук відсутній, а видалення вологи зростає при збільшенні опромінення генераторів.

В процесі узагальнення даних бланшованих яблук періодів сушіння, вивели рівняння залежності вологовмісту від часу та співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача і потужності опромінення генераторів:

Для першого періоду:

$$W^c = -3,9 (K/T) \tau - 10,1 \tau + 423 \text{ при } R^2 = 0,98;$$

для другого періоду:

$$W^c = (1007 (K/T)^2 - 3332 (K/T) + 6450) \tau^{-0,155(K/T)+0,94} \text{ при } R^2 = 0,93,$$

де W^c – вологовміст, %; τ – час, хв; K/T – співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів при величині випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм (світлі промені); R^2 – коефіцієнт кореляції.

В результаті обробки кривих сушіння отримані залежності швидкості сушіння частинок яблук від вологовмісту. Спостерігається що в 2-гому періоду сушіння спостерігається зростання інтенсивності видалення вологи при збільшенні терморадіації в порівнянні з конвективною теплою при терморадіаційно-конвективному сушінні.

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено закономірності кінетики терморадіаційно-конвективного сушіння бланшованих яблук при визначенні співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів та здійснена математична обробка для яблучних снєків.

Вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на органолептичні та фізико-хімічні показники культивованих грибів.

Ігор Дубковецький, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В оцінюванні того чи іншого способу теплової обробки при сушінні вирішальне значення мають якісні показники готового продукту. Основними показниками, що визначають якісні показники культивованих грибів, є вміст загального білка і відновлювальна здатність.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є культивовані гриби гливи, методом сушіння є терморадіаційно-конвективний спосіб сушіння.

Результати. Дослідження впливу співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на збереженість масової частки загального вмісту білка та азоту сушених культивованих грибів глива зображені на *рис. 1, 2*.

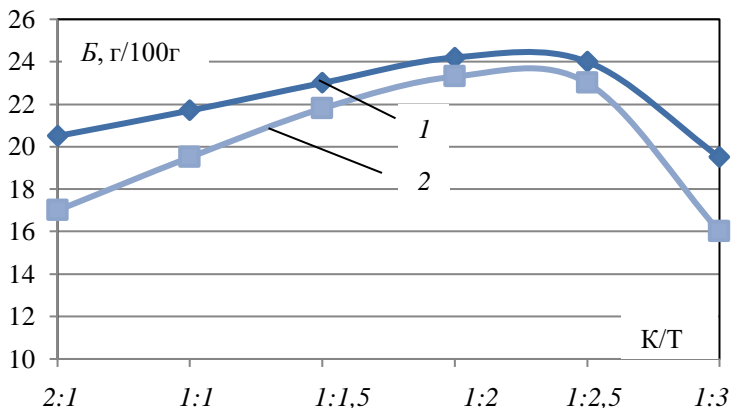


Рис. 1. Вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на збереженість масової частки загального вмісту білка сушених культивованих грибів глива :

1 - випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм;

2 - випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 2...4 мкм .

Апроксимуючи дані залежностей (*рис. 1*) впливу зміни співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на масову частку загального вмісту білка в сушених культивованих грибах глива при терморадіаційно-конвективному зневодненні вивели рівняння:

1 - для випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм (світлі промені): .

$$B = -2,46 (K/T)^2 + 8,8 (K/T) + 16,1 \quad \text{при } R^2 = 0,95;$$

2 - для випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 2...4 мкм (темні промені): .

$$B = -4,14 (K/T)^2 + 14,88 (K/T) + 9,75 \quad \text{при } R^2 = 0,95;$$

де B – масова частка загального білка сушених культивованих грибів глива; г/100г;
 K/T – співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та
 терморадіаційних генераторів; R^2 – коефіцієнт кореляції.

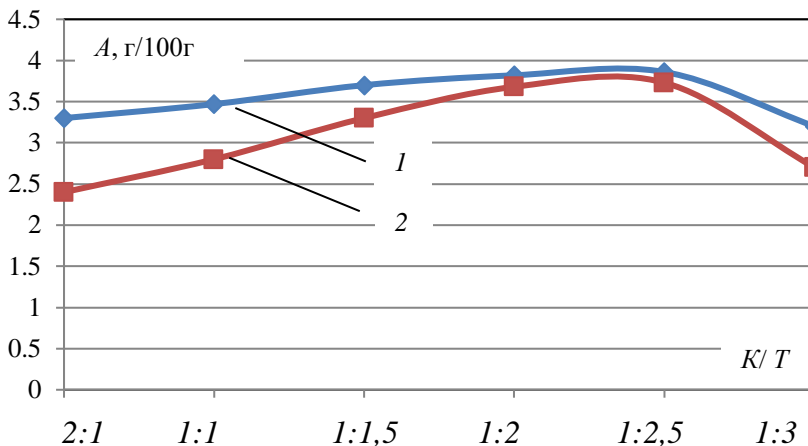


Рис. 2. Вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на збереженість масової частки загального вмісту азоту сушених культивованих грибів глива :

1 - випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм (світлі промені);

2 - випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 2...4 мкм (темні промені).

Апроксимуючи дані залежностей (рис. 2) впливу зміни співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на масову частку загального вмісту азоту в сушених культивованих грибах глива при терморадіаційно-конвективному зневодненні вивели рівняння:

1 - для випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм (світлі промені): .

$$A = -0,35 (K/T)^2 + 1,27 (K/T) + 2,66 \quad \text{при } R^2 = 0,93;$$

2 - для випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 2...4 мкм (темні промені): .

$$A = -0,64 (K/T)^2 + 2,5 (K/T) + 1,14 \quad \text{при } R^2 = 0,94;$$

де B – масова частка загального білка сушених культивованих грибів глива; г/100г;
 K/T – співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів; R^2 – коефіцієнт кореляції.

Витрати енергії на одиницю часу при терморадіаційно-конвективному способі сушіння в залежності від зростання співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів зображені на рис. 3.

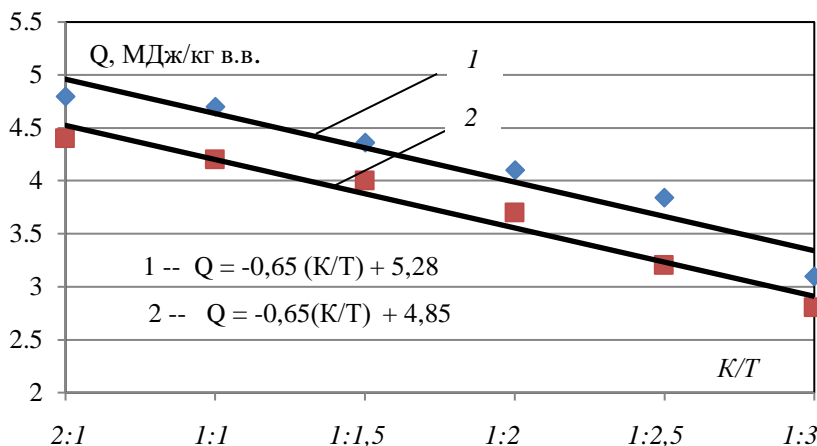


Рис. 3. Вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на витрати енергії за одиницю часу:

1 - випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 0,75...1,4 мкм (світлі промені);

2 - випромінювання спектру електромагнітних хвиль в діапазоні довжин хвиль 2...4 мкм (темні промені).

Висновок. За результатами експериментальних досліджень рис. 1..3 можна рекомендувати для виробництва сушених культивованих грибів глива співвідношення конвективної теплоти до теплоти терморадіації 1 до 2...2,5. Менша кількість терморадіації призводить до зростання витрат енергії на процес зневоднення, а збільшення пропорції терморадіації вище 2,5 рази погіршує вміст біологічно активних речовин за рахунок обгорання зовнішньої поверхні гриба та його розтріскування і деформацію.

Вплив співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів на органолептичні та фізико-хімічні показники яблучних снєків.

Анна Штих, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Головною оцінкою терморадіаційно-конвективного сушіння яблучних снєків є розробка інноваційного харчового продукту з рослинної сировини з високими якісними показниками з метою розширення асортименту сушених продуктів. Ідея розробки технології базується на бланшуванні частинок яблук у цукровому сиропі з додаванням лимонної кислоти та антиоксиданту аскорбінової кислоти без використання підсилювачів смакових добавок, ароматизаторів та консервантів..

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є бланшовані яблука, методом сушіння є терморадіаційно-конвективний спосіб сушіння.

Результати. Фізико-хімічний аналіз яблучних снєків після сушіння показав у зразках співвідношення конвективної теплоти до теплоти терморадіації 1 до 1,8...2 світлий креманий колір з однаковими органолептичними показниками, з кисло-солодким присмаком та насиченим ароматом, а при співвідношенні конвективної теплоти до теплоти терморадіації вище 2,2...2,5 призводило до обгорання поверхні.

Аналіз фізико-хімічного складу сухого снєку зневоднених при терморадіаційно-конвективному сушінні бланшованих яблук при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічний аналіз яблучних снєків терморадіаційно-конвективного сушіння бланшованих яблук при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів:

Найменування показника	Співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів			
	1:1	1:1,5	1:2	1:3
Сухі речовини яблук, %	83,4	86,3	86,1	85,6
Цукри, %	62,2	62,22	62,21	62,2
Органічні кислоти, %	2,2	2,16	2,0	1,64
Пектинові речовини, %	1,51	1,48	1,49	1,47
Клітковина, %	0,92	0,9	0,9	0,89
Мінеральні речовини, %	0,89	0,9	0,89	0,87
Аскорбінова кислота, мг %	6,97	6,74	6,68	3,95

Аналізуючи фізико-хімічний склад сухого снєку можна зробити висновок про те, що зростання співвідношення потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів вище 1:3 зменшує вміст аскорбінової кислоти в продукті, найефективніше збереглася аскорбінова кислота в продукті висушеному при співвідношенні 1,5...2 з вмістом аскорбінової кислоти 6,74... 6,68 мг % на 100 г продукту. Аналіз отриманих даних процесу сушіння дозволив визначити витрати

енергії для даних зразків снєків в кВт·год на кг вихідної сировини (рис. 1) та в МДж/кг випареної вологи (рис. 2).

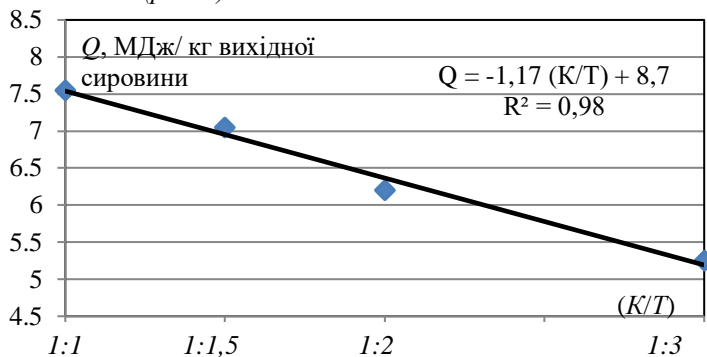


Рис. 1. Витрата енергії на 1 кг вихідної сировини яблучних снєків при співвідношенні потужностей зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів

З рис. 1 спостерігається, що збільшення енергії випромінювання в співвідношенні конвективної і терморадіаційної теплоти призводить до зниження енергії на 1 кг вихідної сировини з 7.5 до 5,3 МДж/кг сухих яблучних снєків.

Зразок висушений при співвідношенні 1:1 зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів відрізнявся темнішим кольором, що пояснювалось меншою кількістю теплоти на одиницю поверхні опромінення снєка, що приводило до тривалішого видалення вологи в порівнянні з більшими співвідношеннями терморадіації (протягом 100 хв), збільшення контакту снєку з киснем повітря та інактивації пероксидази. Встановлено, що співвідношення 1:3 зовнішнього конвективного нагрівача та терморадіаційних генераторів призводить до обгорання поверхонь снєку.

Висновок. За результатами експериментальних досліджень можна рекомендувати для виробництва яблучної сировини, зокрема снєків співвідношення конвективної теплоти до теплоти терморадіації 1 до 1,5...2. Менша кількість терморадіації призводить до збільшення тривалості сушіння і впливає на колір продукції та погіршує органолептичні властивості.

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

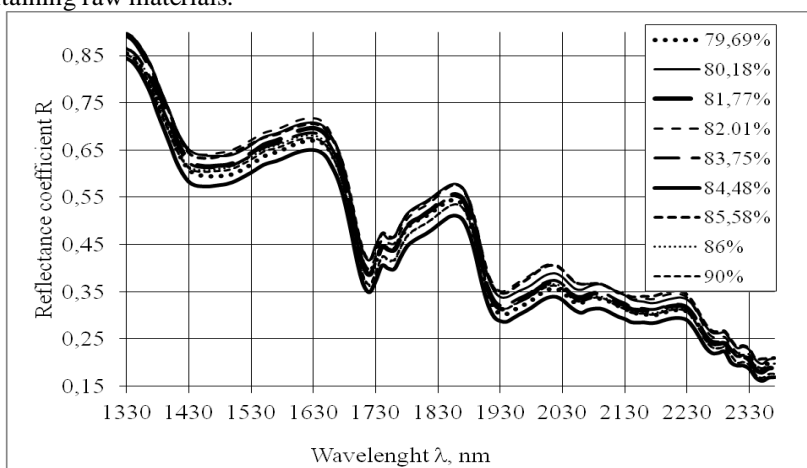
1. Application by method of NIR-spectroscopy for determination of oleic acid content in samples of sunflower oil

Ruslana Moskalenko, Oleh Vysotskiy, Inna Hutsalo
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The possibility of using NIR spectroscopy to determine oleic acid in sunflower seeds has not been studied, so research on this field is perspective.

Materials and methods. The spectra of seed samples of various sunflower varieties with a known content of oleic acid and the same samples additionally enriched with oleic acid were investigated by NIR diffusion reflectance spectroscopy with using the instrument "Infrapid-61". To process the results obtained, the methods of mathematical analysis were applied.

Results and discussion. In the NIR spectra of samples of dried sunflower seeds, in comparison with the spectra of raw seeds, the expected decrease in the coefficient of diffuse reflection is observed in the range 1920-1940 nm related to the moisture content in the sample. Analysis of NIR spectra of a calibration series of dried seeds enriched with oleic acid shows an increase in the coefficient of diffuse reflection in the wavelength ranges 1920-1940 nm and 2140-2160 nm in proportion to the growth of the mass portion of oleic acid. Corresponding calculations, calibration curves and the obtained equation describing the dependence demonstrate a linear dependence of the reflection coefficient on the mass portion of oleic acid in the sample at the wavelength of 2140 nm with a confidence level of 98%. The dependency found can be used for the quantitative determination of oleic acid in a sunflower seed sample of unknown composition. By the magnitude of the coefficient of diffuse reflection of the sunflower seed sample containing unknown amount of oleic acid, its mass portion in the sample can be determined from the graph. The diffuse reflectance spectra of husked and crushed seed samples and corresponding spectra of crushed sunflower seeds with husks containing the same oleate amount are practically identical in the wavelength range 1330-2370 nm. Therefore, this method can be used for the analysis both intact seeds and seeds separated from husks. The express method of diffuse reflection of NIR spectroscopy can be considered as an alternative to chemical methods for determining the quality indicators of fat-containing raw materials.



Conclusions. The method of NIR spectroscopy is promising for the determining of other fatty carboxylic acids in sunflower seeds.

2. Using of microwave pretreatment in oil seed processing

Kateryna Guluk, Iryna Sedova, Juliya Merculova, Tamara Nosenko, Svitlana Litvynchuk, Volodymyr Nosenko
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Microwave heating is widely used for sterilization, pasteurization, cooking and drying of the products. It is also used for intensification of extraction of different substances [1]. The objective of this study was to investigate the influence of microwave pretreatment on the pressing of rape seeds.

Materials and methods. 500 g of rape seed were moistened to moisture content 11-13 % by water vapour and then were heated in domestic microwave or in electric oven. Final seed moisture varied from 3 to 10 %. The frequency of microwave was 2450 MHz and capacity varied from 100 to 300 W. The temperature of microwave heating varied from 85 to 105 °C and conventional heating from 100 to 105 °C, respectively. Pressing of the seeds were performed after heating.

Results and discussion. The main parameter affected press oil yield was moisture of seeds before pressing. The advantages of microwave heating are very high rates of temperature increase and as a consequence the high rates of the moisture decrease. It was shown that the time which is necessary for achievement of proper seed moisture is considerably lower in case of microwave heating in comparison with conventional heating, decrease of seed moisture from 13.0 to 7.2 % was achieved during 10 and 30 min under microwave and conventional heating, respectively. Since water has very high dielectric constant the higher initial seeds moisture the more effective heating.

Seed pressing was performed after heating using the laboratory screw press at 55-60°C. Oil yield was calculated as difference between oil content in seeds and oil residuals in cake after pressing. The press oil yield after microwave treatment was from 25 to 38 % from seed mass depending from the parameters of microwave heating. The highest oil yield was from seeds heated at 300 W/200 g microwave capacity during 10 min. The oil yield from the seeds with the same moisture after microwave and conventional pretreatment was higher in a case of microwave pretreatment by 16 %. Obviously in a case of microwave heating the changes of seeds microstructure are involved also as contributing factor to oil yield.

According to our data, rape oil, obtained after microwave pretreatment, had lower content of free fatty acids and considerably lower mean of peroxide value, possibly due to result of a short-time microwave heating. On the other hand, it is possible that microwave heating inactivates lipases and of oxidative enzymes, such as peroxidases and lipoxigenases more effectively comparing with conventional heating.

Conclusions. Thus, the microwave heating had accelerated the rape seed drying and resulted in seed microstructure that is favorable for oil releasing. The parameters that determine the effect of microwave heating on oil yield are: microwave power, pretreatment duration as well as initial seed moisture.

References

1. Priscilla C. Veggi, Julian Martinez, and M. Angela A. Meireles (2013), Fundamentals of Microwave Extraction. In: Chemat, F. and Cravotto, G. (Eds.). Microwave-assisted Extraction for Bioactive Compounds: Theory and Practice, Food Engineering Series, vol. XII, New York: Springer Science+Business Media, p. 15-52.

3. Quality control of wax raw materials by NIR spectroscopy

Nataliia Kolomiichenko, Diana Bondarenko,
Svitlana Litvynchuk, Volodymyr Nosenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Beeswax is widely used in beekeeping, perfumery, cosmetics, food and other industries. Therefore, the current urgent need is for quality control of wax raw materials.

Materials and methods. Samples of natural beeswax collected in different parts of Ukraine were chosen as research objects. The studies were conducted by near-infrared (NIR) spectroscopy.

Results and discussion. Spectra in the near-infrared region are caused by vibrations of functional groups, in particular -OH and -CN. The analysis of the frequency and amplitude of the spectral bands formed by these groups makes it possible to assess the quality of the products under study.

Natural beeswax is obtained at the apiary from wax trimmings (brassica) and from honeycomb by melting. There is no quality control at the production and transportation stages. It takes place only at the points of delivery and reception of wax for its processing or before its sale. It should be noted that the existing control methods (physical, chemical, organoleptic), although reliable, are outdated and do not meet modern requirements and the level of quality control.

Pic. 1 shows typical reflectance spectra. The solid line corresponds to natural beeswax, and the dashed line to its counterfeit (paraffin and ceresin impurities are present).

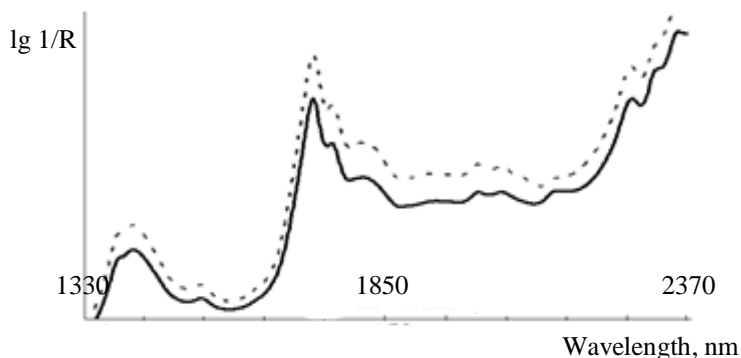


Fig. 1. Reflectance spectra of natural beeswax and its falsification

The established spectral patterns allow for continuous monitoring of important quality parameters in the manufacturing process of wax-based products.

Conclusions. The rapid NIR spectroscopy method allows to control the quality of wax raw materials and can be used at wax processing enterprises in the process of manufacturing products, as well as at bee products receiving points.

4. Застосування методу ЯМР для оцінки якості харчових продуктів

Анна Корніснко, Вікторія Ревун, Дар'я Сидорчук, Володимир Носенко, Інна
Гуцало, Світлана Літвинчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

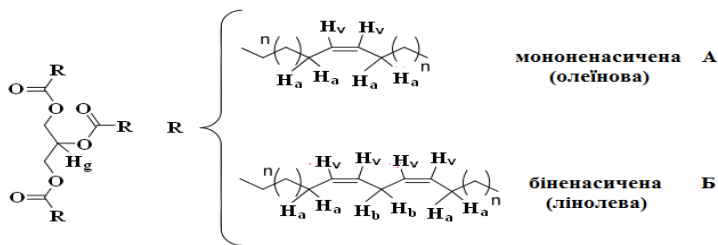
Вступ. Перспективним методом, який останнім часом широко впроваджується для оцінки якості та безпечності харчових продуктів, є застосування ядерного магнітного резонансу (ЯМР).

Матеріали і методи. В основі методу ЯМР лежить селективне поглинання електромагнітної енергії речовиною, обумовлене квантовими переходами атомних ядер між енергетичними станами з різними спінами атомного ядра. Ядра всіх елементів мають певний додатній заряд. Завдяки власному моменту імпульсу (спіну), ядро під час обертання веде себе як елементарний магніт, а отже, ядро має магнітний момент.

Результати. Якщо досліджуваний зразок розмістити в інтенсивному однорідному магнітному полі \vec{B}_0 і одночасно подіяти на нього слабким радіочастотним полем \vec{B}_\perp (яке буде перпендикулярне до \vec{B}_0), то спостерігатиметься явище ЯМР. Резонанс виникає тоді, коли частота прецесії магнітних диполів ω_0 навколо магнітного поля \vec{B}_0 співпадає із частотою ω радіочастотного поля \vec{B}_\perp .

Останнім часом багато уваги приділяється використанню методу ЯМР для оцінки якості харчових продуктів, і, особливо в оліє-жировій промисловості. Вода присутня майже у всіх харчових продуктах, а водень є важливим компонентом води. Саме тому техніка ^1H магнітного резонансу широко використовується з аналітичною метою для оцінювання вологості, вмісту олії та інших складових.

Враховуючи нестабільний жирнокислотний склад соняшникової олії, обумовлений сучасними особливостями вирощування соняшникових культур, неруйнівний і експресний метод ЯМР ^1H спектроскопії є перспективним інструментом якісного та кількісного визначення її хімічного складу. Це дозволить визначити оптимальний напрямок застосування олії.



Численні досліді за допомогою техніки ЯМР були також проведені у молочній галузі. При цьому використовували не лише ядра ^1H , але й ^{31}P , ^{43}Ca , ^{113}Cd .

Висновки. ЯМР є безумовно перспективним методом для оцінки якості харчових продуктів. Перевагами такого методу є його неруйнівна здатність, а також можливість застосування до продуктів харчування, які знаходяться у різних агрегатних станах.

5. Control of honey quality and region of origin by NMR

**Diana Bondarenko, Nataliia Kolomiichenko,
Svitlana Litvynchuk, Volodymyr Nosenko**
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. One of the most urgent tasks of the modern food industry is to ensure high quality of food and prevent its falsification. For this purpose, reliable methods of rapid diagnostics are being developed.

Materials and methods. A wide range of samples of many varieties of bee honey collected in different parts of Ukraine were chosen as research objects. The studies were conducted using the nuclear magnetic resonance (NMR) method.

Results and discussion. Nuclear magnetic resonance is the phenomenon of resonant absorption of radiofrequency waves by some atomic nuclei placed in an external magnetic field. The technique based on the NMR phenomenon is based on the selective absorption of electromagnetic energy by a substance due to quantum transitions of atomic nuclei between energy states with different orientations of the spin (intrinsic momentum) of the atomic nucleus. NMR is observed when mutually perpendicular magnetic fields act on a sample: intense and weak radiofrequency fields.

NMR spectroscopy is also widely used in the world. It is a method of identifying and studying substances based on nuclear magnetic resonance. NMR spectroscopy has great prospects for widespread use in the food industry.

In this study, the NMR signal was recorded from the nuclei of ^1H hydrogen atoms and the carbon isotope ^{13}C . In the course of the research, an innovative analytical approach was developed to detect the most common types of falsifications and deviations in honey quality. Analytical criteria were defined to verify the authenticity of honey.

The resulting reference dataset was a collection of many honey varieties covering most economically significant botanical and geographical zones of Ukraine. Typical plant nectar markers can be used to verify information on the origin of bee products as well as for honey labeling.

Spectral patterns and natural variability were also established for multifloral honey, and marker signals for sugar syrups were identified by statistical comparison with a commercial dataset.

The experimental results confirmed the ability of this method to detect sugar additions to natural bee honey up to 10%. As part of the same NMR experiments, the content of glucose, fructose, and sucrose was quantified. Markers indicating the beginning of the fermentation process were also identified.

This research can become a platform for creating a national library of honey and analyzing bee products. The results will make it easier to control the quality of different varieties of local honey and help recognize counterfeit products.

Conclusions. The rapid NMR method allows you to quickly determine the type of honey, the country of origin and the region of origin of the product, as well as draw conclusions about the factors of external influence on this valuable food product and identify counterfeit products.

6. Надвисокочастотне нагрівання: технології обробки харчових продуктів

Єва Сокол, Євгенія Власюк, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом надвисокочастотне (НВЧ) нагрівання стало одним із найбільш перспективних засобів термічної обробки харчових продуктів. Завдяки його використанню можна забезпечити максимальне збереження поживних речовин та збільшити термін зберігання продуктів, а також інтенсифікувати технологічні процеси.

Матеріали і методи. Практика використання апаратів з НВЧ-нагріванням дозволяє зменшити порівняно з традиційними методами: час обробки продуктів у десять разів; час технологічних циклів у 20–65 разів; витрати маси сировини від 3–10% до 0,5%; виробничі технологічні площі у 3–5 разів; обслуговуючий персонал на 20–25%; витрати електроенергії на 25–50%; площу, об'єм і вагу промислового устаткування у 2–4 рази.

Результати. Процес утворення теплоти у продукті за допомогою струмів НВЧ заснований на законах електричного поля і принципі дії конденсатора. А основну роль у процесі поглинання енергії поля під час НВЧ-нагрівання харчових продуктів відіграє дипольна поляризація (оскільки продукти в значній мірі містять воду).

Основним джерелом енергії НВЧ є спеціальний електронний прилад, який називається магнетроном. У генераторних приладах НВЧ здійснюється перетворення енергії джерела постійної напруги, що живить прилад, в енергію електромагнітних коливань. Передача електромагнітної енергії від генератора до навантаження здійснюється по НВЧ тракту, основними елементами якого є хвилеводи.

Згідно досліджень, із збільшенням частоти електричного поля зростає швидкість нагрівання. Проте із збільшенням частоти зменшується глибина проникнення поля в продукт, тобто втрачається ефект об'ємного прогрівання. Тому під час вибору частоти поля прагнуть забезпечити підведення до продукту заданої величини питомої потужності, необхідну глибину проникнення поля, а також ефективну роботу генератора НВЧ. Для діелектричного нагрівання виділений ряд частот: 433, 915, 2375, 2450 5800 і 22125 МГц. В основному використовується електромагнітне поле НВЧ в 2375 МГц. Для збереження об'ємного прогрівання на цій частоті тепловій обробці слід надавати вироби товщиною не більш 30...50 мм.

Висновки. НВЧ-нагрівання широко використовується у харчовій промисловості для розморожування, бланшування, пастеризації продуктів; обробки рідких і пастоподібних продуктів з метою збільшення їх терміну зберігання; процесів екстракції та сушіння; одержання нових видів харчових продуктів підвищеної якості із збільшеним терміном зберігання.

Література

1. U.N.Joardder (Omar), Mohammad & Shahriar, Md. (2023). Principles of infrared heating in food processing and preservation. 10.1016/B978-0-12-822107-5.00010-6.

2. <https://studfile.net/preview/9469361/page:26/>

7. Проведення експертизи харчових продуктів за допомогою використання фізичних методів аналізу

Віта Смаль, Владислава Юрківська, Світлана Літвинчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фізичні методи аналізу харчових продуктів ґрунтуються на вивченні структурно-механічних, оптичних та електричних властивостей продукту. Ці властивості безпосередньо залежать від природи атомів та їх концентрації в речовині.

Матеріали та методи. Найбільш розповсюдженими фізичними методами для експертизи харчових продуктів є спектральні та реологічні.

Результати. Під назвою спектральний аналіз розуміють фізичний метод аналізу хімічного складу речовини, заснований на дослідженні спектрів відбивання і поглинання атомів або молекул. Ці спектри визначаються властивостями електронних оболонок атомів і молекул, коливаннями атомних ядер в молекулах та обертаннями молекул, а також впливом маси і структури атомних ядер на положення енергетичних рівнів. Крім того, вони залежать від взаємодії атомів і молекул з навколишнім середовищем.

Реологічні методи засновані на вимірюванні деформації різних речовин та призначені для визначення структурно-механічних властивостей продуктів (в'язкість, пружність, еластичність та міцність), які характеризують консистенцію таких продуктів, як м'ясний фарш, пластичність тіста, твердість плодів та овочів, консистенцію вершкового масла, маргарину. Результати досліджень структурно-механічних властивостей продуктів, як правило, показують графічно у вигляді кривих кінетики деформації. Для вимірів використовують віскозиметри – капілярні, ротаційні, вібраційні, кулькові, консітометри, пенетрометри, адгезіометри.

Реологічні методи аналізу дозволяють одержати інформацію про реологічні властивості харчових продуктів, які здебільшого є дисперсними системами, і їх реологічні властивості обумовлені, насамперед, їхньою структурою, тобто внутрішньою будовою і характером взаємодії складових їхніх фаз. Тому реологічні властивості харчових продуктів часто називають структурно-механічними.

Структурно-механічні властивості є проявом хімічного складу й умов утворення продуктів, а отже, можуть дати найбільш повне уявлення про зміну факторів, безпосередньо пов'язаних із якістю. Завдяки цьому реологічні методи можуть бути з успіхом використані для оцінки якості напівфабрикатів і готової продукції, оцінки ефективності технологічних процесів і устаткування, управління процесами для одержання продуктів із заданими властивостями.

Висновки. Експертизу харчових продуктів можна здійснити за допомогою використання фізичних методів аналізу. Тобто знаючи структурно-механічні, оптичні та електричні властивості харчових продуктів, можна визначити структуру, а також стан і концентрацію речовин, що входять до їх складу.

Література

1. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В.І. Воробйова, О.Е. Чигиринець, Т.М. Пилипенко, Л.А. Хрокало, В.Г. Єфімова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 345 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48651/1/T_analiz.pdf
2. http://ni.biz.ua/17/17_5/17_58994_klasifikatsiya-metodiv-doslidzhen.html

8. Ультразвук, інфразвук та їх вплив на біологічні процеси

Ілля Лаврега, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ультразвук та інфразвук є звуковими хвильовими діапазонами, які знаходяться поза межами чуттєвого сприйняття людини.

Матеріали та методи. Доступна інформація щодо ультразвуку, інфразвуку та їх впливу на біологічні процеси.

Результати. Ультразвук відноситься до звукових хвиль з високою частотою, яка перевищує 20 кілогерц, тоді як інфразвук – це звукові хвилі з низькою частотою менше 20 Гц. Ультразвук та інфразвук можуть впливати на біологічні процеси, які відбуваються в тілі людини. Наприклад, ультразвук застосовується в медицині для діагностики та лікування. Інфразвук може використовуватися для зменшення болю та стресу. Однак, високі рівні ультразвуку та інфразвуку можуть бути шкідливими для здоров'я, особливо якщо вони використовуються неправильно. Довготривалі експозиції можуть призвести до пошкодження тканин, зменшення імунної функції, порушення репродуктивної системи та інших небажаних ефектів. Тому необхідно бути обережними з використанням цих звуків та з урахуванням потенційних наслідків. Але важливо відзначити, що наукові дослідження щодо впливу ультразвуку та інфразвуку на біологічні процеси є досить обмеженими та потребують подальших досліджень для того, щоб повністю зрозуміти їхні можливості та ризики. Проте з розвитком технологій та методів дослідження, ми можемо очікувати додаткові відкриття в цій галузі, які допоможуть нам краще зрозуміти вплив ультразвуку та інфразвуку на біологічні процеси та використовувати їх для поліпшення нашого здоров'я та добробуту. Також ультразвук та інфразвук можуть мати вплив на розвиток ембріонів та плодів у вагітних жінок. Хоча ультразвук широко використовується для діагностики вагітності та контролю розвитку плоду, деякі дослідження показали, що довготривала експозиція ультразвуку може мати негативний вплив на розвиток мозку плоду. Крім того важливо відмітити, що ультразвук та інфразвук можуть впливати на поведінку тварин, зокрема на їхню комунікацію та орієнтацію у просторі. Наприклад, деякі дослідження показали, що під впливом низькочастотного звуку дельфіни можуть змінювати своє сприйняття звукових сигналів та ставати менш соціальними. До того ж важливо враховувати потенційний вплив ультразвуку та інфразвуку на навколишнє середовище, зокрема на тварин та рослини. Високі рівні ультразвуку можуть викликати паніку та стрес у деяких тварин, що може мати негативний вплив на їх здоров'я. Також інфразвук може впливати на ріст та розвиток рослин.

Висновки. Ультразвук та інфразвук можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на біологічні процеси, тому необхідно використовувати їх з обережністю.

Література

1. David, B. Daniel, A. Roberto, A. Possible Effects on Health of Ultrasound Exposure, Risk Factors in the Work Environment and Occupational Safety Review. *Healthcare* [Online] **2022**, Article 1, 2, 3.
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8954895/>

9. Застосування електромагнітних хвиль у біотехнології та екології

Максим Клименко, Тетяна Топіха, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нині є актуальним вивчення впливу електромагнітного випромінювання на біологічні організми. Електромагнітні хвилі знаходять все більше застосування в біотехнології та екології по всьому світу, включаючи культивування клітин, обробку води, моніторинг довкілля та контроль рівня забруднення.

Матеріали та методи. У біотехнології широко використовуються електромагнітні хвилі у таких методах досліджень: біоломінесцентна візуалізація, променева терапія, флуоресцентне секвенування. Використання електромагнітних хвиль у екології: моніторингом поверхні Землі, біоремедіацію. Для того, щоб дослідити дану тему, було використано аналіз вітчизняної та закордонної наукової літератури.

Результати. Біоломінесцентні методи надають цінну інформацію про функції та поведінку живих мікроорганізмів, шляхом виявлення та якісної візуалізації затримання світлових хвиль люмінесценції від об'єкту дослідження. При біоломінесцентній візуалізації фермент люцифераза, який каталізує біоломінесцентну реакцію, вводиться в клітину-мішень або організм. Потім мішень піддається впливу молекули субстрату, яка виробляє світло при взаємодії з ферментом люциферазою. Світло, що випромінюється в результаті реакції, реєструється за допомогою чутливої камери, яка фіксує електромагнітні хвилі у вигляді фотонів. Отримане зображення використовують для моніторингу експресії певних генів, відстеження прогресування захворювань або вивчення динаміки біологічних процесів у живих організмах. Рентгєнівські та гамма-промені у променевої терапії використовуються для знищення злоякісних ракових та патогенних бактеріальних клітин. Іонізуюче випромінювання може спричинити значне пошкодження ДНК ракових клітин, що призводить до загибелі клітин. Ракові клітини, як правило, більш чутливі до радіації, ніж звичайні клітини, оскільки вони часто мають пошкоджені механізми репарації ДНК. У випадку з бактеріями високоенергетичні електромагнітні хвилі можуть порушити їхні метаболічні шляхи і пошкодити їхні клітинні компоненти, що призводить до загибелі клітин [1]. Бактеріальні клітини, як правило, більш стійкі до радіації, ніж тваринні клітини, оскільки вони мають товстіші клітинні стінки і більш ефективні механізми відновлення ДНК.

Висновки. Встановлено, що електромагнітні хвилі знаходять все більше застосування в біотехнології та екології по всьому світу, включаючи боротьбу із складними захворюваннями, допомогу у реалізації спадкової інформації, моніторингом довкілля, контролем рівня забруднення у природі та очищені від елементів забруднєнь.

Література

Huang P, Xu L, Xie Y (2021), Biomedical Applications of Electromagnetic Detection: A Brief Review. Biosensors (Basel). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8301974/>

10. Фізичні властивості рідких кристалів

Анастасія Бондарук, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рідкий кристал – специфічний стан термодинамічної системи, якому властиві риси як рідини (текучість), так і кристалу. Рідкі кристали мають дуже важливі оптичні властивості, які забезпечили їх численне застосування і великий інтерес до їх вивчення. Як нематити, так і смектики є одноосними кристалами, властивості яких легко і в широких межах змінюються зовнішніми діями.

Матеріали та методи. Рідкі кристали відкрив в 1888 р. австрійський ботанік Ф. Рейнітцер. Науковий доказ було надано професором університету Карлсруе Отто Леманном. У 1963 р. американець Фергюсон використав найважливішу властивість рідких кристалів – змінювати колір під впливом температури. Тільки після 1973 р., коли група англійських хіміків під керівництвом Джорджа Грея отримала рідкі кристали з відносно дешевого і доступного сировини, ці речовини отримали широке поширення в різноманітних пристроях.

Результати досліджень. На властивості рідких кристалів великий вплив роблять електричні і магнітні поля. Вивчення цих впливів є в даний час предметом дослідження, а отримані результати використовуються в практиці. Загальна для всіх типів рідких кристалів властивість – подвійне заломлення світла, характерне для більшості твердих кристалів, за допомогою якої можна ідентифікувати мезоморфний стан. Іншою властивістю, характерною для холестеричних рідких кристалів, є обертання площини поляризації. Якщо пропускати лінійно-поляризоване світло через шар холестеричної мезофази перпендикулярно молекулярним шарам, то напрямок коливань електричного вектора світлової хвилі буде повернуто вліво або вправо.

Анізотропність (тобто залежність властивостей електричних, оптичних, теплових від напрямку) також спостерігається у рідких кристалах. Зокрема, внаслідок оптичної анізотропії рідкі кристали є двохзаломлюючим середовищем. Явище подвійного заломлення – це типовий кристалічний ефект, який полягає в тому, що швидкість світла в кристалі залежить від орієнтації площини поляризації світла.

Рідкі кристали у вигляді півки наносять на деталі електросхем. Несправні елементи – сильно нагріті або холодні, непрацюючі – відразу помітні по яскравим кольорним плямам.

Нові можливості отримали лікарі: рідкокристалічний індикатор на шкірі хворого швидко діагностує приховане запалення і навіть пухлини.

Висновок. Отже, рідкі кристали володіють подвійними властивостями, поєднуючи в собі властивість рідин (текучість) і властивість кристалічних тіл (анізотропію). Їх поведінку не завжди вдається описати за допомогою звичних усім методів і понять. Але саме в цьому і полягає їхня привабливість для дослідників, які прагнуть пізнати ще незвідане.

Література

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%BA%D1%96_%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8
2. https://den4ik.ucoz.ua/index/vlastivosti_ridkikh_kristaliv/0-10

11. Дія іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти

Анастасія Сологуб, Тетяна Мельник, Наталія Медвідь
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Іонізуюче випромінювання – невидимі оком випромінювання високої енергії. На даному етапі розвитку людства цей вид випромінювання є найбільш поширеним, але це має певний як позитивний, так і негативний вплив на біологічні об'єкти.

Матеріали і методи. До іонізуючого випромінювання відносять альфа-, бета-, гамма-промені, рентгенівське випромінювання, а також інші високоенергетичні заряджені частинки на кшталт протонів та іонів, отриманих у прискорювачах.

Результати. Під біологічною дією іонізуючих випромінювань розуміють їхню здатність викликати функціональні, анатомічні й метаболічні зміни на молекулярному, клітинному, органному й організменному рівнях. Біологічна дія іонізуючих випромінювань обумовлена енергією, яка виділяється різними тканинами і органами. У результаті опромінення в клітині можна зареєструвати безліч найрізноманітніших реакцій – затримку поділу, пригнічення синтезу ДНК, ушкодження мембран та ін. Ступінь вираженості цих реакцій залежить від того, на якій стадії життєвого циклу клітини відбулося опромінення. Деякі променеві реакції легко переносяться клітиною, тому що є наслідком ушкодження багатьох структур, втрата яких дуже швидко відновлюється. Такі перехідні клітинні реакції називаються фізіологічними ефектами опромінення (наприклад, різні порушення метаболізму, гальмування нуклеїнового обміну або окисного фосфорилування, склеювання хромосом тощо). Як правило, подібні реакції проявляються в найближчий термін після опромінення й згодом зникають. Найбільш універсальна з них – тимчасова затримка (пригнічення) клітинного поділу, яка часто називається радіаційним блокуванням мітозу. Поділ клітини припиняється й відновлюється через деякий час, який відрізняється у різних об'єктів, але завжди збільшується паралельно з дозою випромінювання. Для більшості культур клітин затримка поділу відповідає приблизно 1 годині на кожний 1 г. Тривалість часу затримки поділу залежить і від стадії клітинного циклу, у якому перебувають клітини в момент опромінення; найбільш тривалий він у тих випадках, коли піддаються впливу клітини в стадії синтезу ДНК або в постсинтетичній стадії, а самий короткий час затримки мітозу – при опроміненні в мітозі. Реакцію затримки поділу потрібно відрізнити від повного припинення мітозу, що настає після впливу більших доз, коли клітина тривалий час продовжує свою життєдіяльність, але незворотно втрачає здатність до поділу.

Висновки. Потрапляючи до будь-якого біологічного об'єкту, радіоактивні речовини розповсюджуються по всьому організму. Особливою загрозою для організму є ізомери, які протягом усього життя можуть бути джерелами іонізуючого випромінювання. Незалежно від доз іонізуючого випромінювання воно негативно впливає на біологічні об'єкти.

Література

1. <https://studfile.net/preview/5835403/page:10/>
2. <https://oppb.com.ua/news/vplyv-ionizuyuchogo-vyprominyuvannya-na-organizm-ljudyny>
3. <https://medstudia.com/medviva/biologichna-diya-ionizuyuchogo-viprominyuvannya>

12. Плазма та її використання в біотехнології та технологічних процесах

Вікторія Самойленко, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні вчені активно досліджують четвертий агрегатний стан речовини, точніше плазму. В даній роботі розповідається як плазма застосовується в біотехнології та технологічних процесах.

Матеріали і методи. Огляд та аналіз літературних джерел про плазму для дослідження теми.

Результати. Враховуючи специфічні фізичні властивості, плазма знаходить широке застосування в біотехнології та технологічних процесах.

Один із найбільш поширених способів використання плазми – це стерилізація та дезінфекція поверхонь, повітря, води та продуктів харчування. При цьому відбувається знищення бактерій, вірусів та грибків. Коли компоненти плазми стикаються з поверхнею клітини, відбувається електростатичне руйнування, що викликає напругу в стінці клітини, а також механічний розрив і витік вмісту клітини. Це застосування широко використовується в біотехнології та інших сферах [1].

Також одним із способів застосування плазми є розведення тварин і мікробів. Плазма вважається потужним засобом мутагенезу. Плазма індукує швидше та сильніше пошкоджені ДНК, ніж звичайні засоби мутагенезу.

Крім того, плазма може бути використана для зміни властивостей поверхні матеріалів, таких як: метали, пластмаси та скло. Таким чином, покращуються властивості поверхні полімеру, включаючи змочуваність, біосумісність та хімічний склад поверхні. У цій техніці змінюються лише властивості поверхні, а об'ємні властивості полімерів залишаються незмінними. Підтверджено [2], що плазмова обробка при атмосферному тиску є ефективною технікою модифікації поверхні полімерів, особливо полімерів, які використовуються в біомедичних цілях. Основною метою обробки атмосферою плазмою в цілому є утворення функціональних груп на поверхні полімеру. Це застосування плазми корисне у різних технологічних процесах.

Висновки. Загалом плазма використовується в біотехнології та технологічних процесах для знищення бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів, а також для очищення відходів та води. Також для зміни властивостей поверхні матеріалів та як засіб мутагенезу.

Література

1. Zhou, Renwu, Rusen Zhou, Peiyu Wang, Yubin Xian, Anne Mai-Prochnow, Xinpei Lu, P J Cullen, Kostya (Ken) Ostrikov, and Kateryna Bazaka. "Plasma-activated water: generation, origin of reactive species and biological applications." *Journal of Physics D: Applied Physics* 53.30 (2020)27.
2. Šimončicová, J., Kryštofová, S., Medvecká, V. et al. Technical applications of plasma treatments: current state and perspectives. *Appl Microbiol Biotechnol* 103, 5117–5129 (2019). – Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09877-x>

13. Принцип роботи НВЧ-печі

Вікторія Кавун, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мікрохвильова піч (надвисокочастотна піч, МХП, НВЧ-піч) – це побутовий електроприлад для швидкого приготування або швидкого підігріву продуктів харчування, а також для їх розморожування. Ця робота присвячена техніці для кухні, яка в більшості випадків спрощує повсякденне життя багатьох людей, особливо тих, які не люблять довго проводити час на кухні та звикли до комфорту.

Матеріали і методи. Мікрохвильову піч винайшов і запатентував 8 жовтня 1945 року житель штату Массачусетс інженер Персі Спенсер. За це відкриття його нагородили вельми скромною винагородою, тому що компанія, в якій він працював, присвоїла собі кошти. Спочатку через великий розмір печей, їх використовували тільки для підігріву їжі в їдальнях для солдатів. На даний момент мікрохвильові печі по типу конструкції можна класифікувати на 3 основні типи: соло, з грилем і з конвекцією. Не так давно з'явилися комбіновані НВЧ-печі: і з грилем, і з конвекцією, і навіть з парогенератором.

Результати. НВЧ-піч стала невід'ємною частиною життя людей. Головним елементом будь-якої НВЧ печі є магнетрон. Цей пристрій генерує мікрохвилі, які й розігрівають їжу. Для того, щоб мікрохвилі спричиняли потрібний ефект, необхідно в продуктах мати присутність молекул, що одночасно мають і позитивний, і негативний заряди. Таких молекул багато в овочах, фруктах та м'ясі.

Гриль – це невід'ємний елемент, який розташований, як правило, у верхній частині внутрішньої камери. Він потрібен для надання продуктам хрусткої скоринки. Є три типи грилів: ТЕН, кварцовий гриль, вугільний гриль.

Мікрохвилі «бомбардують» молекули води в їжі, змушуючи їх обертатися з частотою в мільйони разів в секунду, створюючи молекулярне тертя, яке і нагріває їжу. Перевагою НВЧ-печей є швидкість приготування, зберігання в їжі вмісту деяких вітамінів і мінеральних речовин, а також економічність.

Продуктивність при приготування в камері мікрохвильовки набагато вища, ніж за будь-якого іншого способу приготування/нагрівання їжі: варіння в каструлі, смаження на пательні чи запікання в духовці.

Коефіцієнт корисної дії високий, оскільки практично вся електроенергія використовується для нагрівання безпосередньо продуктів, а не повітря, стінок посудини чи духовки.

Висновки. Мікрохвильова піч – це чудовий прилад для економії часу. Проте користуватися нею потрібно з дотриманням правил безпеки. Більшість побоювань з приводу шкоди є лише незнанням фізики.

Література

1. <https://www.itbox.ua/ua/blog/Konstrukciya-ta-princip-roboti-mikrohvilovki/>
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D1%87

14. Які фізичні фактори сприяли тому, що життя зародилося у воді?

Лілія Попова, Ніна Великопольська, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Великим біологічним проривом XIX століття стала теорія еволюції, розроблена Чарльзом Дарвіном, викладена у роботі "Про походження видів" у 1859 році, що пояснювала, як величезне різноманіття життя могло виникнути від одного спільного пращура. Дарвін припускав, що життя зародилося у "теплому маленькому ставку", і саме ця теорія буде основою першої гіпотези про виникнення життя.

Матеріали та методи. У 1924 році Опарін опублікував свою книгу "Походження життя", де він виклав гіпотезу народження життя, схожу на дарвінівський теплий ставок.

Результати. Опарін уявив, як виглядала Земля на початку свого існування. Поверхня була дуже гарячою і являла собою мішанину напіврозтоплених гірських порід, що містили величезний спектр хімічних речовин. Зокрема, багато з них містили вуглець. Земля достатньо охолола, щоб водяна пара конденсувалася у рідку воду, і пішов перший дощ. На Землі утворилися океани, які були гарячими і багатими на хімічні речовинами на основі вуглецю.

По-перше, різні хімічні речовини могли реагувати між собою, утворюючи безліч нових сполук, деякі з яких були б більш складними. Опарін припускав, що молекули, які є центральними для життя, такі як цукри та амінокислоти, могли утворюватися у водах Землі.

По-друге, частина хімічних речовин почала утворювати мікроскопічні структури. Багато органічних хімікатів не розчиняються у воді: наприклад, олія утворює шар зверху води. Але коли деякі з цих хімічних речовин контактують з водою, вони утворюють сферичні кульки, які називаються коацервати, діаметр яких може досягати 0,01 см.

Органічні речовини можуть накопичуватися у воді "поки первісні океани не досягли консистенції гарячого рідкого бульйону". Це стало основою для формування "перших живих або напівживих речей", кожна з яких огортала "масляниста плівка".

Висновки. За допомогою гіпотези Опаріна було представлено відносно нове розуміння можливого виникнення життя на Землі. Його гіпотеза щодо зародження життя була заснована на відомостях про хімічний склад Землі в давні часи, коли вона тільки-но формувалася. Ця гіпотеза сьогодні є однією з головних теорій про виникнення життя.

Література

1. <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-earth-53652896.amp>
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96%D0%93%D1%96%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0_%D0%9E%D0%BF%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%B0-%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0

15. Принцип роботи електронного мікроскопа

Дмитро Стабніков, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Електронний мікроскоп – це прилад для отримання збільшеного зображення мікроскопічних предметів, в якому використовуються пучки електронів.

Матеріали та методи. Створення електронного мікроскопа стало можливим після встановлення хвильових властивостей мікрочастинок, зокрема й електронів. Відправною точкою послужило встановлення корпускулярно-хвильового дуалізму світла, що призвело до встановлення хвильових якостей мікрочастинок і розвитку хвильової (квантової) механіки.

Результати. Після того, як було встановлено, що малі частинки, які рухаються, мають хвильові властивості, і почала розвиватися квантова механіка мікрочастинок. Оскільки електрони є зарядженими частинками, то на них можна впливати електричними та магнітними полями, змінюючи їх траєкторію. Це дозволило створити електронні лінзи, здатні фокусувати електронні пучки та створювати збільшені електронні зображення. Таким чином, наявність у електронів заряду та хвильових властивостей з малою довжиною хвилі дозволило створити електронний мікроскоп (рис. 1).



Рис. 1. Сучасний електронний мікроскоп

В електронному мікроскопі для отримання зображення використовуються фокусовані пучки електронів, якими бомбардується поверхня досліджуваного об'єкта. Зображення можна спостерігати різними способами – в променях, які пройшли через об'єкт, у відбитих променях, реєструючи вторинні електрони або рентгенівське випромінювання. Фокусування пучка електронів відбувається за допомогою спеціальних електронних лінз.

Висока роздільна здатність електронних мікроскопів досягається за рахунок малої довжини хвилі електрона. В той же час, як довжина хвилі видимого світла лежить у діапазоні від 400 до 800 нм, довжина хвилі електрона, прискореного у потенціалі 150 В, становить 0,1 нм.

Висновки. Електронні мікроскопи можуть збільшувати зображення у 2 млн. разів. В електронні мікроскопи можна теоретично розглядати об'єкти, розміром з атом, хоча практично здійснити це важко.

Література

1. <https://uk.gadget-info.com/difference-between-light-microscope>
2. <https://microsvit.info/elektronna-mikroskopiya>

16. Лазери та їх застосування в біотехнології, мікробіології та екології

Ольга Мудрак, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лазер – це пристрій для генерування або підсилення монохроматичного світла, створення вузького пучка світла, здатного поширюватися на великі відстані без розсіювання і створювати винятково велику густину потужності випромінювання при фокусуванні (108 Вт/см² для високоенергетичних лазерів).

Матеріали та методи. Унікальність лазерного променя полягає у його монохроматичності (наявність у спектрі хвиль лише однієї довжини) і когерентності (розповсюдження електромагнітних хвиль строго упорядкованих у часі та просторі) та застосовується для дослідження біологічних структур.

Результати. У даний час в більшості країн світу спостерігається інтенсивне впровадження лазерного випромінювання в біологічних дослідженнях і в практичній медицині. Клінічні спостереження показали ефективність лазера ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного спектрів для місцевого застосування на патологічний осередок і для дії на весь організм.

Також останні роки у лабораторіях, які досліджують мікробіологічні методи діагностики інфекційних захворювань, почали використовувати надсучасні мікроскопи, що при роботі використовують лазери та ефект флюоресценції. Вони дозволи здійснювати скануючу лазерну мікроскопію і вивчати не лише структуру мікробних клітин, а й локалізацію певних біополімерів і рух речовин через клітинну стінку та цитоплазматичну мембрану.

У біотехнології, як однієї з областей практичної діяльності, що найбільш динамічно розвивається, лазерна техніка знайшла велике застосування. Проте до останнього часу це застосування обмежувалося, в основному системами діагностування. Можливість цілеспрямованого впливу лазера на внутрішньоклітинні процеси та регулювання процесів біосинтезу обумовлена селективним впливом монохроматичного світла на електрони фоточутливих структур, фоторецептори та внутрішньоклітинні процеси у мікроорганізмів за участю хромофорних структур та збудження частинок (радикалів, перекисів). Такі властивості дозволяють говорити про можливість реалізації високоефективних біотехнологій для одержання культур з високою біологічною активністю, підвищеним внутрішньо- та позаклітинним вмістом цінних біологічних продуктів.

Висновок. Таким чином, з результатів роботи випливає, що лазерні технології впроваджуються практично у всі області наукової та природньої діяльності людини.

Література

1. <https://studfile.net/preview/8597002/>
2. https://ua-m.iliveok.com/health/konfokalna-mikroskopiya_105670i15989.html
3. <https://moyaosvita.com.ua/biologija/konfokalna-mikroskopiya/>
4. https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/20030/1/Methodicka54_druc.pdf
5. https://microbiologysociety-org.translate.goog/blog/this-device-uses-a-laser-to-rapidly-detect-bacteria.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=s

17. Використання ускладнених дифракційних полів для автоматизованого вимірювання поперечних переміщень

Інна Левчій¹, Наталія Медвідь²

1 – Європейський колежіум, 10 клас, Київ, Україна

2 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оптичні вимірювання дуже поширені в різних галузях науки та техніки. Це обумовлено тим, що оптичне випромінювання здатне нести і передавати великий обсяг інформації.

Матеріали і методи. Дифракційна решітка – це оптичний елемент, дія якого базується на явищі дифракції світла. Найбільш важливою властивістю решітки є її здатність розкласти світло в спектр. Тому вона широко застосовується в різних спектральних приладах. Однак можливі й інші варіанти застосування дифракційних решіток. В даній роботі запропонований метод вимірювання дуже малих переміщень за допомогою системи із двох дифракційних решіток. Метод базується на проведенні комп'ютерного розрахунку дифракційних полів за допомогою спеціальної програми.

Результати. В комп'ютерних дослідах використовувалась фазова решітка із прямокутним профілем штриха, глибиною рельєфу π радіан та періодом d . Проведені за допомогою програми розрахунки показали, що поперечне переміщення однієї решітки в світловому пучку не призводить до змін дифракційного поля. Інша ситуація спостерігається, коли на шляху пучка розмістити дві решітки. Вигляд такої «сумарної» решітки буде різним для кожного окремого стану поперечного зміщення решіток, а отже, і дифракційні картини будуть різними. На наведеному рис. 1 показаний вигляд взаємного розміщення окремих штрихів решіток (верхній рисунок) та вигляд розрахованого розподілу інтенсивності в дифракційному полі (нижній рисунок) для поперечних зміщень решіток $\Delta L = 0$ та $\Delta L = 0,2 d$.

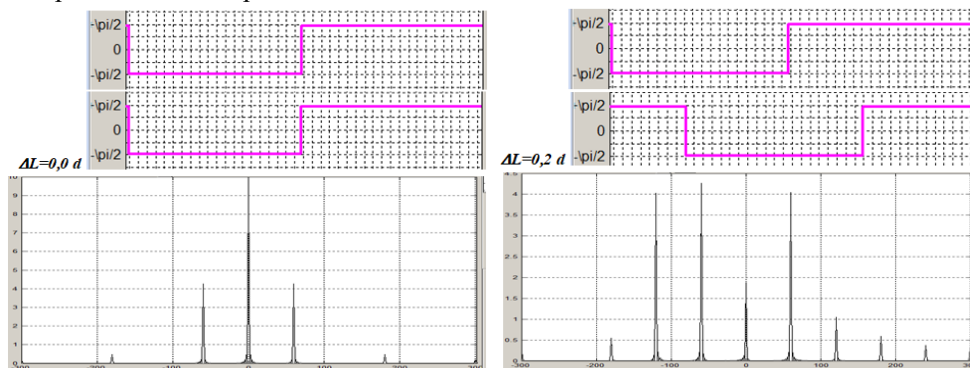


Рис. 1. Взаємне розміщення дифракційних решіток та розподіл інтенсивності в їх дифракційному полі

Висновки. Із рис. 1 видно, що вигляд дифракційної картини залежить від взаємного положення двох решіток. На цьому базується запропонований в роботі метод вимірювання малих переміщень. Ці решітки можна пов'язати із рухомими об'єктами, освітити їх паралельним пучком променів та експериментально виміряти розподіл енергії в дифракційному полі. За порівнянням, яке можна зробити автоматизованим, експериментально виміряного розподілу та комп'ютерно розрахованого, можна визначити дуже малі зміщення між цими об'єктами.

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. Гамма-функція Ейлера та її застосування

Глеб Амосов, Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гамма-функція (Г-функція) є однією з найважливіших неелементарних функцій математичного аналізу. Вона записується у вигляді невласного інтегралу, який залежить не тільки від формальної змінної, а і від параметра.

Матеріали і методи. Гамма-функція є складовою різних функцій розподілу імовірностей, вона використовується в таких областях як теорія імовірностей і статистика. Існують різні визначення Гамма-функції (через границю, суму ряду, невласний інтеграл). Найбільш часто вживаним є означення Лежандра.

Означення (за Лежандром): Гамма-функцією називається невласний інтеграл

$$\Gamma(p) = \int_0^{\infty} x^{p-1} e^{-x} dx.$$

Результати.

Основні властивості Гамма-функції:

1. Для довільних комплексних значень справедлива рекурентна формула (формула доповнення) $\Gamma(z+1) = z \cdot \Gamma(z)$

2. Для натуральних значень аргументу значення гамма-функції співпадає зі значенням факторіалу $\Gamma(n) = (n-1)!$

$$3. \quad \Gamma(z) = \Gamma(1-z) = \frac{\pi}{\sin a\pi}, \quad 0 < a < 1.$$

$$4. \quad \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}.$$

Важливим застосуванням Гамма-функції є зведення до неї інтегралів наступного виду:

$$\int_0^{\infty} x^{\alpha} e^{-ax^{\beta}} dx = a^{-\frac{\alpha+1}{\beta}} \cdot \frac{1}{\beta} \Gamma\left(\frac{\alpha+1}{\beta}\right), \text{ де } a, \alpha, \beta - \text{ постійні параметри.}$$

$$\int_0^{\infty} x^{\alpha} e^{-\frac{x^2}{a^2}} dx = a^{\alpha+1} \cdot \frac{1}{2} \Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right) \text{ (інтеграли Гаусового типу).}$$

$$\int_0^{\infty} x^{\alpha} e^{-\frac{x}{a}} dx = a^{\alpha+1} \cdot \Gamma(\alpha+1) \text{ (Ейлерові інтеграли).}$$

Висновки. Гамма-функція використовується для узагальнення поняття факторіалу на множину дійсних і комплексних значень аргументу, розширення поняття похідної на дробові значення, обчислення визначених інтегралів.

2. Задача комівояжера (TSP)

Софія Яненко, Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Задача комівояжера є однією з найвідоміших задач комбінаторної оптимізації. Ця задача полягає у пошуку найкоротшого шляху, який проходить через всі міста в заданому наборі, причому кожне місто повинно бути відвідане тільки один раз.

Матеріали і методи. Для розв'язання задачі комівояжера можна використовувати різні алгоритми, такі як метод повного лексичного перебору, жадібні алгоритми (метод найближчого сусіда), метод включення найближчого міста, метод найдешевшого включення, метод мінімального кістяка дерева, метод гілок і меж, алгоритм мурашиної колонії.

Результати. З умови задачі бачимо, що розв'язок знаходиться серед гамільтонових циклів з чого робимо висновок, що задача комівояжера належить до класу NP -складних задач, тобто немає ефективного алгоритму для її розв'язання на великих масштабах. Проте, є кілька методів, які дають досить точні результати для розв'язання задачі на практиці. Наприклад, будь-яка NP -повна задача може бути розв'язана методом повного перебору. Кількість дій зростає для різних алгоритмів в залежності від кількості вершин графа: для перебору кількість дій зростає експоненційно з кількістю вершин графа і дорівнює $O(n!)$, де n - кількість вершин графа. Таким чином, збільшення кількості вершин у два рази призводить до збільшення кількості дій у чотири рази. Для великих n , цей метод стає непрактичним.

Алгоритми, які базуються на побудові мінімального каркасного дерева (наприклад, алгоритми Прима та Крускала), мають складність $O(E \log V)$, де E - кількість ребер, а V - кількість вершин. Оскільки E зазвичай не перевищує V^2 , то складність алгоритмів на основі каркасного дерева можна наблизити до $O(V^2 \log V)$. Таким чином, збільшення кількості вершин у два рази призводить до збільшення кількості дій в 4-8 разів.

З жадібних алгоритмів розглянемо метод включення найближчого міста, де ми вибираємо найближчу вершину, яка не була включена у маршрут, і додаємо її до маршруту. Цей алгоритм має складність $O(n^2)$.

Для графів, що мають високий степінь кожної вершини (як правило, степінь більше ніж $\frac{n}{2}$, де n - кількість вершин у графі) існує алгоритм пошуку гамільтонового циклу з складністю $O(n^2 2^n)$, що базується на динамічному програмуванні.

Алгоритм Монте-Карло - полягає у випадковому генеруванні шляхів та обчисленні їх довжини. Для отримання найкращого розв'язку необхідно повторити процедуру декілька разів та вибрати найкращий шлях. Складність алгоритму залежить від кількості випадково згенерованих шляхів та зазвичай є високою.

Висновки. Ефективність алгоритмів, які можна використовувати для розв'язання поставленої задачі залежить від множини міст. Для задач з меншою кількістю міст можна застосовувати точні методи, а для задач з більшою кількістю міст - евристичні.

3. Знаходження найбільшого і найменшого значень функції

Евгенія Власюк, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Традиційна схема знаходження найбільшого і найменшого значень функції може ускладнитися уже при знаходженні похідної. Цю складність можна обійти, якщо застосувати інші підходи. Наведемо один з них.

Матеріали і методи. Використані поняття вектора на площині, скалярного добутку двох векторів.

Результати. Відомо, що скалярний добуток векторів $\vec{r}_1 = (\alpha_1; \beta_1)$ і $\vec{r}_2 = (\alpha_2; \beta_2)$ визначається за формулою: $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| \cos \varphi$, де φ – кут між векторами.

Так як $-1 \leq \cos \varphi \leq 1$, то справедлива подвійна нерівність

$$-|\vec{r}_1| |\vec{r}_2| \leq \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2|.$$

Знак рівності досягається, якщо вектори колінеарні, причому $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = |\vec{r}_1| |\vec{r}_2|$, якщо вектори співнапрямлені, і $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = -|\vec{r}_1| |\vec{r}_2|$, якщо вони протилежно напрямлені.

У координатній формі ми отримаємо наступну подвійну нерівність:

$$-\sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \sqrt{\alpha_2^2 + \beta_2^2} \leq \alpha_1 \alpha_2 + \beta_1 \beta_2 \leq \sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \sqrt{\alpha_2^2 + \beta_2^2} \quad (1)$$

Відомо також, що колінеарні вектори пов'язані, наприклад, співвідношенням $\vec{r}_1 = \lambda \vec{r}_2$

або у вигляді координат
$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}.$$

Скористаємося цими фактами для знаходження найбільшого значення функції

$$y = \sqrt{5-x} + \sqrt{x+8}.$$

Очевидно, ця функція визначена і неперервна на відрізку $[-8; 5]$, отже, вона досягає на ньому свого найбільшого і найменшого значень. Введемо в розгляд вектори $\vec{r}_1 = (\sqrt{5-x}; \sqrt{x+8})$; $\vec{r}_2 = (1; 1)$ за умови виконання рівності $y = \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2$.

Тоді $|\vec{r}_1| = \sqrt{5-x+x+8} = \sqrt{13}$; $|\vec{r}_2| = \sqrt{1+1} = \sqrt{2}$;

$y = \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = \sqrt{5-x} + \sqrt{x+8} \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| = \sqrt{26}$ – верхня оцінка нерівності (1).

Знак рівності досягається, коли вектори \vec{r}_1 і \vec{r}_2 колінеарні і співнапрямлені. Це

можливо, якщо $\frac{\sqrt{5-x}}{1} = \frac{\sqrt{x+8}}{1}$; $5-x = x+8$, $x = -\frac{3}{2} \in [-8; 5]$.

Нижня оцінка функції $\sqrt{5-x} + \sqrt{x+8} \geq -\sqrt{26} \Rightarrow \in [-8; 5]$.

Маємо: $y(-3/2) = \sqrt{26}$, $y(-8) = y(5) = \sqrt{13}$.

Отже, $y_{\text{найб.}} = y(-3/2) = \sqrt{26}$; $y_{\text{найм.}} = y(-8) = y(5) = \sqrt{13}$.

Висновки. Знайдено найбільше і найменше значення функцій без знаходження похідної функції. Це дозволяє збагатити студентів новими підходами до розв'язання задач.

4. Застосування гіперболічних функцій в геометрії

Олексій Плакса, Володимир Листопад, Володимир Шоха
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Знайти криву із заданими граничними точками, від обертання якої навколо осі абсцис утворюється поверхня найменшої площі (рис 1).

Матеріали і методи. Як відомо, площа поверхні обертання визначається за формулою

$$S[y(x)] = 2\pi \int_{x_0}^{x_1} y \sqrt{1+(y')^2} dx$$

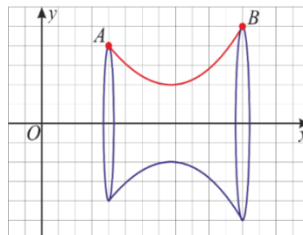
Підінтегральна функція

$F(x, y, y')$ повинна задовольняти рівняння Ейлера (необхідна умова екстремуму функціонала $S[y(x)]$):

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = 0 \text{ або в розгорнутому вигляді}$$

$$F_y - F_{xy'} - F_{yy'} y' - F_{y'y'} y'' = 0.$$

Рис.



Результати. Оскільки $F(x, y, y') = y\sqrt{1+(y')^2}$, тобто функція залежить лише від y та y' , то перший інтеграл рівняння Ейлера має вигляд $F - y'F_{y'} = C_1$, або в

даному випадку $y\sqrt{1+(y')^2} - \frac{y(y')^2}{\sqrt{1+(y')^2}} = C_1$. Після спрощення отримаємо

$$\frac{y}{\sqrt{1+(y')^2}} = C_1. \text{ Це рівняння інтегрується підстановкою } y' = sh t, \text{ тоді } y = C_1 ch t,$$

$dx = \frac{dy}{y'} = \frac{C_1 sh t dt}{sh t} = C_1 dt, x = C_1 t + C_2$. Таким чином, шукана поверхня утворюється обертанням лінії, рівняння якої в параметричній формі має вигляд $x = C_1 t + C_2,$

$y = C_1 ch t$. Виключаючи параметр t , будемо мати $y = C_1 ch \frac{x - C_2}{C_1}$ – сімейство

ланцюгових ліній. Сталі C_1 і C_2 визначаються із умови проходження шуканої лінії через задані граничні точки. Лінією, яка з'єднає дві задані точки площини Oxy і при обертанні якої навколо осі Ox утворюється поверхня найменшої площі, є ланцюгова лінія (катенарія) $y = ach \frac{x}{a}$. Утворена при цьому поверхня обертання називається катеноїдом. У техніці ланцюгової лінії розглядаються як лінії склепінь.

Висновки. Перевернута ланцюгова лінія – ідеальна форма для арок. Такі арки часто використовуються в будівництві печей. Щоб створити спроектовану криву, форму висячого ланцюга бажаних розмірів переносять на шаблон, який потім використовується як керівництво для розміщення будівельних матеріалів.

5. Використання апарату математичного моделювання в природничих науках

Настя Костіна, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою доповіді є ознайомлення з дослідженням в галузі екології, хімії та генетики. Апаратом досліджень є диференціальне та інтегральне числення, теорія диференціальних рівнянь.

Матеріали і методи. Однією з тем дослідження є модель Мальтуса про обсяг популяції.

Результати. Швидкість росту популяції пропорційна її розміру в деякий час: $x' = \alpha \cdot x$, де $x = x(t)$ - розмір популяції, α - параметр, який дорівнює різниці між народжуваністю та смертністю. Розв'язком диференціального рівняння є експоненціальна функція

$$x(t) = x_0 \cdot e^{\alpha t}, \quad x_0 = x(0).$$

При $\alpha > 0$ розмір популяції швидко зростає, але зрозуміло, що це неможливо через обмеженість ресурсів.

Уточненням моделі Мальтуса може слугувати логістична модель, яка описується диференціальним рівнянням Ферхюльста:

$$x' = \alpha \left(1 - \frac{x}{x_s}\right) \cdot x,$$

де x_s - рівноважний розмір популяції, коли народжуваність дорівнює смертності.

Будь-яка система прямує до рівноважного стану, тобто $x \rightarrow x_s$. Іншою темою дослідження є модель взаємодії між двома популяціями «Хижак - жертва» (модель Лотки - Вольтерра), яка описується системою двох диференціальних рівнянь.

В галузі хімії було розглянуто методи розв'язання кінетичних рівнянь, які описують прості елементарні реакції. Хімічні моделі таких реакцій можуть бути представлені у вигляді

$$\sum_i A_i = S,$$

де A_i - вхідний реагент, S - кінцевий компонент.

Висновки. Математичні моделі таких реакцій записуються у вигляді диференціальних рівнянь

$$\frac{dC_{A_i}}{dt} = -k \prod_i C_{A_i}^{n_i},$$

де n_i - степінь входження в реакцію реагенту A_i , C_{A_i} - концентрація відповідного реагенту.

Література. John M. Fryxell, Anna Mosser, Anthony R. E. Sinclair, Craig Packer. Group formation stabilizes predator-prey dynamics // *Nature*. 2007. V. 449. P. 1041–1043.

6. Геометричні місця точок, описані рівняннями $f(x)=f(y)$

Самоїленко Вікторія, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В математиці широко використовуються методи диференціального числення для дослідження та побудови графіків функцій. В даній роботі вивчаються геометричні місця точок, описаних рівняннями вигляду $f(x)=f(y)$.

Матеріали і методи. Огляд та аналіз літературних джерел методів диференціального числення для дослідження та побудови графіків багатозначних функцій.

Результати. Будемо говорити, що на множині $I \subset \mathbb{R}$ задана багатозначна функція F , якщо кожному значенню $x \in I$ ставиться у відповідність множина значень $F(x)$. Хоч означення багатозначної функції є узагальненням поняття функції, в сучасній математиці вважається, що багатозначна функція не є функцією.

Робота присвячена побудові графіків деяких багатозначних функцій наступного виду $f(x)=f(y)$:

1. $x^2 = y^2$, яка зображує двозначну функцію $|x| = |y|$.

2. $x^3 - x = y^3 - y$, графік якої фактично складається з графіків двох функцій $x = y$, а другий є лінією другого порядку (еліпсом) $x^2 + xy + y^2 - 1 = 0$ (двозначна функція).

Множина $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : x^3 - x = y^3 - y\}$ є геометричним зображенням трьохзначної функції.

3. $xe^x = ye^y$, графік якої складається з графіків двох функцій $x = y$, а другий задається лінією, параметричні рівняння якої:

$$x(t) = \frac{\ln t}{1-t},$$
$$y(t) = \frac{t \ln t}{1-t}, \quad t \geq 0.$$

Множина $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : xe^x = ye^y\}$ є геометричним зображенням двозначної функції.

Висновки. Наведені приклади демонструють потужність апарату диференціального числення, а саме поняття похідної, границь функцій для побудови графіків складних багатозначних функцій. Без знання похідної цього неможливо було б зробити. Це тільки одне з багатьох широких застосувань похідної в галузях науки і техніки.

Література: [Електронні ресурси]:

1. <https://erudyt.net/elektronni-pidruchniki/vishha-matematika/dubovik-yurik-vishha-matematika.html>
2. <https://nmetau.edu.ua/file/vm.pdf>

7. Про одну формулу для обчислення визначника добутку матриць

Юлія Слободянюк, 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. Мінорі 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:

$$\det C = \begin{vmatrix} 1 & -2 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ -2 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = 7 \cdot 2 + 2 \cdot (-4) + (-1) \cdot 7 = -1.$$

Висновки. 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.

8. Ланчестерівська модель бойових дій

Максим Стафєєв, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед ієрархії математичних моделей бойових дій важливе місце належить ланчестерівським моделям [1]. Вони пройшли більш як сторічну історію розвитку та показали свою ефективність.

Матеріали та методи. Розглянемо найпростішу модель Ланчестера, що докладно розглянута в [1]. Ця модель названа автором як модель А або модель “високоорганізованого бою”.

Результати. У роботі розглядається задача, яка є найпростішою моделлю бойових дій, в якій беруть участь війська двох супротивників А та В. Нехай військо першого супротивника має N_1 , а другого N_2 однорідних бойових одиниць. Позначимо середню кількість бойових одиниць супротивника А на момент часу t через m_1 , а середню кількість бойових одиниць супротивника В на момент часу t через m_2 . Якщо знайти зміни кількостей за малий проміжок часу Δt та знайти границю при $\Delta t \rightarrow 0$ то отримаємо систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dm_1}{dt} = -k_2 m_2, \\ \frac{dm_2}{dt} = -k_1 m_1, \end{cases} \quad (1)$$

з початковими умовами $m_1(0) = N_1$, $m_2(0) = N_2$, де $k = \lambda p$, λ - число пострілів за одиницю часу, p - ймовірність ураження цілі при окремому пострілі.

Ці рівняння називаються рівняннями Ланчестера або рівняннями динаміки бою. Можна показати, що загальний розв’язок системи (1) має вигляд

$$\begin{cases} m_1(t) = C_1 e^{-\sqrt{k_1 k_2} t} + C_2 e^{\sqrt{k_1 k_2} t}, \\ m_2(t) = C_1 \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} e^{-\sqrt{k_1 k_2} t} - \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} C_2 e^{\sqrt{k_1 k_2} t}. \end{cases}$$

Використовуючи початкові умови, отримаємо частинний розв’язок системи:

$$\begin{cases} m_1(t) = N_1 \operatorname{ch} \sqrt{k_1 k_2} t - N_2 \sqrt{\frac{k_2}{k_1}} C_2 \operatorname{sh} \sqrt{k_1 k_2} t, \\ m_2(t) = -N_1 \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} \operatorname{sh} \sqrt{k_1 k_2} t + N_2 \operatorname{ch} \sqrt{k_1 k_2} t. \end{cases} \quad (2)$$

Приклад. Відбувається бій між двома супротивниками: 50 батареями сторони 1 ведуть контрбатарею боротьбу з 25 батареями сторони 2. Батареї сторони 1 мають середню скорострільність 0,25 пострілів в хвилину, ймовірність влучення при кожному пострілі 0,64. Батареї сторони 2 мають скорострільність 0,5 пострілів в хвилину, ймовірність влучення при кожному пострілі 0,5. Зробити прогноз розвитку бою: вказати, перемогою якої із сторін і через який час закінчиться бій і які будуть приблизно втрати сторони-переможниці.

Склавши систему рівнянь та розв’язавши її, отримаємо що, бій закінчиться приблизно через 3 хвилини 40 секунд, а втрати сторони 1 – приблизно 11 батареї.

Висновки. Розглянуто та проаналізовано найпростішу модель Ланчестера.

Література.

1. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций: монография / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1964. – 388 с.

9. Using the Maximum Likelihood Method to Estimate an Unknown Parameter

Tatyana Balaban, Olena Radziewska

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Suppose we have an unknown population parameter, such as a population proportion p , which we'd like to estimate. For example, suppose we are interested in estimating: $p =$ the (unknown) proportion of our students, who have a smartphone and who have an iPhone and then want to compare them. In either case, we can't possibly survey the entire population. That is, we can't survey all students. So, for this, we take a random sample from the population and use the resulting data to estimate the value of the population parameter. Of course, we want the estimate to be "good" in some way. A good estimate of the unknown parameter θ would be the value of θ that maximizes the probability, that is, the likelihood of getting the data we observed.

Materials and methods. For solving the problem we will use the method of Maximum likelihood estimation. In statistics, maximum likelihood estimation (MLE) is a method of estimating the parameters of an assumed probability distribution, given some observed data. This is achieved by maximizing a likelihood function so that, under the assumed statistical model, the observed data is most probable.

Results. Suppose we have a random sample X_1, X_2, \dots, X_n for which the probability density (or mass) function of each X_i is $f(x_i; \theta)$. Then, the joint probability mass (or density) function of X_1, X_2, \dots, X_n , which we'll (not so arbitrarily) call $L(\theta)$ is:

$$L(\theta) = P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n) = f(x_1; \theta) \cdot f(x_2; \theta) \cdot \dots \cdot f(x_n; \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta).$$

This equality comes from the fact that we have a random sample, which implies by definition that the X_i are independent. $L(\theta)$ is the "likelihood function" depending on the parameter θ , and we must find the value of θ that maximizes the function.

Suppose we have a random sample X_1, X_2, \dots, X_n where: $X_i = 0$ if a randomly selected student does not own an iPhone, and $X_i = 1$ if a randomly selected student does own an iPhone. Assuming that the X_i are independent Bernoulli random variables with unknown parameter p , find the maximum likelihood estimator of p , the proportion of students who own an iPhone. If the X_i are independent Bernoulli random variables with unknown parameter p , then the probability mass function of each X_i is:

$$f(x_i; p) = p^{x_i} (1 - p)^{1 - x_i}$$

for $x_i = 0$ or 1 and $0 < p < 1$. Therefore, the likelihood function $L(p)$ is, by definition:

$$L(p) = \prod_{i=1}^n f(x_i; p) = p^{x_1} (1 - p)^{1 - x_1} \cdot p^{x_2} (1 - p)^{1 - x_2} \cdot \dots \cdot p^{x_n} (1 - p)^{1 - x_n}$$

for $0 < p < 1$. Simplifying, by summing up the exponents, we get :

$$L(p) = p^{\sum x_i} (1 - p)^{n - \sum x_i}$$

Conclusion. Using the fact that the value of p that maximizes the natural logarithm of the likelihood function $\ln(L(p))$ is also the value of p that maximizes the likelihood function $L(p)$ we obtain the estimate of p : $\hat{p} = \frac{\sum x_i}{n}$.

10. Задача про міст

Микита Добряков, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У багатьох геометричних, фізичних, технічних задачах виникає потреба знайти найбільше або найменше значення величини, яка функціонально залежить від іншої величини. Це досягається методами математичного аналізу.

Матеріали і методи. Розглянуто задачу вибору місця для будівництва мосту через річку так, щоб довжина дороги між двома пунктами A і B , розташованими по різні боки від річки була найменшою. Для розв'язання цієї задачі зробимо схематичний план місцевості (Рис. 1) і позначимо через x відстань A_1C , через a, b, c і h відстані AA_1, BB_1, BA_2 і CD відповідно.

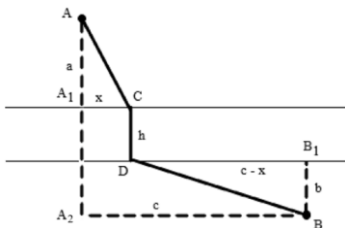


Рис. 1. Схематичний план місцевості.

Результати. Довжина дороги між пунктами A і B знаходиться

$$l = AC + h + DB, \text{ де } AC = \sqrt{a^2 + x^2}, DB = \sqrt{b^2 + (c - x)^2}.$$

Звідси

$$l(x) = \sqrt{a^2 + x^2} + h + \sqrt{b^2 + (c - x)^2},$$

де x змінюється на відрізку $[0; c]$.

Для знаходження найменшої довжини дороги між двома пунктами потрібно знайти найменше значення функції $l(x)$ на відрізку $[0; c]$.

Знайдемо похідну l' і критичні точки, що лежать всередині відрізка $[0; c]$.

$$l' = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + \frac{x - c}{\sqrt{b^2 + (c - x)^2}} = \frac{x\sqrt{b^2 + (c - x)^2} + (x - c)\sqrt{a^2 + x^2}}{\sqrt{(a^2 + x^2)(b^2 + (c - x)^2)}}.$$

$$l' = 0. \text{ Звідси } x\sqrt{b^2 + (c - x)^2} + (x - c)\sqrt{a^2 + x^2} = 0.$$

Розв'язавши це рівняння, отримаємо:

$$x^2(b^2 + (c - x)^2) = (c - x)^2(a^2 + x^2); \quad b^2x^2 = a^2(c - x)^2.$$

Звідки маємо дві критичні точки $x_1 = \frac{ac}{a-b}$ та $x_2 = \frac{ac}{a+b}$. Оскільки точка x_1 лежить за межами відрізка $0 \leq x \leq c$ при $a > b$, і $x_1 < 0$ при $a < b$, а точка x_2 належить відрізку $0 \leq x \leq c$ за будь-яких додатних значень a, b і c , то всередині відрізка $[0; c]$ функція $l(x)$ має одну критичну точку $x_2 = \frac{ac}{a+b}$.

Досліджуючи знак похідної l' зліва і справа від критичної точки x_2 , переконуємося, що точка x_2 є точкою мінімуму, оскільки $l' < 0$ при $0 \leq x \leq x_2$ і $l' > 0$ при $x_2 \leq x \leq c$.

Висновки. За результатами проведеного дослідження отримано, що для того, щоб довжина дороги між двома пунктами, розташованими по різні боки від річки, була найменшою, слід побудувати міст на відстані $A_1C = \frac{ac}{a+b}$.

11. Застосування формули Дюамеля до розв'язування диференціальних рівнянь

Артем Шалієвський, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Розглядається рівняння $L(x) = f(t)$, де

$$L(x) = x^{(n)} + a_1 x^{(n-1)} + \dots + a_n x \quad (1)$$

Справедлива **Теорема**. Якщо $x_1(t)$ – розв'язок рівняння $L(x) = 1$ при нульових початкових умовах, то розв'язком рівняння $L(x) = f(t)$ при таких же початкових умовах є функція

$$x(t) = \int_0^t x_1'(\tau) f(t-\tau) d\tau. \quad (2)$$

Рівнянню $L(x) = 1$ при нульових початкових умовах відповідає операторне рівняння

$$L(p) X_1(p) = \frac{1}{p}, \quad \text{де } L(p) = p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n, \quad X_1(p) \div x_1(t).$$

$$\text{Звідси } L(p) = \frac{1}{p X_1(p)}.$$

Рівнянню $L(x) = f(t)$ при нульових початкових умовах відповідає операторне рівняння

$$L(p) X(p) = F(p), \quad \text{де } X(p) \div x(t), \quad F(p) \div f(t).$$

Звідси $X(p) = \frac{F(p)}{L(p)} = p X_1(p) F(p)$. За формулою Дюамеля одержимо

$$x(t) = x_1(0) f(t) + \int_0^t x_1'(\tau) f(t-\tau) d\tau = \int_0^t x_1'(\tau) f(t-\tau) d\tau, \quad (3)$$

оскільки $x_1(0) = 0$. Формула (3) випливає з комутативності згортки. •

Висновки. Дана теорема дозволяє знаходити розв'язок диференціального рівняння (1) без зображення правої частини цього рівняння. Знаючи розв'язок для одиничної правої частини, ми за допомогою інтегрування знаходимо розв'язок для довільної правої частини. Формула (3) відіграє важливу роль при розв'язуванні електротехнічних задач.

Зауваження. Вимога нульових початкових умов є несуттєвою: простою заміною шуканої функції задачу з ненульовими початковими вимогами можна звести до задачі з нульовими умовами.

12. Про обернену матрицю для блочної матриці

Гляя Цимбалюк, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянемо невинроджену блочну матрицю

$$M = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}, \text{ де } \det A \neq 0,$$

а A і D невинроджені квадратні матриці розміром $n_1 \times n_1$, $n_2 \times n_2$, відповідно.

Від другого блочного рядка віднімаємо 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

$$M^{-1} = \begin{pmatrix} A & B \\ 0 & H \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} E & 0 \\ -CA^{-1} & E \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} A^{-1} & -A^{-1}BH^{-1} \\ 0 & H^{-1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E & 0 \\ -CA^{-1} & E \end{pmatrix} \quad (3)$$

Виконавши множення блочних матриць в правій частині рівності (3), одержимо формулу

$$M^{-1} = \begin{pmatrix} A^{-1} + A^{-1}BH^{-1}CA^{-1} & -A^{-1}BH^{-1} \\ -H^{-1}CA^{-1} & H^{-1} \end{pmatrix}, \text{ де } H = D - CA^{-1}B.$$

Висновки. 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, 2018, с. 150.

13. Визначення концентрації напружень навколо отворів в елементах конструкцій в авіаційній промисловості

Дарія Ситник, Іван Ластівка, Анатолій Богатирчук

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Вступ. В літакобудуванні часто використовуються як елементи конструкцій тонкостінні оболонки з отворами, тому актуальними є задачі розрахунку напружено-деформованого стану в них.

Методи досліджень. Розглянемо лінійну задачу про напружений стан оболонки товщини h , послабленої отвором. Оболонка навантажена системою крайових і поверхневих сил. Для знаходження збуреного (додаткового) стану використаємо рівняння пологих оболонок в рамках двовірної теорії типу Тимошенка.

Для розв'язку задачі використаємо метод скінченних елементів. Будемо виходити із варіаційного рівняння Лагранжа [1].

Розіб'ємо область оболонки на квадратичні ізопараметричні елементи.

Підставляємо шукані переміщення в варіаційне рівняння з урахуванням формул зв'язку похідних в двох системах координат і граничних умов. Надалі виконується числове інтегрування по кожному елементу з використанням квадратичних формул Гауса. Для досягнення необхідної точності достатньо використати формулу з двома вузлами інтегрування по кожній змінній. Після того результати складаємо по всім елементам і вар'юємо по вузловим значенням шуканих величин, вважаючи їх незалежними. Збираючи коефіцієнти при однакових варіаціях, отримуємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь для визначення невідомих. Вона буде мати вигляд

$$\sum_{n=1}^{5N} \left(A_i^n u_x^n + B_i^n u_y^n + C_i^n w^n + D_i^n \gamma_x^n + E_i^n \gamma_y^n \right) = F_i,$$

де N – число вузлів сітки, u_x^n, \dots, γ_y^n - шукані значення переміщень в n -ому вузлі

області. Величини A_i^n, \dots, E_i^n визначають матрицю жорсткості. Матриця має стрічкову структуру, ширина якої залежить від способу нумерації вузлів.

Розбивка області на елементи, інтегрування, формування матриці системи рівнянь і її розв'язок виконуються на комп'ютері за допомогою програми, складеної на мові C++ [2].

Висновки.

1. Розроблена методика дозволяє обчислювати напружено-деформований стан в довільній точці циліндричної оболонки з отвором.

2. Ця методика дозволяє обчислювати напружено-деформований стан в елементах конструкцій відповідної форми в авіаційній промисловості.

Література

2. Гузь О.М., Чернищенко І.С., Шнеренко К.І. Концентрація напружень біля отворів в оболонках із композитних матеріалів// Прикл.механіка. – 2001. – 37,№2. - С.3-44.

3. Глинський Я.М., Анохін В.Є., Ряжська В.А. C++ і C++ Builder.—Львів, 2003.— 192 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

Синтез пренільованих гомоізофлавоноїдів з кумариновим фрагментом

Наталія Мишко¹, Галина Мруг¹, Світлана Бондаренко²

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії імені В. П. Кухаря
НАН України, Київ, Україна

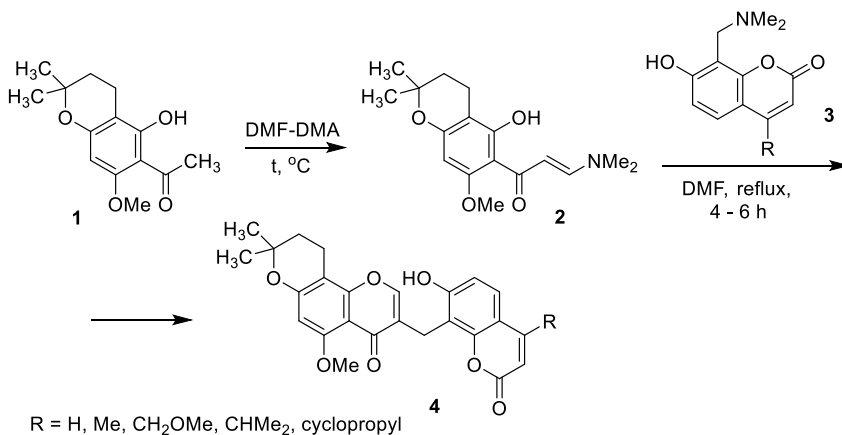
²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Природні гомоізофлавоноїди виявляють широкий спектр біологічної активності. Відомо, що пренільні та геранільні похідні гомоізофлавоноїдів ледебурина А, В і С є потужними антиоксидантами [1].

Матеріали та методи. Контроль перебігу реакцій та чистоти продуктів проводили з використанням тонкошарової хроматографії та хромато-мас спектрометрії. Дослідження будови сполук проводили спектроскопічними методами: ¹H ЯМР, ¹³C ЯМР.

Результати. Так як пряме пренільювання фенолів викликає певні складнощі, для одержання пренільованих гомоізофлавоноїд – кумаринових гібридів **4** використано розроблений нами однореакторний метод синтезу гідроксильованих по кільцю В гомоізофлавоноїдів, який передбачає протікання оберненої за електронними вимогами реакції Дільса-Альдера та подальший каскад перетворень [2].

Вихідний енамінон **2** був синтезований взаємодією 1-(5-гідрокси-7-метокси-2,2-диметилхроман-6-іл)етан-1-ону (**1**) з диметилформаміду диметилацеталем. 8-Диметиламінометил-7-гідроксикумарини **3** одержано в умовах реакції Манніха.



Висновок. Запропоновано метод синтезу та одержано пренільовані гомоізофлавоноїд – кумаринові гібриди **4**, які можуть мати великий потенціал для подальших досліджень їх біологічної активності.

Література

1. Abegaz, B. M., Kinfe, H. H. Naturally Occurring Homoisoflavonoids: Phytochemistry, Biological Activities, and Synthesis (Part II). *Nat. Prod. Commun.* **2019**, 14, 1934578X19845813.
2. 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, p. 7138-7147.

Фотокаталітична активність наноструктурованого SrTiO₃ у процесах перетворення оксидів азоту

Владислава Кузінська¹, Михайло Овчаров^{1,2}

¹ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАНУ, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні високу зацікавленість викликають фотокаталітичні реакції очищення повітря від низькомолекулярних токсичних домішок. В цьому відношенні особливу увагу привертають перовскітоподібні оксиди, зокрема SrTiO₃.

Матеріали і методи. Формування титанату стронцію проводили золь-гель методом із використанням тетраізопропоксиду титану, пропіленгліколю, крижаної оцтової кислоти та дистильованої води, у суміші яких із заданим складом розчинили сіль Sr(NO₃)₂·4H₂O до досягнення концентрації 0.005 М. Утворений гель висушували, відмивали концентрованим розчином KOH та прокалювали (700 °С, 250 хв). Отримані порошкові матеріали опромінювали УФ-світлом в присутності NO_x.

Результати. Згідно з результатами рентенофазового аналізу (рис. а) отриманий порошок представляє собою кристалічний титанат стронцію. Аналіз дифрактограми свідчить, що в ході процесу формування титанату спостерігаються додаткове утворення незначних кількостей кристалічних модифікацій оксититанатів стронцію (Sr₂TiO₄, Sr₃Ti₂O₇, SrTi₂O₅).

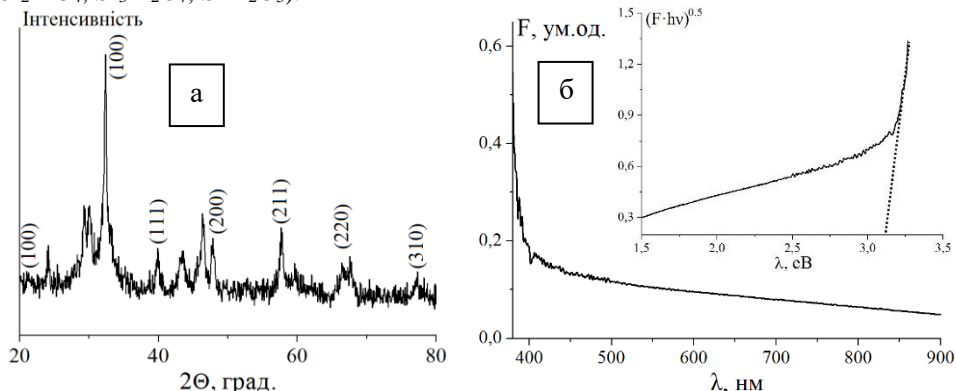


Рисунок. а) рентгенівська дифрактограма SrTiO₃ (ICDD, картка № 35-0734); б) спектр дифузійного відбиття SrTiO₃, оброблений за співвідношенням Кубелкі-Мунка. На вставці: спектр в координатах рівняння Тауца (D×hν)^{0.5}.

Аналіз зразку методом дифузійного відбиття показав, що сформований SrTiO₃ є фактично прозорим у видимій області спектру (рис., б), а його ширина забороненої зони складає 3.15 eV, що є характерною величиною для титанату стронцію.

Отриманий зразок SrTiO₃ проявив високу фотокаталітичну активність в процесі знешкодження оксидів азоту до молекулярних O₂ та N₂ в атмосфері повітря при опроміненні системи ультрафіолетом (λ = 365 nm), при цьому інтенсивність фотоконверсії NO_x складала 80 % протягом 180 хвилин експозиції.

Висновки. Із залученням золь-гель методу синтезовано кристалічний SrTiO₃, який при опроміненні м'яким ультрафіолетовим світлом проявляє високу фотоактивність у процесі нейтралізації NO_x до екобезпечних сполук.

Фотокаталітичне виділення водню із спиртово-водних розчинів під дією видимого світла з використанням наногетероструктур $C_3N_4/CoTiO_3$

Надія Магден¹, Михайло Овчаров^{1,2}

¹ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАНУ, Київ, Україна

Вступ. Одним з найбільш перспективних видів синтетичного палива енергетики XXI століття є молекулярний водень. Актуальним є пошук способів його отримання із застосуванням фотокаталітичного підходу при застосуванні чутливих до видимого світла напівпровідників та комбінацій на їх основі.

Матеріали і методи. Об'ємний нітрид вуглецю ($g-C_3N_4$) синтезували прожарюванням меламіну. Кристалічний C_3N_4 отримували термообробкою $g-C_3N_4$ в присутності евтектичної суміші солей KCl та LiCl з наступною промивкою. Синтез $CoTiO_3$ проводили шляхом гідролізу ізопропоксиду титану в присутності нітрату кобальту. Сформовані порошки суспендували в водно-етанольному середовищі та опромінювали світлом видимого діапазону, аналізуючи кінетику виділення H_2 .

Результати. Згідно даним дифузійного відбиття, C_3N_4 та $CoTiO_3$ характеризуються поглинанням світла в видимій області спектра, а край поглинання відповідає величині 459 нм для нітриду вуглецю і 505 нм для титанату кобальту відповідно, при цьому збільшення кількості $CoTiO_3$ не призводить до зсуву краю поглинання C_3N_4 , а призводить до появи смуги поглинання із максимумом ~620 нм, яка характеризує дозволений спіном перехід кристалічного поля для Co^{2+} (рис. а).

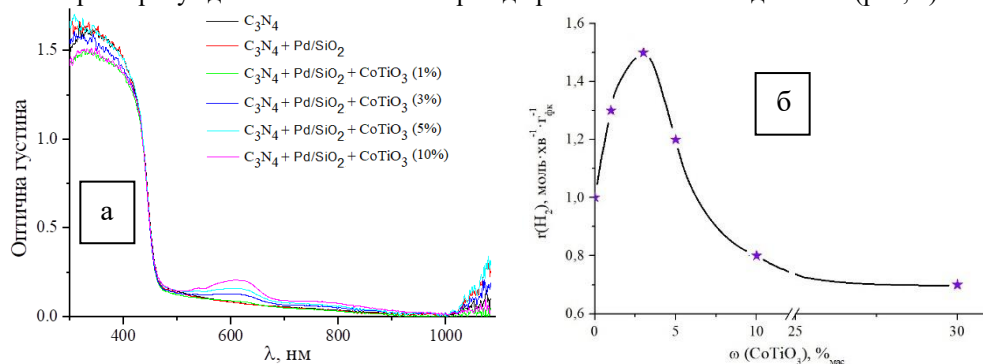


Рисунок. а) спектри дифузійного відбиття нітриду вуглецю та бінарних гетероструктур $C_3N_4/CoTiO_3$ на його основі; б) залежність швидкості виділення водню при опроміненні C_3N_4 з різним вмістом $CoTiO_3$ у фотокаталітичній системі.

Опромінення водно-етанольних суспензій кристалічного нітриду вуглецю видимим світлом в присутності співкаталізатора Pd^0/SiO_2 приводить до виділення H_2 (рис., б), при цьому монофазний титанат кобальту в зазначеній системі не проявив ознак фотоактивності. Однак, його додавання до C_3N_4 призводить до збільшення інтенсивності формування H_2 , імовірно, обумовлено покращеними умовами розділення фотогенерованих зарядів. При цьому було встановлено, що оптимальний вміст $CoTiO_3$ у складі композитної системи становить близько 3% (мас.).

Висновки. Модифікування кристалічного C_3N_4 оптимальною кількістю $CoTiO_3$ (3%) приводить до суттєвого збільшення його фотокаталітичної активності в реакції виділення водню з розчину етанол-вода під дією видимого світла.

Комплекси тризарядних катіонів металів з краун-етерами та їх екстракція органічними розчинниками

Ірина Сєдова, Олег Кроніковський

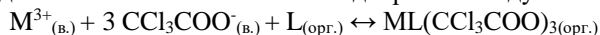
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Робота присвячена дослідженню комплексоутворення в системі Me^{3+} - 18-краун-6 - CCl_3COOH з метою встановлення можливості використання її для селективного екстракційного вилучення та послідуочого визначення вмісту цих металів в об'єктах навколишнього середовища.

Матеріали і методи. Розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували титрометрично. Розчин трихлорацетатної кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст Me^{3+} в рекстракті знаходили спектрофотометричним методом з арсеназо-III.

Результати. Для отримання констант екстракції комплексів тризарядних катіонів металів з 18C6 і CCl_3COOH експеримент проводили при $\text{pH} > 3$ (з метою запобігання переходу CCl_3COOH в виді асоціату з 18C6 в органічну фазу) з урахуванням зміни константи розподілу краун-етера за даних умов.

Методом зміщення рівноваги було визначено, що за досліджуваних концентраційних умов в органічну фазу лантаноїди переходять в виді комплексів, що містять одну молекулу краун-етеру та три трихлорацетат-йони. Таким чином, процес екстракції тризарядних катіонів металів можна відобразити слідуочим рівнянням:



Відповідно, вираз для константи екстракції матиме вигляд:

$$K_{ex} = [\text{ML}(\text{CCl}_3\text{COO})_{3(орг.)}] / [\text{M}^{3+}]_{(в.)} [\text{L}]_{(орг.)} [\text{CCl}_3\text{COO}^-]_{(в.)}^3$$

Виходячи із даних методу зміщення рівноваги, нами розраховані концентраційні константи екстракції K_{ex} комплексів РЗЕ з краун-етерами та трихлорацетат-йоном.

При розрахунку K_{ex} комплексу $\text{Bi} \cdot 18\text{C6} \cdot (\text{CCl}_3\text{COO})_3$ брали до уваги комплексоутворення Бісмуту з CCl_3COO^- в водній фазі та асоціацію 18-краун-6 з CCl_3COOH в органічній фазі, оскільки експеримент проводили при рН водної фази рівному 1.

Отримані значення K_{ex} свідчать, що екстракційна здатність в трихлорацетатній системі знижується в ряду $18\text{-краун-6} > \text{дициклогексил-18-краун-6} \gg \text{добензо-18-краун-6}$ для 18-членних макроциклів. Не зважаючи на те, що за радіусом йони Lp^{3+} , ближчі до 15-краун-5, ніж до 18-краун-6, однак екстракція 15-членними макроциклами значно менш ефективна.

Звертають на себе увагу досить значні розбіжності в значеннях констант екстракції трихлорацетатних комплексів РЗЕ з 18-краун-6. Спостерігається хороша кореляція між $\lg K_{ex}$ і $1/r$. Слід відмітити, що отримані величини констант екстракції добре корелюють зі значеннями констант стійкості комплексів РЗЕ з 18-краун-6 в метанолі. В випадку РЗЕ вплив розчинника та протийона на екстракцію навіть більший, ніж розмір порожнини краун-етера.

Висновки. Тризарядні катіони Лантану, Церію, Празеодиму і Неодиму в присутності краун-етерів 18-краун-6, 15-краун-5 і дициклогексил-18-краун-6 та трихлорацетату літійу в різній мірі екстрагуються хлороформом. В присутності 18-краун-6 і CCl_3COOH при $\text{pH} = 1$ Бісмут також може бути кількісно переведений в органічну фазу.

Сутність екстракційних особливостей систем з використанням краун-етерів

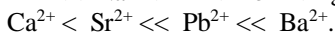
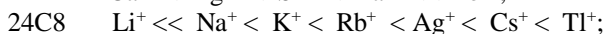
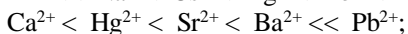
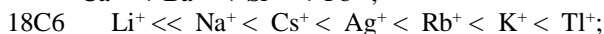
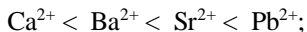
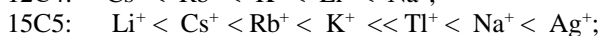
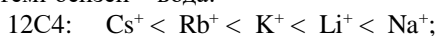
Дар'я Сидорчук, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Досить селективними і ефективними реагентами при вилученні ряду металів зарекомендували себе макроциклічні краун-етери. Дослідженню та аналізу факторів, що впливають на екстракційну здатність таких систем присвячена дана робота.

Матеріали і методи. Розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували титриметрично. Розчини кислот стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст металів в водній та органічній фазах визначали атомно-абсорбційним методом. Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Значний вплив на величини констант екстракції комплексів, що утворюються в водній фазі, має співвідношення між розмірами порожнини краун-етера та діаметром катіона металу. В залежності від природи катіона для поліетерів з різними розмірами порожнини спостерігаються наступні ряди зміни K_{ex} пікратів в системі бензен – вода:



Виходячи із відповідності розмірів порожнини краун-етеру та діаметра катіона-комплексоутворювача слід було б очікувати, що найбільш високі значення K_{ex} спостерігатимуться для комплексів Li^+ з 12C4, Na^+ з 15C5, K^+ з 18C6 та Cs^+ з 24C8. Однак ця закономірність іноді порушується. Так, 12C4 краще вилучає Na^+ , а не Li^+ . Часто із закономірностей, побудованих на основі залежності значень K_{ex} від діаметра катіона, випадають йони Ag^+ і Tl^+ - серед однозарядних катіонів та катіони Pb^{2+} і Hg^{2+} - серед двозарядних. Таким чином, кореляційні залежності між екстракційними властивостями краун-етерів і відповідністю розмірів порожнини краун-етера діаметру катіона-комплексоутворювача спостерігається лише в випадку жорстких катіонів лужних та лужноземельних металів.

Як правило, для внутрішньосферних комплексів металів з краун-етерами спостерігається гарна кореляція між стійкістю їх в воді та значеннями констант екстракції органічними розчинниками – чим вища стійкість комплексів в воді, тим легше вони переходять в органічну фазу. Хоча однозначної залежності не спостерігається.

Вибірковість вилучення металів при допомозі краун-етерів сильно змінюється в залежності від будови ліганда, хімічної природи органічного розчинника та йонної сили водного розчину.

Висновки. Вивчено та проаналізовано фактори, що впливають на екстракційну здатність та селективність вилучення металів при екстракції їх в виді різнолігандних комплексів з макроциклічними поліетерами та неорганічними і органічними аніонами.

Enhancing Photosynthesis with Carbon Dots: A Review of Recent Research

Stanislav Usenko, Yevhenii Shapovalov, Anatoliy Salyuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Photosynthesis is the process by which plants convert sunlight into energy, and is a fundamental process in the biosphere. Carbon dots have been shown to improve the efficiency of photosynthesis by enhancing light absorption and energy transfer in plants. In this review, we will summarize the recent research on carbon dots and their potential to improve photosynthesis.

Methods. We conducted a literature search in the PubMed database using the keywords "carbon dots" and "photosynthesis." We reviewed the abstracts and full-text articles of relevant studies and selected those that reported on the use of carbon dots to improve photosynthesis.

Results. Our review identified several recent studies that have investigated the use of carbon dots to enhance photosynthesis. These studies have demonstrated that carbon dots can improve light absorption and energy transfer in plants by acting as light-harvesting agents and by enhancing the electron transport chain in photosynthesis [1]. Additionally, carbon dots have been shown to increase the activity of key enzymes involved in photosynthesis, leading to an overall increase in photosynthetic efficiency. These findings suggest that carbon dots have significant potential as a tool for improving photosynthesis and increasing crop yields.

The use of carbon dots to improve photosynthesis is a promising area of research that has the potential to significantly impact sustainable agriculture. While the mechanisms by which carbon dots improve photosynthesis are not yet fully understood, recent studies have provided insights into their potential applications [2]. Carbon dots have been shown to increase the yield of several crops, including wheat, rice, and maize, indicating that their use could have significant economic benefits.

Carbon dots have recently emerged as a promising tool for improving photosynthesis. In this review, we summarize the recent research on carbon dots and their potential to enhance photosynthesis. We discuss the mechanisms by which carbon dots can improve the efficiency of light absorption and energy transfer in photosynthesis, as well as their potential applications in crop production and sustainable agriculture.

Conclusion. Carbon dots have emerged as a promising tool for improving photosynthesis and increasing crop yields. Recent research has demonstrated that carbon dots can enhance light absorption and energy transfer in plants, leading to an overall increase in photosynthetic efficiency. While the mechanisms by which carbon dots improve photosynthesis are not yet fully understood, their potential applications in sustainable agriculture are significant. Further research is needed to fully realize the potential of carbon dots in improving photosynthesis.

References

1. Song J. Carbon dots as efficient light-harvesting agents for photosynthesis. *Nature Communications*. **2021**. Vol. 12(1), p. 1-10.
2. Yuan S. et al. Carbon dots promote the electron transport chain in photosynthesis. *Chemical Science*. **2020**. Vol. 11(14), p. 3698-3705.

Потенціометричне визначення Ca^{2+} в молоці

Єва Сокол, Надія Квітковська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технологічні процеси, що відбуваються з молоком істотно впливають на вміст в ньому іонного кальцію, що потребує пошуку альтернативних та експерсних методів моніторингу.

Матеріали та методи. Було використано та проаналізовано інформацію навчальних, наукових, довідкових джерел, а також різних інтернет-ресурсів.

Результати. Солі кальцію мають величезне значення для здійснення процесів переробки молока. Вважається, що від 10 до 30% кальцію знаходиться у молоці в йонному стані; більша його частина у вигляді складного комплексу кальцій колоїдату з колоїдним кальцій фосфатом, а невелика кількість зв'язана з α -лактоальбуміном [1].

Наразі широко використовують метод визначення Ca^{2+} прямою потенціометрією з використанням іон-селективних електродів. Такі електроди важливі при визначенні малих концентрацій, зокрема визначення Ca^{2+} в молоці. Для даного визначення використовують електроди з рідкою мембраною. «Мембраною» служить шар рідкого іонообмінника, який не змішується з водою, наприклад, Са-фосфорорганічного, що утримується на інертному пористому носії. У внутрішньому електроді порівняння, що занурений в розчин, який містить хлорид кальцію, Cl^- стабілізує потенціал внутрішнього $\text{Ag}|\text{AgCl}$ електроду порівняння. Електродна функція даного визначення лінійна аж до концентрацій $5 \cdot 10^{-5}\text{M}$. Робочий інтервал рН складає від 5,5 до 11. При визначенні іонного кальцію в молоці не можна використовувати фосфатний буферний розчин тому, що активність Ca^{2+} буде зменшуватись за рахунок комплексоутворення або осадження. Можливими заважаючими іонами є Zn^{2+} , Fe^{2+} , Pb^{2+} , Mg^{2+} , Ni^{2+} . У роботі [2] визначення Ca^{2+} в молоці проводили за допомогою іон-селективного електроду (ІСЕ), отримані результати порівнювали з даними, отриманими методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Результати показують, ІСЕ електроди можуть використовуватись в якості альтернативних до спектроскопічних методів визначення металів, для яких потрібна процедура попереднього озолення, яка не рекомендується через сильне зростання іонної сили.

Недоліком ІСЕ з рідинною мембраною є те, що вони мають обмежений час функціонування при аналізі колоїдних систем, або систем, здатних до утворення плівок на поверхні електроду. При аналізі молока кращим способом подовжити «час життя» електроду є аналіз розбавлених розчинів. Для молока аналіз розбавлених зразків за цим методом є неможливим тому, що розбавлення значно підвищує розчинність колоїдного CaHPO_4 , який знаходиться в сироватці. Ймовірно, що розчинність гідрофосфату кальцію має межу і вивільнення нових Ca^{2+} -іонів зупиниться, але це питання потребує подальшого дослідження.

Висновки. Головною перевагою методу прямої потенціометрії з використанням Са-ІСЕ є його зручність, портативність, простота та експресність: тривалість аналізу визначається часом пробопідготовки, оскільки час самого вимірювання займає не більше 1-2 хв.

Література

1. Gancheron F. The minerals of milk. *Reprod. Nutr. Dev.* **2015**. V. 45, p. 473-483.

Дослідження морфології поверхні β -циклодекстрину з йодом

Христина Чебаненко, Василь Пасічний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Скануюча електронна мікроскопія (SEM) – це потужний інструмент дослідження, який використовує цілеспрямований електронний промінь для отримання складних, високо збільшених зображень поверхневої топографії зразка.

Матеріали і методи. Морфологія поверхні зразків досліджена за допомогою скануючого електронного мікроскопа JSM-6700F (JEOL, Японія). На пробах попередньо розміщували платиновий шар з глибиною 10 нм. Зразки кріпили на SEM і опромінювали пучком електронів при 15 кВ і струм зонду 0,65 нА. Висушені зразки м'яса бройлерів фаршу та ковбас (0,5×0,5 см) товщиною 1 мм були нанесенні на стальну поверхню та були вакуумовані перед початком знімання при температурі 20±0,1 °С

Результати. Методом SEM визначались наступні морфологічні показники: кількість порожнин (КП) на 1000 мм² зразку; середня площа порожнин (ПП, мм²); еліптичність порожнин (ЕП), представлена як співвідношення D_{max}/D_{min} ; площа поверхні без порожнин (ПБП) на 1000 мм² зразку.

Зміни в морфології частинок, що відбулися під час синтезу комплексів α - та β -циклодекстринів (CD) з йодом, наведені в дослідженні SEM. Отримані мікрофотографії свідчать про наявність деяких не повністю трансформованих гранул крохмалю в дуже малій кількості. Підтверджено високий рівень перетворення крохмалю в комплекси. Комплекси циклодекстрину з йодом існували в голкоподібних кристалах, тоді як α - і β -CD спостерігалися як нерівномірно «усаджені» кристали.

Досліджено зміни морфології частинок, що відбулися під час синтезу комплексів. Мікрофотографії SEM комплексів α - та β -CD з йодом практично подібні, виявилось, що під час синтезу початкова морфологія комплексів майже повністю зникла, а голкоподібні кристали з правильним розміром були присутні.

Мікрофотографії SEM комплексів подібні до тих, які отримані науковцем Ikotun. Аналіз морфології поверхні зразків циклодекстрин-йод, отриманих методом SEM великого збільшення, виявив формування грубої кристалічної структури, яка нетипова для органічних полімерних сполук.

Зазначена вище невідповідність між літературними даними та нашими експериментальними результатами щодо вмісту йоду в комплексах CD-I₂ можна пояснити інтенсивним промиванням синтезованих кристалів водним розчином KI. Це, очевидно, призвело до порушення поліїодного ланцюга та вимивання інкапсульованого молекулярного йоду. Іншими словами, одна молекула α - або β -CD зв'язувала одну молекулу йоду під час синтезу.

Для підтвердження структури було визначено температуру плавлення комплексу β -CD / I₂ в капілярній трубці, яка склала 76 °С, що узгоджується з літературними даними.

Висновки. Ймовірно, на початковій стадії утворення комплексу молекула йоду, що зв'язується з молекулою циклодекстрину, призводить до утворення комплексу включення зі стехіометричним співвідношенням 1:1. Крім того, додаткове комплексоутворення може виникнути в результаті взаємодії йоду з комплексом 1:1.

Природні гідроксикислоти у косметичі

Надія Магден

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасна косметична промисловість висуває високі вимоги до засобів по догляду за шкірою, тому пошук інгредієнтів для створення ефективних і безпечних косметичних продуктів є актуальною задачею.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо використання у косметичі природних гідроксикислот та їх впливу на шкіру.

Результати. Гідроксикислоти вже не одне десятиліття знаходять застосування як інгредієнти косметичних та терапевтичних засобів, завдяки широкому спектру їх дії [1].

Природні гідроксикислоти були класифіковані за природою карбонового ланцюга, положенням гідроксильної групи та числом гідроксильних груп. Основними групами є α -гідроксикислоти (AHAs), β -гідроксикислоти (BHAs), полігідроксикислоти (PHAs) і ароматичні гідроксикислоти (ArHAs).

З'ясовано, що AHAs, як наприклад гліколева, молочна, яблучна, лимонна тощо, позитивно впливають на вікові зміни шкіри, звожують її, стимулюють утворення колагену. У більш високих концентраціях AHAs можуть також викликати епідермоліз, який полягає в м'якому послабленні зв'язків між клітинами епідермісу, а в результаті омертвілі клітини видаляються з обличчя. Завдяки цьому AHAs знаходять застосування як кератолітики. Встановлено, що у складі ексфолюантів ефективним і безпечним є використання AHAs при концентрації до 10% і рН не менше 3,5.

BHAs не є широкодоступними інгредієнтами для косметичних засобів, однак формально до цієї групи можна віднести яблучну та лимонну кислоти.

Полігідроксикислоти, включаючи біонові кислоти, також виявляють антивіковий ефект, забезпечують зволоження та захист шкіри й характеризуються більш м'якою дією, ніж AHAs, що робить можливим їх використання у засобах для чутливої шкіри. Крім того, лактобіонова та мальтобіонова кислоти захищають шкіру від фотостаріння, є потужними антиоксидантами.

Саліцилова кислота є представником ароматичних гідроксикислот. Вона володіє протизапальними та антибактеріальними властивостями й використовується для лікування акне, себорейного дерматиту, псоріазу, мозолів, тощо. Тоді як AHAs і PHAs при місцевому застосуванні обумовлюють збільшення товщини шкіри, саліцилова кислота зменшує її товщину. З урахуванням цього використання саліцилової кислоти в антивікових засобах є обмеженим.

Кавова та *n*-кумарова кислоти володіють антиоксидантними, антимікробними властивостями, здатністю впливати на надлишкову пігментацію, завдяки чому є перспективними інгредієнтами для засобів боротьби зі старінням шкіри.

Висновки. Природні гідроксикислоти за останні десятиліття знайшли широке застосування для догляду за шкірою всіх типів. Разом з тим перспективною є комбінація гідроксикислот різних типів з іншими антиоксидантами для забезпечення більш потужної антивікової дії.

Література

1. Przybylska-Balcerek A.; Stuper-Szablewska K. Phenolic acids used in the cosmetics industry as natural antioxidants. *Eur. J. Med. Techn.* **2019**, №4 (25), p. 24–32.

Неорганічні харчові добавки на основі Сульфур

Максим Клименко, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Харчові добавки – це природні сполуки або хімічні речовини, які самостійно, зазвичай, не споживаються, але у обмежених кількостях спеціально вводяться до складу інших продуктів харчування. Використовуючи ці речовини, виробники надають продуктам (або підсилюють) задані властивості: конкретний аромат, колір, смак, консистенцію, тривалість зберігання тощо. Для класифікації харчових добавок в рамках Європейського співтовариства була розроблена система нумерації з індексом E (від слова Europe).

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання, нормативні документи України та міжнародні стандарти, які регулюють використання харчових добавок у виробництві харчових продуктів.

Результати. Згідно з міжнародними нормами ВООЗ, добавки діляться на три широкі категорії, виходячи з цілей, яких вони дозволяють досягти, та сфер застосування: смакоароматичні, ферментні та третя категорія, куди входять речовини, які не увійшли в перші дві групи: консерванти, барвники, підсолоджувачі. Більшість харчових добавок – це органічні речовини; проте і серед неорганічних речовин є сполуки, які займають важливе місце серед харчових добавок, зокрема, це сполуки Сульфур. У харчовій промисловості сульфур (IV) оксид як добавка E220 застосовується в якості консерванту, для захисту овочів і фруктів від передчасного потемніння і гниття. Особливо важлива ця сполука у виноробстві. Добавка E220 застосовується як антибіотик і антиоксидант, захищаючи вино від окиснення і псування бактеріями. Діоксид Сульфур міститься у всіх видах вин. Напис на етикетці «містить сульфіти» також говорить про те, що вино оброблялося цим оксидом. Центр науки в інтересах суспільства (CSPI) в США вважає, що деяким категоріям людей слід уникати вживання продуктів з добавкою E220. Як харчова добавка використовується і така сполука Сульфур як натрій гідрогенсульфіт NaHSO_3 (харчова добавка E222). У харчовій промисловості добавку E222 використовують як консервант та антиоксидант, завдяки властивості натрій гідрогенсульфіту пригнічувати ріст бактерій і мікроорганізмів. Ще одна сполука Сульфур в ступені окиснення +4 – це натрій піросульфат $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$. У харчовій промисловості натрій піросульфат використовується у вигляді добавки - консерванту E223, який зупиняє розвиток бактерій. З метою запобігти потемнінню, його використовують при обробці таких продуктів харчування як крохмаль, родзинки, пюре з томатів, картоплі та фруктів. Цю сіль додають у різні напої, переважно, безалкогольні і слабоалкогольні. У рибному виробництві використовується для консервування не тільки риби і м'яса морських тварин, а й рибних відходів. Ще один напрямок харчової промисловості, де не обходяться без цієї добавки, – ковбасне виробництво і в'ялені продукти. Також піросульфат натрію часто використовують у кондитерському виробництві при виготовленні різноманітних солодоців: зефіру і мармеладу, пастилок, пovidла, джемів.

Висновки. Що стосується максимально допустимих рівнів та сфери використання харчових добавок, то основним підходом до прийняття рішення в цьому питанні має бути безпечність їхнього використання і належний рівень захисту здоров'я населення.

Methods for wine fraud detection

Vladyslava Kuzinska, Vira Ischenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Wine, as well as other alcoholic beverages, is susceptible to falsification. Some of the contributing factors are its complex nature, global supply chains, high market value, and variability in pricing. Fraud detection methods are important for satisfying consumer demand for fine wines [1].

Material and methods. In this study the analysis of modern foreign scientific literature was conducted. The methods that were used are generalization, systematization, specification.

Results. According to the Decernis Food Fraud Database, wine is one of the top three adulterated beverages. Due to the high prices it is a major target for adulteration, which can occur at any point in the production or distribution process. Addition of cheap ingredients, dilution with water, counterfeiting, and mislabeling are the most common types of wine fraud. Searching for exact point of falsification may be difficult, time consuming and expensive sometimes. Nowadays the numerous analytical detection methods that are available for the authentication of wine involve the use of specific marker compounds, measurement of stable isotope ratios, and/or chromatography. They allow to reveal geographic origin, variety, and production method.

Stable isotope analysis is a method that can be used to detect geographical origin, replacement, and dilution. The analysis includes comparing sample stable isotope data with reference data from a wine databank consisting wine with the same origin. Measurement of stable isotope ratios of the biologically important elements, such as H, C and O, for grape products has been adopted officially by European Union regulations in order to detect the addition of water and sugar to the products.

Chromatography is an analytical technique that enables separation of mixture of chemical compounds to find a unique composition. Wine samples can be analyzed for sweeteners and red dyes using chromatography. These substances are sometimes used to adjust the taste and color of wine after dilution with water.

Atomic adsorption spectroscopy and plasma atomic emission spectroscopy can be used to detect trace metals, such as manganese, copper, and iron, accumulation in the soil, leaves, grapes, and irrigation water.

Characteristics of wine, like its grape variety and origin, can be revealed using proton nuclear magnetic resonance spectroscopy (^1H NMR). This method includes comparing data to base spectra from a wine databank. ^1H NMR spectroscopy used to analyze the amount of anthocyanins, country, and vintage of the wine [1].

Conclusions. As wine is a major target for fraud, there is a great need in detection methods. Some of them, like stable isotope analysis, chromatography, proton nuclear magnetic resonance spectroscopy, enable to detect geographic origin, variety, addition of sweeteners, red dyes, and production method. However, further research is needed into noninvasive methods for the authentication of rare wines, as well as development of faster and cheaper techniques.

References

Lin S., Salcido-Keamo S. *Food Fraud. A Global Threat With Public Health and Economic Consequences*, 2021, Elsevier, 415 p.

Методи визначення кислот в харчових продуктах

Наталія Теплоухова, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В основі визначення рН різних харчових систем лежать стандартні методи, описані в посібниках з аналітичної хімії. До них відносяться калориметричний та електрометричний методи.

Результати. До методів визначення кислот відносяться стандартні методи: колориметричний і електрометричний. Визначення потенційної кислотності основане на титруванні цих речовин лугом. Для різних харчових продуктів характерні свої особливі умови титрування результати яких подають у відповідних кислотних числах.

Аналіз кислотного складу харчового продукту дає можливість виявити фальсифікацію чи підтвердити натуральність. Визначення потенційної кислотності, що характеризує загальний вміст речовин, що мають кислотний характер, ґрунтується на титруванні цих речовин сильними основами (лугами). Для різних харчових продуктів характерні свої особливі умови титрування, результати яких представляють у відповідних кислотних числах. Аналіз кислотного складу харчового продукту дозволяє виявити фальсифікацію або підтвердити його натуральність.

Для визначення вмісту органічних кислот використовують як стандартні так і альтернативні методи контролю. Офіційний метод аналізу молочної кислоти ґрунтується на її окисненні калій перманганатом до оцтового альдегіду, який визначають йодометрично. На сучасному етапі додавання молочної кислоти в процесі виготовлення продуктів харчування є надзвичайно поширеним не лише в Україні, але і у всьому світі. Молочна кислота використовується як консервант, антиоксидант та регулятор кислотності під кодом харчової добавки E270 і є важливим компонентом багаточисельних продуктів харчування. Для визначення її концентрації на сьогодні використовують колориметричний, спектрофотометричний, флуориметричний, ензиматичний методи та високоефективну рідинну хроматографію. Через те, що сама по собі кислота молочна є присутня у всіх кисломолочних продуктах (внаслідок молочнокислого бродіння), а також її активно використовує велика частина виробників цих продуктів для підтримання балансу кислотності протягом оптимально визначеного терміну, є доцільним досліджувати її концентрацію у цих продуктах.

Найбільш відомі методи визначення винної кислоти базуються на лужному титруванні винного каменю, що випадає. Більшість органічних кислот можна визначити хроматографічними методами. Використання ферментативних методів в аналітичній хімії органічних харчових кислот, залежно від групи продуктів, що аналізуються, може мати різні цілі, до яких відносяться: виробничий контроль; системи забезпечення якості; контроль якості готової продукції; контроль сировини; оцінка якості; аналіз складу з метою встановлення харчових властивостей та їх відповідності нормативній документації; оцінка гігієнічного статусу; моніторинг якості; виявлення небажаних компонентів; встановлення фальсифікації; визначення частки натуральної сировини; визначення автентичності (справжності).

Висновки. До альтернативних методів визначення кислот відносяться методи основані на використанні ферментативних систем. Особливістю цього методу є специфічність, яка забезпечує достовірність, точність результатів і чутливість.

Харчові кислоти та їх вплив на якість продуктів харчування

Євгеній Рибаченко, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основними джерелами харчових кислот є рослинна сировина і продукти її переробки. Харчові кислоти у складі продовольчої сировини та продуктів виконують різні функції, пов'язані з якістю харчових об'єктів.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання.

Результати. Найбільш типовими у складі різних плодів і ягід є лимонна й яблучна кислоти. З числа інших кислот часто виявляється хінна, янтарна і щавлева. До розповсюджених відносяться також гліколева, фумарова, гліцерінова і винна кислоти. Головне смакове відчуття, викликане присутністю кислот у складі продукту, - кислий смак, який у випадку пропорційної концентрації іонів H^+ (з урахуванням відмінностей у активності речовин, викликають однаково смакове сприйняття). Концентрації окремих органічних кислот в різних плодах і ягодах є неоднаковою. Цитрусові плоди містять переважно лимонну кислоту і невеликі кількості яблучної. Вміст останньої в апельсинах складає 10...25%, в мандаринах – до 20%, в грейпфрутах і лимонах – до 5% по відношенню до загальної кислотності. На відміну від плодів, в шкірці апельсинів міститься значна (приблизно 0,1%) кількість щавлевої кислоти. Лимонна кислота виявляється основною також серед кислот плодів ананасу, де її вміст досягає 85%. На частку яблучної кислоти в цих плодах припадає приблизно 10%. Домінуючою кислотою у складі насінних і кісточкових плодів є яблучна, вміст якої в їх кислотному спектрі коливається від 50 до 90%. У кислих сортах яблук яблучна кислота складає понад 90% загальної кислотності, в черешні і вишні її концентрація досягає 85...90%, в сливах (в залежності від сорту) – від 35 до 90%. У числі інших кислот в цих плодах – лимонна і хінна.

Більше 90% кислотності припадає на яблучну, лимонну і хінну кислоти в таких плодах як персики й абрикоси.

На відміну від інших видів плодів, у винограді основною є винна кислот, частка якої складає 50...65% загальної кислотності. Залишок припадає на яблучну (25...30%) і лимонну (до 10%) кислоти. В процесі дозрівання винограду вміст яблучної кислоти знижується інтенсивніше, ніж винної.

Формування якості продукту відбувається всіх етапах технологічного процесу його отримання. При цьому багато технологічних показників, що забезпечують створення високоякісного продукту, залежать від активної кислотності (рН) харчової системи. Величина рН впливає на такі технологічні параметри: утворення компонентів смаку та аромату, характерних для конкретного виду продукту; термічну стабільність харчової системи (наприклад, термостійкість білкових речовин молочних продуктів, що залежить від стану рівноваги між іонізованим та колоїдно розподіленим кальцій фосфатом); біологічну стійкість (наприклад, пива та соків); умови зростання корисної мікрофлори та її вплив на процеси дозрівання (наприклад, пива чи сирів).

Висновки. Значення харчових кислот у харчуванні людини визначається їхньою енергетичною цінністю та участю в обміні речовин. Зазвичай вони викликають додаткове кислотне навантаження в організмі, окислюючись під час обміну речовин із швидкістю.

Гіркота і терпкість вина

Свгенія Власюк, Надія Квітковська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Червоне вино – це складна суміш великої кількості (від 800 до 1000) хімічних речовин, кожна з яких вносить свій внесок у смакові та ароматні якості вина.

Матеріали і методи. Проаналізовано літературні джерела вітчизняних та закордонних авторів.

Результати. За гіркоту вина відповідають флавоноїди, вміст яких складає у червоному вині всього 0,1%. Це, перш за все, різноманітні флаван-3-оли, які потрапляють у вино, головним чином, з виноградних кісточок. До них відносяться катехін та епікатехін, які є діастереомерами. У червоному вині присутні також речовини дуже схожі за назвою і будовою до флаван-3-олів – це флавоноли. Відмінність їх полягає у тому, що вони зовсім не надають гіркоти вину, як це властиво для флаван-3-олів, але мають антиоксидантну дію і вносять свій внесок у колір червоного вина.

Ще один тип сполук, які впливають на відчуття гіркоти і терпкості вина – це таніни. Таніни містять у складі своїх молекул відносно велику кількість фенольних гідроксильних груп. Ця властивість танінів проявляється у тому, що вони мають дубильну дію. Прості мономерні феноли (псевдотаніни) мають невелику молекулярну масу, але мають в'язкий смак і проявляють різноманітні лікувальні властивості. Властивість танінів утворювати поперечні зв'язки з білками та іншими біополімерами, такими як целюлоза та пектин, зумовлює їх здатність гальмувати дію ферментів. Окрім того, таніни у червоному вині проявляють в'язучі властивості, надають йому сухість, а також гіркоту і терпкість. Таніни вступають у реакцію з білками слини у порожнині рота, що призводить до зниження її змащувальної дії та викликає почуття сухості. Таніни є своєрідними консервантами вина, запобігають його передчасному псуванню. По мірі їх дозрівання таніни переходять у нерозчинну форму і в'язучі властивості слабшають.

Таніни впливають також на колір червоного вина, який зумовлений вмістом у вині антоціанідинів. При витримці вина антоціанідини реагують здебільшого з гіркими та безбарвними танінами, які теж містяться у вині, у результаті чого таніни зв'язуються і смак вина покращується [1]. Цікаво, що таніни є основною складовою частиною барвника зареєстрованого як харчова добавка під номером E-121.

Таніни, які входять до складу вина, згідно з їх будовою, поділяються на два класи. Перший – характеризується тим, що основу структури танінів складає багатоатомний спирт, а таніни другого класу відносяться до конденсованої гетероциклічної системи типу флавана (флаван-3-оли). У червоному вині основні флаван-3-оли це катехін (2,3-транс – ізомер) та епікатехін (2,3-цис – ізомер).

Висновки. Одна з основних причин появи гіркоти у вині – підвищений вміст дубильних речовин (танінів). Вони надають напою гіркий і терпкий смак. Таніни містяться в шкірці ягід винограду та його насінні.

Література

1. Nel A. P. Tannins and Anthocyanins: From Their Origin to Wine Analysis. A Review. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2018. Vol.39, №1, p. 1-20.

Мед – біологічно активний продукт

Анна Митяй, Наталія Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мед – це найвідоміший корисний продукт з унікальними цілющими властивостями, який містить велику кількість антиоксидантів, що робить його корисним для всіх наших органів без виключення.

Матеріали і методи. Проведено порівняльний аналіз та узагальнення літературних даних щодо дослідження антиоксидантної здатності найбільш популярних серед українців сортів меду: липового, гречаного, акацієвого, соняшникового, квіткового.

Результати. Необхідність багатьох міnorних біологічно активних компонентів їжі для збереження здоров'я та зниження ризику ряду хронічних захворювань знайшла підтвердження у наукових дослідженнях останніх років. У нашому організмі відбувається багато окислювальних реакцій, які призводять до виникнення вільних радикалів, здатних пошкоджувати клітини. На противагу їм існує система захисту, основною складовою якої є антиоксиданти. Ці речовини можуть бути як ендогенного походження (утворені власне у організмі), так і екзогенного (отримані ззовні, зокрема із їжею або напоями). Антиоксиданти – це унікальні сполуки різної хімічної природи, які допомагають захищати клітини від дії вільних радикалів. Антиоксиданти приймають участь в регуляції перебігу вільно радикальних перетворень в організмі, блокують або гальмують неферментативне вільно радикальне окиснення ліпідів; утворюють стійкі комплекси з іонами важких металів, блокуючи їх каталітичну дію.

Чисельні дослідження різних авторів встановили суттєву різницю вмісту фенольних сполук у пробах меду. Точний вміст поліфенолів у меді визначити важко, адже він залежить як від походження меду, так і від умов зберігання. Загальний вміст поліфенолів у бджолиному меді варіює від 50 до 850 мг/кг, тоді як вміст флавоноїдів змінюється від 36 до 150 мг/кг. Експериментальними дослідженнями ряду науковців підтверджено, що високий вміст поліфенолів спостерігається у справжньому та свіжому (сирому) бджолиному меді. В процесі зберігання біологічно активні поліфеноли меду окиснюються до хінонів. Хінони значно покращують смак і аромат старого меду, але вони не мають біологічної активності та цілющих властивостей поліфенолів.

Бджолиний мед – джерело біологічно активних фенольних сполук, які вважаються одними з найбільш ефективних природних антиоксидантів. Завдяки наявності фенольних сполук якісний мед проявляє антиоксидантну активність і позитивно діє на всі органи і системи, стимулюючи їх роботу, підвищуючи загальну опірність організму різним захворюванням.

Висновки. Результати аналітичної роботи свідчать про те, що необхідно уважно ставитися до пошуку на продовольчому ринку якісного продукту для себе, вміти використовувати методи визначення фальсифікату.

Література

Постоєнко В.О. Основні показники якості і безпеки меду бджолиного в Україні та їх гармонізація з вимогами ЄС. *East European Scientific Journal*. **2019**, №12 (52), р. 14-21.

Використання сафролу в харчовій промисловості

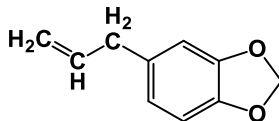
Надія Мошак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сафрол (5-аліл-1,3-бензодіоксол) є компонентом ефірних олій багатьох видів рослин, зокрема родів *Sassafras*, *Ocotea*, *Cinnamomum*, *Myristica*, *Piper*. Завдяки унікальному аромату «кондитерської» сафрол десятиліттями широко використовувався як ароматизатор, проте наразі він визнаний небезпечною речовиною [1].

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо сафролу як харчової добавки та особливостей його використання.

Результати. Багатим рослинним джерелом сафролу є олія сассафрасу, в якій його вміст сягає понад 84%. Ефірна олія та різні частини рослини знаходили широке застосування для ароматизації, в народній медицині як кровоочистний, антимікробний та болезаспокійливий засіб, для лікування застуди, ревматизму, хвороб шкіри. До 1960 року сафрол широко використовувався як ароматизатор пива, м'яса та безалкогольних напоїв.



Результатом досліджень, проведених в 1960 – 1990 роках, стало виявлення токсичності, мутагенних і гепатоканцерогенних властивостей сафролу. Це обумовило суворі обмеження регуляторними органами в усьому світі застосування сафролу й сафроловмісної рослинної сировини в харчових продуктах, напоях і косметиці.

Разом з тим заборона використання сафролу як прекурсора психоактивних речовин викликала надмірне знищення рослин, багатих на сафрол, незаконне виробництво та торгівлю сафроловмісними оліями.

Багатими джерелами сафролу є й інші рослини, як наприклад *Cinnamomum camphora*, *Cinnamomum mollissimum*, *Ocotea pretiosa*, *Piper hispidinervum*, *Piper divaricatum*, *Myristica fragrans*, тощо [1]. Містять сафрол і спеції, такі як аніс, базилік, мускатний горіх, різні види перцю, імбир, тощо.

Мутагенність деяких спецій, обумовлена наявністю сафролу, може бути усунута в результаті сушіння промитого насіння при 70 °С або на сонці, мікрохвильового опромінення, в процесі приготування їжі під час кип'ятіння спецій. Опромінення спецій доцільно використовувати в харчовій промисловості, особливо при недопустимості високотемпературної обробки, наприклад при виробництві молочних продуктів. Звичайно, ці методи супроводжуються втратою певних смакових характеристик.

Висновки. Сафрол є не лише приємним ароматизатором, а й канцерогеном, а віднедавна став ще й рушійною силою знищення біорізноманіття. При розробці технологій збагачення харчових продуктів, харчових добавок, особливо з використанням пряностей, слід зважати на пагубний вплив для здоров'я людини споживання алкєнілбензенів.

Література

1. Kemprai P., Protim Mahanta B., Sut D. et al. Review on safrole: identity shift of the «candy shop» aroma to a carcinogen and deforester. *Flavour Fragr J.* 2020, 35, p. 5 – 23.

Методи визначення мінеральних речовин

Софія Бабюк, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для аналізу мінеральних речовин переважно використовуються фізико-хімічні методи – оптичні та електрохімічні. Практично всі ці методи вимагають особливої підготовки проб для аналізу, що полягає у попередній мінералізації об'єкта дослідження.

Результати. Показником загальної кількості мінеральних речовин в харчових продуктах є зола. Золю називають залишок, утворений при повному спалюванні органічних речовин, які входять до складу досліджуваних продуктів. Значна кількість зольних макро- і мікроелементів потрапляє у виробництво з водою та розчинами поживних речовин.

Мінералізацію можна проводити двома способами: "сухим" та "мокрим". "Суха" мінералізація передбачає проведення за певних умов обуглювання, спалювання та прожарювання досліджуваного зразка. "Мокра" мінералізація передбачає ще й обробку об'єкта дослідження концентрованими кислотами (найчастіше HNO_3 та H_2SO_4).

Фотометричний аналіз використовується у ідентифікації міді, заліза, хрому, марганцю, нікелю та інших елементів. Метод абсорбційної спектроскопії заснований на поглинанні молекулами речовини випромінювань в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях електромагнітного спектра. Аналіз можна проводити спектрофотометрично або фотоелектроколориметрично. Фотоелектроколориметрія – аналіз, що ґрунтується на вимірі поглинання забарвленими розчинами монохроматичного випромінювання видимої області спектру. Спектрофотометрія – метод аналізу, заснований на вимірі поглинання монохроматичного випромінювання в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях спектру.

Емісійний спектральний аналіз дозволяє визначити елементарний склад неорганічних та органічних речовин. Метод аналізу з використанням як якості збудження полум'я називають полум'яно-емісійним аналізом. Цим методом визначають понад сорок елементів (лужні і лужно-земельні, Cu^{2+} , Mn^{2+} та ін.). Метод атомно-абсорбційна спектроскопія ґрунтується на здатності вільних атомів елементів у газах полум'я поглинати світлову енергію при характерних для кожного елемента довжинах хвиль. Методи атомно-абсорбційного спектрального аналізу знаходять широке застосування для аналізу практично будь-якого технічного чи природного об'єкта, особливо у випадках, коли необхідно визначити невеликі кількості елементів. Методики атомно-абсорбційного визначення розроблено більш ніж для 70 елементів.

Серед електрохімічних методів аналізу виділяють іонометрію та полярографію. Метод іонометрії служить для визначення іонів K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} , F^- , I^- , Cl^- тощо. Метод стандартних добавок рекомендується використовувати визначення іонів у складних системах, містять високої концентрації сторонніх речовин. Метод змінно-струмової полярографії використовують для визначення токсичних елементів (ртуть, кадмій, свинець, мідь, залізо). Метод заснований на вивченні вольтамперних кривих, отриманих при електролізі електроокислювальної або електровідновлювальної речовини.

Висновки. Кількість і склад мінеральних речовин впливає на біологічну та фізіологічну цінність, на сортність та ступінь очищення продуктів. Важливим є підвищений вміст солей важких металів у харчовій сировині та напівфабрикатах.

Хімія ізатину та його похідних

Єва Сокол, Сергій Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ізатин (2,3-діоксиндол) відноситься до гетероциклічних сполук класу індолу. Ізатин та його похідні широко застосовується у виробництві кубових індигоїдних барвників; а також у фотометричних методах аналізу для виявлення тіофену в бензолі, піролу та меркаптанів у повітрі, виявлення та визначення U, Ag, Co та багатьох інших перехідних металів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є збір сучасних наукових джерел щодо хімії ізатину. Методом є аналіз накопичених даних по вивченню хімії ізатину та його похідних.

Результати. Хімічне дослідження індиго почалося в 1826 р., коли з індиго вперше був отриманий анілін. В 1841 р. Ердманом і Лоран, незалежно один від одного, провели окиснення індиго нітратною кислотою та одержали ізатин. Ця реакція привела до активного подальшого вивчення сполуки. Слід підкреслити велику науково - дослідну роботу Байера (1865-1870 р. і 1878-1883 р.) над пошуком можливості синтезу індиго. Він досяг успіху і запропонував декілька методів синтезу. Індиго почали добувати синтетично. Ізатин вперше був одержаний окисненням індиго. На сьогоднішній день існує понад 30 методів синтезу ізатину. Найбільш вживаним є метод Штолле.

Ізатин – важлива похідна індолу. Сполука зустрічається в багатьох рослинах, таких як *Isatis tinctoria*, *Calanthe discolor*, *Couroupita guianensis*. Ізатин також зустрічається в організмі людини, оскільки він є метаболічним похідним адреналіну.

Похідні ізатину є синтетично важливими субстратами, які можна використовувати для синтезу різноманітних гетероциклічних сполук, в тому числі біологічно активних. Останнім часом сполуки цього класу привернули велику увагу в медичній хімії, оскільки серед них знайдено речовини з протипухлинними, антимікробними, протизапальними, антиоксидантними властивостями тощо.

Огляд літератури свідчить, що для ізатину характерні реакції окиснення, відновлення, галогенування, алкілування, конденсації з ароматичними і гетероциклічними сполуками [1].

Висновки. З'ясовано, що ізатин – реакційно здатна речовина, що при взаємодії з ароматичними та гетероциклічними діамінами утворює багатоциклічні сполуки, які здатні до різних ціанінових конденсацій з утворенням поліметинових барвників.

Література

1. Shulga S. I., Simurova N. V., Shulga O. S., Misa N. I. Synthesis and study of 3-methyl-6H-indolo[2,3-b]quinoxalines. *Russian Journal of Organic Chemistry* **2014**. Vol. 50, is.8, c. 1175-1179.

Властивості, використання та одержання карміну

Іванна Юльчиєва, Тетяна Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Як відомо, кармін є одним із найпоширеніших природних барвників, який використовується не лише у виробництві косметичних засобів, а й у виготовленні широкого спектру продуктів харчування.

Матеріали і методи. В роботі проаналізовано сучасні літературні джерела щодо одержання карміну, його властивостей та практичного використання.

Результати. Кармін – пігмент яскраво-червоного кольору, для отримання якого використовують різні методи екстракції самок комах кошеніль, в тілі яких присутня кармінова кислота, відповідного червоного кольору. Як правило, для утворення карміну, до кармінової кислоти додають хімічний реагент, наприклад, алюміній або алюміній і кальцій або ж обробляють карбонатом натрію чи аміаком, після чого піддають фільтрації для видалення домішок цих хімічних сполук [1].

Хімічні властивості карміну показали, що він розчинний у лужному розчині та нерозчинний у воді, спирті, ефірі, бензолі та слабких кислотах. За відповідними дослідженнями було зафіксовано, що розчинність карміну залежить від природи катіонів. Амоній-кармінові комплекси розчинні в широкому діапазоні значень рН (рН 3,0-8,5). Комплекси карміну кальцію малорозчинні у воді при рН 3,0. Однак він добре розчинний при рН 8,5. При нейтральному рН кармін має інтенсивно червоний колір, при значенні рН менше 7 – помаранчевий, а при значенні рН більше 7 колір змінюється на пурпуровий.

Враховуючи що кармін має високу стійкість до світла, тепла та окислювання, він має великий спектр застосування у різних галузях промисловості. Як природний барвник, кармін посідає особливе місце у текстильній та косметичній промисловості для виробництва губних помад, тіней, рум'ян, кремів та багатьох інших косметичних засобів, що мають червоний відтінок. На сьогоднішній день, кармін є найпоширенішим натуральним харчовим барвником, який має позначення E120. Також кармін відомий своїми антиоксидантними властивостями, які допомагають зберігати якість та стійкість продуктів харчування, тому він широко використовується для фарбування напоїв, кондитерських виробів, м'яса.

Повідомляється про деякі недоліки застосування карміну в харчових продуктах. Споживачі часто відмовляються від карміну, як барвника на основі комах. Також карміновий барвник може спричинити ряд алергічних реакцій, особливо в людей, які мають непереносимість натуральних барвників [1, 2].

Висновки. Встановлено, що кармін, як природний барвник має широке застосування у різних галузях промисловості. Завдяки своїм властивостям, таким як, стійкості до впливу світла, температури та різних рідин, а також високій інтенсивності кольору, кармін має великий попит вже дуже багато років.

Література

1. Galappaththi M., Patabendige N. Cochineal Chemistry, related Applications and Problems: A Mini Review. *Academia Letters*. **2021**, p. 1-5.
3. Serrano A., Cochineal Carmine: A Natural Food Dye with Biological Activity. *Journal of Food Science*, **2013**. №1, p. 13-15.

Біологічна дія алкалоїдів опійного маку

Олександр Косовець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Алкалоїди опійного маку (*Papaver somniferum* L.) – важливі продукти вторинного метаболізму, які знаходять широке застосування в медицині.

Матеріали та методи. Проаналізовано сучасну наукову літературу про склад опійного маку, зокрема щодо властивостей алкалоїдів та їх практичного застосування.

Результати. Історичні дані свідчать, що психоактивні властивості *Papaver somniferum* L. були відомі протягом тисячоліть. Наразі з опійного маку було вилучено понад 50 алкалоїдів, їх вміст в опії складає 10–20%. Основними серед них є морфін, кодеїн, тебаїн, папаверин і носкапін, причому морфін є домінуючим алкалоїдом [1].

Морфін зменшує відчуття болю та його емоційну оцінку, знижує розумову активність й усуває тривогу. Крім того, морфін підвищує вивільнення дофаміну в мозку, що є причиною відчуття ейфорії. Розвиток фізичної та психічної залежності є одними з головних небажаних ефектів морфіну.

Другим за поширеністю алкалоїдом опію є кодеїн (0,5–1%). Кодеїн є слабким опіатом і зазвичай використовується як анальгетик. Він набагато менш ефективний, ніж морфін, однак він вибірково пригнічує кашльовий центр і має значно менший потенціал для звикання. Тому кодеїн є основним компонентом багатьох сиропів від кашлю.

Вміст алкалоїду тебаїну складає 0,3–1%. Тебаїн має подібну хімічну будову, але його біологічні ефекти дуже відрізняються в порівнянні з морфіном або кодеїном. Він викликає збудження в низьких дозах і судому у високих дозах, тому цей алкалоїд не знаходить терапевтичного застосування. Тебаїн зазвичай використовується як прекурсор для синтетичних опіоїдів.

Папаверин є алкалоїдом ізохінолінового ряду, його вміст в опії також складає близько 1%. Сполука є спазмолітиком та релаксантом гладкої мускулатури з незначним впливом на ЦНС. Папаверин використовують в клінічній практиці як судинорозширювальний засіб.

Алкалоїд носкапін (наркотин) (1–10%) вже багато років використовується як проти кашлевий засіб, разом з тим він має потенціал для подальших досліджень його протипухлинних властивостей.

Висновки. Опій тисячоліттями використовувалися не тільки для знеболення, але й для ейфорії, яку він викликає. Подвійний ефект опіатів робить їх корисними, але водночас надзвичайно небезпечними. Разом з тим, подальші дослідження алкалоїдів опійного маку та їх похідних є перспективним шляхом пошуку нових терапевтичних засобів, включаючи й протипухлинні.

Література.

1. Labanca F., Ovesnà J. Milella L. *Papaver somniferum* L. taxonomy, uses and new insight in poppy alkaloid pathways. *Phytochem. Rev.* **2018**. Vol. 17, p. 853–871.

Застосування біоізостеризму при створенні нових лікарських засобів

Латушкін Олексій, Наталія Симурова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день, людство має величезну потребу у кількості і різноманітності лікарських речовин. Одним з методом підвищення кількості найменувань і покращення різних властивостей лікарських речовин є розробка біоізостерів.

Матеріали та методи. Здійснено пошук та аналіз сучасної наукової літератури за ресурсом Google academy – запит «Bioisosteres» за 2010-2023 роки.

Результати. Біоізоостери – речовини, отримані заміною в молекулі атома або групи атомів іншими, при збереженні біологічної активності, притаманної вихідній сполуці. Біоізоостери можуть допомогти реалізації багатьох цілей при створенні нових лікарських засобів, включаючи поліпшення фармакокінетики, підвищення фармакологічної активності, боротьбу з побічними ефектами або підвищення селективності до рецепторів або ферментів [1].

Принцип класичної біоізоостерії був сформульований Дж. Мойром та І. Ленгмюром, які помітили, що різні атоми з однаковою структурою валентних електронів мають подібні біологічні властивості. Прикладами такої заміни можуть бути:

$H \rightarrow D \rightarrow F$; $NH_2 \rightarrow OH \rightarrow SH$; феніл \rightarrow піридил \rightarrow тініл \rightarrow фурил; $COOR \rightarrow COONH_2$ тощо.

Так, заміна протону на дейтерій у більшості випадків призводить до уповільнення метаболізму порівняно з оригінальним лікарським засобом [2]. При заміні атома водню атомом флуору можливі зміни в процесі метаболічного окиснення лікарської речовини. Оскільки атом флуору подібний за розміром до атома водню, загальна топологія молекули істотно не змінюється, тому не змінюється й основна біологічна дія лікарського засобу.

У випадку некласичного біоізоостеризму молекули - ізоостери характеризуються однаковими параметрами, важливими для прояву певної біологічної активності, оскільки вони діють на однакові біологічні мішені. Прикладами таких біоізоостерів є *n*-амінобензенова кислота та *n*-амінобензосульфамід, глутамінова кислота та її фосфоновий аналог. Цей підхід відкрив нові шляхи в дизайні та розробці лікарських речовин.

Добре відомими ізоостерами, що здатні імітувати різні функціональні групи, є нітрогеновмісні гетероциклічні сполуки. Так, 1,2,3-тріазол входить до ряду сполук з антимікробними, противірусними та протипухлинними властивостями. Структурні особливості цього п'ятичленного циклу дозволяють впливати на фізико-хімічні характеристики лікарського засобу, зокрема, на його розчинність.

Висновки. Таким чином біоізоостеризм використовується для збільшення фармакологічної активності, підвищення селективності по відношенню до певного типу рецепторів, зменшення побічної дії, оптимізації фармакокінетики лікарського засобу.

Література

1. Pirali T., Serafini M., Cargini S. et al. Applications of Deuterium in Medicinal Chemistry. *J. Med. Chem.* **2019**. Vol. 62, №11, p. 5276–5297.
2. Jayashree B.S., Nikhil P. S., Paul S. Bioisosterism in Drug Discovery and Development - An Overview. *Medicinal Chemistry*, **2022**. Vol. 18, № 9, p. 915-925.

«Зелена хімія» як стратегія сучасного органічного синтезу

Максим Клименко, Наталія Сімурова,

Національний університет харчових технологій

Вступ. Розвиток органічної хімії у XXI столітті збагатився новою стратегією «зеленої хімії» (green chemistry). «Зелена хімія» – науковий напрямок та суспільний рух, що поєднує синтетичну органічну хімію з аналітичною та фізичною хімією, токсикологією, мікробіологією, біотехнологією та технічними науками. Мета цієї стратегії – боротьба з низкою важливих екологічних проблем сьогодення, пов’язаних із бурхливим розвитком хімічного виробництва.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної наукової літератури (за ресурсом Google academy – запит «green chemistry») за останні 10 років.

Результати. «Зелена хімія» є новою хімічною філософією [1], яка призначена усунути можливу екологічну небезпеку, забезпечуючи при цьому ефективну та економічно доцільну діяльність виробництва. Основні принципи «Зеленої хімії» були сформульовані у 1998 році П. Анастасом та Дж. Уорнером. Вони демонструють, яким чином «зелена хімія» може впливати на промислові процеси практично на кожному їх етапі. та зачіпають промисловість, освіту та суспільство:

1. запобігання виникненню відходів замість боротьби з наслідками забруднення відходами та пошуку способів утилізації, очистки тощо;

2. економія атомів в процесі синтезу – методи синтезу обираються таким чином, щоб всі матеріали, що використовувались в його процесі, були максимально переведені у кінцевий продукт;

3. найменш шкідливий хімічний синтез;

4. створення найменш токсичних хімічних продуктів;

5. застосування безпечних розчинників та допоміжних речовин.

6. енергетична ефективність застосованих процесів;

7. використання відновлюваних ресурсів;

8. ефективність процесу синтезу;

9. використання переважно каталітичних процесів;

10. створення продуктів, що самостійно розкладаються;

11. моніторинг утворення шкідливих продуктів у реальному часі;

12. безпечні хімічні процеси – зменшення ризиків нещасних випадків.

Таким чином, шляхи, якими розвивається зелена хімія, можна згрупувати в наступні напрямки: нові шляхи синтезу (зокрема, застосування каталізатора); відновлювані джерела сировини та енергії; заміна традиційних органічних розчинників. Кількісними критеріями «зеленої» хімії є коефіцієнт E (кг відходів/кг продукту) та економія атомів (молекулярна маса продукту/сума молярної маси вихідних матеріалів).

Висновки. «Зелена хімія» сприяє розробці більш стійких та екологічно чистих матеріалів, які можуть задовольнити потреби суспільства, мінімізуючи при цьому їхній вплив на планету. Ця концепція стала невід’ємною частиною сучасного органічного синтезу – від дизайну нових органічних сполук до технологічних рішень їх промислового одержання.

Література

1. Sheldon R. A. Metrics of Green Chemistry and Sustainability: Past, Present, and Future. *ACS Sustainable Chem. Eng.* **2018**, V. 6, №1, p. 32–48.

Профілактика цукрового діабету другого типу за допомогою збалансованого харчування

Анастасія Пустовойт, Олександр Макаренко

Національний Університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Цукровий діабет II типу – це проблема світового масштабу для системи охорони здоров'я. На відміну від цукрового діабету I типу цукровий діабет II типу зазвичай є результатом сучасного способу життя та харчування.

Матеріали і методи. Проведено аналіз наукових джерел інформації щодо медико-соціальної проблеми цукрового діабету. Використано бібліосемантичний, аналітичний методи дослідження.

Результати. Раціональне харчування – це найбільш доступний метод профілактики багатьох хронічних неінфекційних захворювань, зокрема цукрового діабету II типу. Енергетична цінність раціону повинна відповідати енергетичним витратам організму. Раціон має забезпечувати оптимальне співвідношення між харчовими та біологічно активними речовинами. Особливе значення для зниження ризику цукрового діабету мають певні амінокислоти.

Так, гліцин стимулює функції гіпофіза та синтез глюкагону, посилює у клітинах утворення глюкози з глікогену; валін та ізолейцин активізує синтез глікогену, приймає участь у секреції інсуліну. Інсуліноподібну дію на обмін речовин має аргінін. Триптофан є попередником утворення серотоніну, мелатоніну, гормонів які приймають участь у регуляції харчової поведінки людей, вуглеводного та білкового обмінів; синтезу та активності інсуліну; має антиоксидантні характеристики.

Також, спираючись на дослідження науковців визначено, що чим більша кількість клітковини споживається, та чим менше глікемічне навантаження раціону, тим ймовірність розвитку цукрового діабету менша. Щоденне вживання клітковини знижує потребу в інсуліні на 25-50%, позитивно впливає на рівень глюкози та ліпідів у крові. Розчинні харчові волокна попереджують розвиток глікемії. У основі інгібування всмоктування моно- та дисахаридів з кишкового тракту полягає формування розчинними харчовими волокнами драглеподібних розчинів, як ускладнюють всмоктування цих вуглеводів

Висновки. Раціональне харчування з оптимальним співвідношенням харчових та біологічно активних речовин перешкоджає виникненню цукрового діабету II типу. Вживання харчових продуктів з оптимальною кількістю корисних амінокислот, вживання клітковини в кількостях, близьких до норми, знижує вміст глюкози в крові та сприяє профілактиці захворювання.

Література

1. Mitri J., Barakatun-Nisak Mohd Y. Maryniuk M., et al. Dairy intake and type 2 diabetes risk factors: A narrative review. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2019. Vol. 13, Is. 5, p. 2879-2887.

Властивості стилібенів та їх розповсюдженість в природі

Владислав Здоренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поліфенольні сполуки відіграють важливу роль не тільки в рослинному світі, але є цінними й для здоров'я людини. У рослинах стилібени діють як фітоалексини, захищають їх від фітопатогенів, а також беруть участь в адаптації рослин до факторів середовища. В останні роки зросла кількість досліджень, присвячених властивостям стилібенів та їх впливу на організм людини [1].

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо рослинних джерел, властивостей стилібенів та перспектив їх застосування.

Результати. Стилібени – поліфенольні сполуки загальної будови $C_6 - C_2 - C_6$. Їх молекули складаються з двох ароматичних кілець, з'єднаних етиленовим лінкером. Зазвичай, у природі стилібени представлені *E*-ізомерами, проте зустрічаються й представники із *Z*-конфігурацією [1, 2].

Структурна різноманітність природних стилібенів дозволила класифікувати їх на 5 груп, представлених простими стилібенами, олігостилібенами, дибензилами, біс-дибензилами та фенантренами. Характерними замісниками для цього класу сполук є гідроксильні, метильні, метокси, пренільні, геранільні групи, а також глікозидні залишки.

Стилібени були виявлені у 72 видах рослин різних родин, включаючи Vitaceae (виноград), Fabaceae (арахіс) або Pinaceae (сосна) [3].

Серед стилібенів найбільш відомим є резвератрол, завдяки його цінним властивостям, включаючи антиоксидантну, протипухлинну, противірусну, протизапальну, антимікробну, кардіопротекторну, нейропротекторну, фітоестрогенну дію. В останні десятиріччя увага дослідників була спрямована на різносторонній вплив стилібенів на організм людини, від сухості шкіри до хвороби Альцгеймера та гормонзалежного раку [1, 3].

В результаті досліджень багатьох вчених стилібеновий скелет зарекомендував себе як перспективний скафолд для розробки терапевтичних або профілактичних засобів. Наразі відомо про широкий спектр біологічної активності як природних стилібенів, так і їх синтетичних похідних [4].

Висновки. Стилібени водіють цінними біологічними властивостями. Вони мають великий потенціал для лікуванні багатьох хвороб, використання як діючих інгредієнтів косметичних засобів, що обумовлює інтерес для подальшого вивчення цих вторинних метаболітів.

Література

1. Oh W. Y., Gao Y., Shahidi F. Stilbenoids: chemistry, occurrence, bioavailability and health effects. *J. Food Bioact.* **2021**, 13, p. 20 – 31.
2. Valletta A., Iozia L. M., Leonelli F. Impact of Environmental Factors on Stilbene Biosynthesis. *Plants.* **2021**, 10 (1), 90.
3. Suprun A. R., Dubrovina A. S., Aleynova O. A., Kiselev K. V. The Bark of the Spruce *Picea jezoensis* is a Rich Source of Stilbenes. *Metabolites.* **2021**, 11, p. 714.
4. Pecyna P., Wargula J., Murias M., Kucinska M. More than resveratrol: New insights into stilbene-based compounds. *Biomolecules.* **2020**, 10, p. 1111.

Інтерференція РНК як спосіб боротьби з *Botrytis cinerea*

Олександра Савчук, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з проблем сьогодення для сільськогосподарських культур є ураження *Botrytis cinerea*, що призводить до утворення сірої гнилі. Тому, в пошуках нової стратегії боротьби з цим грибом, було звернуто увагу на принцип інтерференції РНК.

Матеріали і методи. Проведено аналіз та узагальнення літературних даних щодо досягнень у дослідженні біофунгіцидів на основі РНК-інтерференції для боротьби з хворобами, які викликає сіра гниль.

Механізм інтерференції РНК починається зі створення малих інтерферуючих РНК шляхом синтезу дволанцюгової РНК з одноланцюгової за допомогою РНК-залежної РНК - полімерази. Остання, завдяки ферменту Dicer, розщеплює дволанцюгові РНК на дуплекси, після чого один ланцюг з малої інтерферуючої РНК об'єднується з білком аргонавтом, формуючи РНК-індукований комплекс заглушення генів - RISC. Інший ланцюг дуплексу деградує. Утворений RISC спрямований на молекули матричної РНК патогена, що комплементарні з малими інтерферуючими РНК у складі комплексу, і руйнує ділянки мРНК, викликаючи таким чином вимкнення необхідних нам генів, знизивши вірулентність *Botrytis cinerea*. Однак, таким способом придушення певних функцій організму користуються і патогени, *Botrytis cinerea* у тому числі. Цей грибок синтезує ефектори у вигляді малих інтерферуючих РНК, транспортує їх до рослини-господаря та інгібує рослинні захисні фактори, гормональний біосинтез та передачу сигналів.

Імунна система рослин від вторгнення патогенів базується на двох формах стійкості — імунитеті, спричиненого РАРМ (молекулярними структурами, що асоційовані з патогеном) та імунитеті, викликаному ефектором. *Botrytis cinerea* виділяє ефектори для придушення обох типів захисту рослин. Водночас з цим, організми-хазяїни розвинули гени та білки резистентності, щоб прямо або опосередковано взаємодіяти з ефекторними білками та перешкоджати їм, а згодом активувати другий вид імунитету.

Для протидії *B. cinerea* рослина доставляє позаклітинні везикули, що містять дуплекси, до клітини гриба. Трансдіюча РНК, що міститься всередині везикули, утворюється РНК-залежною РНК-полімеразою і Dicer та транспортується через невідомий механізм до екзосом, асоційованих з тетраспаніном, які потім збираються, утворюючи мультивезикулярні тіла. Ці тіла зливаються з плазматичною мембраною рослин, щоб полегшити перенесення малих інтерферуючих РНК до клітин грибів, що вторглися. На жаль, механізми, що лежать в основі процесу відбору трансдіючих РНК, які транслюються до позаклітинних везикул, і вивільнення малих інтерферуючих РНК у грибові клітині, щоб заглушити цільові гени вірулентності, поки що залишаються невідомими.

Висновки. Використання фунгіцидів на основі інтерференції РНК є багатообіцяючою альтернативою, яка може як контролювати хвороби сірої плісняви, так і подолати негативні наслідки існуючих методів боротьби *Botrytis cinerea*.

Література

1. Islam M. T., Sherif S. M., RNAi-Based Biofungicides as a Promising Next-Generation Strategy for Controlling Devastating Gray Mold Diseases. *Int J Mol Sci.* 2020. Vol. 21(6), 2072.

Будова та властивості мускону і його аналогів

Оксана Левченко, Тетяна Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Макроциклічні сполуки тваринного походження, такі як мускон та його карбоциклічні родичі, мускопіридин і циветон неухильно привертають увагу через їх значення не тільки в області парфумерії, а й у фізіології [1].

Матеріали і методи. В роботі виконано аналіз інформації з літературних джерел щодо будови та властивостей мускону і його аналогів.

Результати. Сучасні дослідження показали, що мускус в основному складається з макроциклічних сполук, таких як мускон; стероїдів, таких як тестостерон, естрадіол, холестерин; різних амінокислот, таких як аспарагінова кислота, серин; неорганічних солей та інших інгредієнтів, таких як алантоїн, активатор протеїнази. Він має антифіброзну, протизапальну, антиоксидантну та протипухлинну дію і широко використовується для лікування переломів, розтягнень, інсульту, стенокардії, інфаркту міокарда та раку.

Мускон, хімічна структура якого визнана як 3-метилциклопентадеканон, вважається основним активним інгредієнтом мускусу. Він був ідентифікований у природному екстракті мускусу оленя ще в 1906 році. Протизапальну, протипухлинну та протиінвазивну дію мускону поділяють інші макроциклічні кетони, такі як циветон. На додаток до цих захисних ефектів сполуки мускусу, включаючи амбреттолід, мускон і циветон, можуть стимулювати секрецію 17β -естрадіолу, разом із його здатністю сприяти кровообігу та менструації це робить мускус потужним засобом, що викликає викидень [2]. Експериментальні дослідження на тваринах показали, що мускон сприятливо впливає на тварин з серцево-судинними та цереброваскулярними розладами [3].

Мускуси отримані із запахових залоз самців кабарги і інших тварин, та їхні синтетичні еквіваленти мають «тваринний» і чуттєвий, теплий і м'який запахи. Вони використовуються як базові ноти в найбільш сексуально провокаційних парфумах, де високо цінуються через свою стійкість і здатність діяти як фіксатори для інших ароматів [3].

Висновки. Одержані в даній роботі результати вказують, що мускус здатен позитивно впливати на організм людини. Мускон, в свою чергу, використовується в парфумерній промисловості, здебільшого у виробництві дорогих парфумів, фіксаторів запаху або ж як природні аромати, афродизіаки. Також він знаходить своє застосування у косметології, оскільки здатний покращувати тургор шкіри та розгладжувати зморшки.

Література

1. Hisahiro Hagiwara (2017), Diversity in the Syntheses of Muscone, Muscopyridine and Civetone, *Natural Product Communications*, 12 (6), p. 983-994.
2. Lucky A. Zhang Y., Block E. (2018), Molecular mechanism of activation of human musk receptors OR5AN1 and OR1A1 by (R)-muscone and diverse other musk-smelling compounds, *PNAS*, 115 (17), PNAS, p. 950-958.
- Wu S.Q., Otero M., Unger F.M. et al. (2011), Anti-inflammatory activity of an ethanolic *Caesalpinia sappan* extract in human chondrocytes and macrophages, *Journal of Ethnopharmacology*, 138, p. 364-372.

Проблеми підвищеного вмісту холестеролу в організмі людини та його зв'язок із харчовими продуктами

Маргарита Шувалова, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день багато людей стикається з головним винуватцем виникнення багатьох серцево-судинних захворювань – холестерином (холестерин). Актуальними залишаються питання профілактики артеросклероза. В цьому може допомогти збалансоване харчування.

Матеріали і методи. В науковому дослідженні використовувались матеріали сучасних наукових видань, в яких описується проблема підвищеного вмісту холестерину в крові людини.

Результати.

Уникання продуктів з високим вмістом холестерину не є найкращим способом знизити рівень холестерину. Загальна дієта, особливо типи жирів та вуглеводів, які людина вживає, мають найбільший вплив на рівень холестерину в крові. Дієтолог Кеті Макманус, зазначила, що найкращим варіантом є зниження споживання насичених жирів (замінивши їх на ненасичені). Як зазначає Американська асоціація серця, слід уникати м'яса, сиру та інших молочних продуктів із високим вмістом жиру (масло, цільне молоко та морозиво). Не менш важливою є заміна цих калорій на корисні для здоров'я ненасичені жири (рослинна олія, авокадо та жирна риба), а також уникнення рафінованих вуглеводів (білий хліб, макарони та білий рис). Основні продукти які допомагають знизити рівень холестерину: вівсяні пластівці- багаті на клітковину, яка допомагає зменшити холестерин, жирна риба – містить Омега-3 поліненасичені жирні кислоти, які збільшують рівень «хорошого» холестерину, автоматично знижуючи «поганий». Риб'ячий жир також регулює вміст холестерину. Люди, які п'ють зелений чай один раз в день, рідше хворіють серцево-судинними захворюваннями. Яблука багаті на пектин. А пектин знижує рівень холестерину в крові. Додавання куркуми в блюдо може знизити рівень холестерину. Якщо спецію використовувати регулярно протягом 8 тижнів, вона відмінно справляється з високим рівнем «поганого» холестерину [1, 2].

Для швидкого зниження рівня лікарі призначають: статини, препарати нікотинової кислоти, Омега-3, екстракт червоного рису в складі харчових добавок, інгібітори абсорбції холестерину. Особлива роль відводиться статинам - хімічним речовинам, які допомагають сповільнити синтез ферментів і холестерину. Можна скористатися аптечними засобами або природними статинами, якими багатий глід, пажитник, родіола рожева і лимонник.

Висновки. Отже, розробляти правильний раціон слід на основі індивідуальних особливостей організму та способу життя, адже їжа, корисна для одних, може бути шкідливою для інших.

Література

1. Fruits and their roles in nutraceuticals and functional foods / edited by Sajad Ahmad Wani, Jasmeet Kour, Raees ul Haq.: First edition. / Boca Raton : Taylor & Francis, 2023.
2. Byrd-Bredbenner C. Wardlaw's perspectives in nutrition: a functional approach / New York, NY : McGraw-Hill Education, 2019.

Проблема резистентності мікроорганізмів до антибіотиків та біоцидів

Руслана Москаленко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Антибіотики на сьогоднішній день є одним із найважливіших класів лікарських засобів. Проте однією з найбільш серйозних загроз сьогодення, яка потребує вживання відповідних заходів, є явище резистентності мікроорганізмів до більшості антибіотиків.

Матеріали і методи. Огляд сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури за ресурсом Google academy.

Результати. З моменту відкриття антибіотиків постійно створювалися все нові й нові антибактеріальні препарати, проте, бактерії ставали стійкими до них. У 2000-ті роки розробки в цій сфері значно уповільнилися. ВООЗ відзначає, що жоден з 43 антибіотиків, які знаходяться на сьогоднішній день на стадії клінічних випробувань, не вирішує в повній мірі проблеми стійкості найбільш небезпечних бактерій до протимікробних препаратів. Практично усі нові лікарські засоби цього класу, що надійшли в обіг за останнє десятиліття, є різновидом класів антибіотиків, відкритих ще до 1980-х років. Недостатні фінансові інвестиції у дослідження антибіотиків ускладнюють ситуацію.

У звіті Міжвідомчої координаційної групи ВООЗ по боротьбі з антимікробною резистентністю зазначено, що хвороби, викликані резистентними бактеріями, до 2050 року можуть знищувати до 10 мільйонів людей щорічно, а економічний збиток від них може бути порівняний з масштабами наслідків глобальної кризи 2008-2009 років. Зокрема, швидке поширення стійких штамів мікроорганізмів відслідковується в країнах, що розвиваються, причиною чому є надмірне та недоречне використання антибактеріальних препаратів [1]. В особливості виділяють такі критерії неадекватного використання антибіотиків: неправильний вибір препарату, дози, тривалість лікування або ж недотримання тривалості лікування, використання неякісних чи фальсифікованих препаратів. Наслідком стійкості до антибіотиків є втрата ефективності лікування інфекційних захворювань, триваліші госпіталізації, зростання медичних витрат та смертності.

Задля зменшення поширення стійкості мікроорганізмів необхідно терміново змінити порядок призначення та використання антибіотиків у всьому світі. Навіть у разі розробки нових препаратів серйозна загроза стійкості до антибіотиків зберігатиметься. Зміни повинні стосуватись також і поведінки людей, включати заходи щодо скорочення поширення інфекцій за допомогою вакцинації, миття рук, належної гігієни харчування тощо.

Висновки. Отже, резистентність до антибіотиків є глобальною проблемою, яка потребує вживання відповідних заходів усіх країн та кожної людини. ВООЗ назвала резистентність до антибіотиків однією з найважливіших загроз громадському здоров'ю 21 століття. За відсутності невідкладних заходів на нас почне насуватися пост-антибіотична ера, коли поширені інфекції та незначні травми знову можуть стати смертельними.

Література

1. Uddin T. M., Chakraborty A. J., Khusro A. et al Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*. 2021. Vol.14, is.12, p. 1750-1766.

Токсини отруйних птахів

Анна Овчарук, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В процесі еволюції деякі птахи розвинули здатність накопичувати токсичні речовини у своєму тілі, що може призвести до негативних або навіть летальних наслідків при їх вживанні. Окремі види навіть змогли пристосуватись до симбіотичних стосунків з бактеріями, що також в результаті призвело до певної токсичності виду [1].

Матеріали та методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно отруйних птахів, речовин, що зумовлюють їх токсичність та можливі наслідки при взаємодії з людиною.

Результати. Деякі види роду дроздових мухоловок (*Pitohui*) та вид синьошапочної іфрити (*Ifrita kowaldi*) містять низку батрахогтоксинів, які зосереджені в пір'ї і шкірі. Джерелом токсину для даних птахів є отруйні жуки роду *Choresine*. Ці речовини відлякують екзопаразитів, хижаків, для яких птах може бути потенційною здобиччю, а також, через можливу передачу токсину до гнізда, сприяють захисту яєць. [1, 2].

У перепілки звичайної (*Coturnix coturnix*) токсичність, як правило, спостерігається восени під час сезонів міграції, в основному у європейського підвиду перепелів. Токсини отримуються птахами через вживання насіння отруйної рослини боліголов, що містить алкалоїдний токсин коніїн, а також від блекоти чорної (*Hyoscyamus niger*) та пліну чорного (*Solanum nigrum*), що містять антихолінергічні алкалоїди. Було декілька випадків вживання людьми отруйного перепелиного м'яса. У постраждалих спостерігались такі симптоми: гострий рабдоміоліз (котурнізм), міалгії, ригідність м'язів, слабкість, судоми, міоглобінурія [1, 2].

Шпорцевий гусак (*Plectropterus gambensis*) отримує токсин від споживання отруйних жуків-навивників роду *Meloidae*, що містять кантаридин і диметилкантаридин – отрути небілкової природи. Орябок американський (*Bonasa umbellus*) також отримує токсин (гряянотоксин) через їжу, а саме – при вживанні Кальмії широколистяної (*Kalmia latifolia*) [1, 2].

Бронзокрилі голуби видів *Phaps elegans* і *Phaps chalcoptera* отримують монофторацетат від акації (*Acacia*), гастролобіуму (*Gastrolobium*) та представників роду *Oxulobium*. Дослідження на вівцях показали прояви гострої серцевої токсичності, яка проявляється як ішемією міокарда, так і аритмією [1, 2].

У європейського одуда (*Urupa europis*) та зеленого одуда (*Phoeniculus porphyreus*) спостерігається відмінний від більшості інших отруйних птахів механізм токсичності. В уропігальних залозах цих пернатих поселились бактерії роду *Enterococcus*, з якими у птаха встановлені симбіотичні відносини, і які виробляють токсичні летючі сполуки, такі як диметилсульфід [1, 2].

Висновок. В природі, хоч і рідко, але все ж можна натрапити на отруйних птахів, що можуть викликати негативні наслідки для здоров'я. Людям було б добре ознайомитись з цією темою, щоб випадком не стати жертвою їх токсичної дії.

Література.

1. Yeung K. A., Chai P. R., Russell B. L., Erickson T.B. Avian Toxins and Poisoning Mechanisms. *J Med Toxicol.* 2022. Vol. 18(4), p. 321-333.
2. Bartram S., Boland W. Chemistry and ecology of toxic birds. *ChemBioChem.* 2001. Vol. 2, p. 809-811.

Розповсюдженість в природі та властивості гіркот

Анна Штих, Тетяна Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ,

Вступ. Гіркоти – безазотисті гіркі сполуки, які збуджують апетит і покращують травлення. За хімічною природою – терпеноїдні сполуки. Багаточисленні із них представлені монотерпеноїдними іридоїдними глікозидами.

Матеріали і методи. В даній роботі проведено аналіз наукової літератури щодо властивостей гіркот та їх розповсюдженості у природі.

Результати. В рослинах іридоїди, як правило, присутні у вигляді глікозидів, так як у вільному стані вони легко окиснюються киснем повітря. Найбільш розповсюдженими іридоїдами є аукубін і катапол. Вони виявляють серцево-судинну, нейропротекторну, протипухлинну, гепатопротекторну протизапальну та антиоксидантну дії.

Гіркота певних рослин також обумовлена присутністю алкалоїдів. Хінін є основним алкалоїдом хінолінового ряду, що міститься в корі роду рослин хінного дерева (*Cinchona*). Алкалоїд хінін у формі сульфату являється адсорбційним індикатором в аргентометрії, а також міститься у складі тоніку – газованого безалкогольного напою, що надає йому характерний гіркий смак.

Ерітроцентаурин обумовлює гіркість золототисячника. У медицині використовують траву золототисячника у вигляді настою, у складі зборів як збуджуючий апетит та жовчогінний засіб при гастриті, захворюваннях печінки, жовчного міхура і нирок [1].

Сесквітерпеноїдні гіркоти відносяться головним чином до сесквітерпенових лактонів, похідних гваянового ряду. Містяться в полині гіркому, одній із самих гірких рослин, завдяки вмісту в ній абсинтину. Полин має жовчогінні, протизапальні, антисептичні та противиразкові властивості.

Гіркі глікозиди зустрічаються в основному в рослинах сімейства Горечавкові. Вони мають заспокійливі та жарознижувальні властивості. Ці види глікозидів хімічно не належать до одного класу, але в лікарських препаратах містяться глікозиди монотерпенових іридоїдів з пірановим циклопентановим кільцем. Розщеплення зв'язку в кільці циклопентану призводить до підкласу секо-іридоїдів.

Амарогентин – найгіркіший іридоїд, присутній у багатьох рослинах, з індексом гіркоти 58000000. Міститься у золототисячнику, горечавці (*Gentiana*). Гентіопікрозид і амарогентин отримують з висушених ферментованих кореневищ і кореня жовтого тирличу [2].

Висновки. Згідно опрацьованої літератури встановлено, що гіркоти розповсюджені в полині, сімействі Горечавкові, золототисячнику та ін. В залежності від складу та походження, вони володіють багатьма цінними лікувальними властивостями та позитивно впливають на процеси травлення.

Література

1. Романюк Б.П., Фролов В.М., Соцька Я.А. Характеристика деяких лікарських рослин, кущів дерев та сировини, які містять терпеноїди (ефірні олії та гіркоти), *Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології*. **2012**, №1, с. 36-39.
2. Deshmukh D, Baghel V.S., Shastri D., Chauhan N.S. *Plant as bitter*. **2010**, №1, p. 334-343.

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. Squalene content in amaranth oil obtained by different methods

Oleksandra Burdanova

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The beneficial properties of amaranth oil have been noted by scientists for a long time, because it contains up to 77% of fatty acids, 8% of squalene, 9% of phospholipids, 2% of phytosterols, vitamins, etc. And it is squalene that is the most valuable component known for its unique properties.

Materials and methods. The scientific and technical literature is analyzed and the results of the study of the squalene content of amaranth oil obtained by various technologies are given.

The results. Squalene is a triterpene (C₃₀H₅₀) with six double bonds at carbon numbers 2, 6, 10, 14, 18, and 22, which is present in the unsaponifiable fraction of the oil. It is an intermediate molecule for the biosynthesis of phytosterols and cholesterol.

The physico-chemical composition of the plant, as in other oil crops, depends on the climatic conditions of cultivation, species affiliation. A natural plant source of squalene is amaranth seeds. An extensive study of 104 genotypes from 30 types of amaranth grain showed that the concentration of squalene in the oil fraction was insignificant - 7.3% with an average value of 4.2%.

The total content of squalene depends on the method of oil extraction. It was demonstrated that the oil extracted with supercritical CO₂ had the highest concentration of squalene (about 7%), followed by the oil extracted with chloroform:methanol (2:1 v/v; 6%), and the cold-pressed oil (5.7%). However, another study showed that the yield of squalene was highest by accelerated solvent extraction (4.4–4.7%), followed by Soxhlet extraction (3.8–4.2%) and supercritical fluid extraction (3.3–3.8%), respectively. It should be noted that heat treatment, such as cooking and dehulling of seeds, causes an increase in the concentration of squalene in the lipid fraction.

A method of isolation and purification of squalene from amaranth oil has been developed. After K112 saponification, the squalene content increased from 4.2% in crude oil to 43.3% in unsaponifiable oil due to the removal of saponifiable substances. Unsaponifiable substances were fractionated by chromatography on a column with silica gel to obtain highly purified squalene. The purity of squalene in individual fractions reached 98%. The structure of squalene in the purified sample was confirmed by comparing its ultraviolet spectrum with the standard and its nuclear magnetic resonance spectra.

Conclusions. The percentage content of squalene in amaranth oil depends on the ways of obtaining it and the methods of extractive extraction had the best result.

References

1. Sun H, Wiesenborn D, Tostenson K, Gillespie J, Rayas-Duarte P. Fractionation of squalene from amaranth seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1997.
2. Han-Ping He, Yizhong Cai, Mei Sun, Harold Corke. Extraction and Purification of Squalene from Amaranthus Grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002.

2. Extract of *Centella asiatica* (*Centella asiatica* L. Extract), as a multifunctional asset for cosmetic products

Kateryna Zakharova, Tetiana Boichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Medicinal plants are widely used in nutraceuticals and cosmeceuticals, in which plant phytochemical substances are natural sources of compounds. The exceptional healing and anti-inflammatory properties of centella, which has been used in Asia for more than 3,000 years to accelerate wound healing, are recognized.

Materials and methods. *Centella asiatica* extract INCI: Glycerin, *Centella asiatica* flower/leaf/stem extract. Extraction is made microwave extraction method.

Results: Triterpenes are used in cosmeceuticals for wound healing, fight against wrinkles, stretch marks and cellulite because they increase collagen synthesis and improve fibronectin production in human skin fibroblasts. In particular, asiaticoside increases the content of hydroxyproline and tensile strength in wound tissue, increases the content of type I and III collagen, accelerates the wound healing process, induces the synthesis of glycosaminoglycans, especially the synthesis of hyaluronic acid.

Asiaticoside - has the highest antioxidant activity, absorbing free radicals, has an anti-inflammatory effect and affects the hydration of the stratum corneum and the function of the epidermal barrier, which necessitates for the use of sensitive, reactive and skin with rosacea.

This extract was titrated with asiaticoside. By the HPLC method, the triterpene dosage in the extract was 0.42 mg/g, which is higher than the amount of asiaticoside, which is proven to have the necessary bioactivity.

Conclusions. In view of these results, the widespread use of centella in the food and pharmaceutical industry will be appropriate. Because this component has a multifunctional effect, allows you to solve a number of important problems at the same time, so the applying of the asset will be not only useful, but also economically beneficial.

Referenses

1. Ekor M. The growing use of herbal medicines: problems related to adverse reactions and safety monitoring issues. *Front. Neurol.* 2014 year; 4:1-10. doi: 10.3389/fphar.2013.00177. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar];
2. Monton, K., Settaraksa, S., Luprasong, K., Songsak, T. Optimization approach of dynamic maceration of *Centella asiatica* to obtain the highest content of four centelloids by response surface methodology. *Braz J. Pharmacogn.* 2019 year; 29:254-261. doi: 10.1016/j.bjp.2019.01.001. [CrossRef] [Google Scholar]
3. Alfara H.Y., Omar M.N. *Centella asiatica*: From folk remedies to medical biotechnology - a state review. *International J. Biosci.* year 2013; 3:49-67. [Google Scholar]
4. Analytical sheet of COSME-PHYTAMI™ CENTELLA

3. Investigation and formulation of moisturizing eye cream with hyaluronic acid

Mariia Honchar, Natalia Sabadash

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Due to its strong water-binding potential, hyaluronic acid (HA) is a well-known active ingredient for cosmetic applications. Native HA is proposed to help the skin to retain and maintain elasticity, turgor and moisture. HA has positive impact on wrinkles significantly decreasing them.

Materials and methods. It was investigated HA properties and found out that the best to use for face skin low-molecular HA as it penetrates deep in the skin. It was chosen for oil phase moisturizing macadamia oil with 60% oleic acid consistency. Additionally to active ingredients it was added caffeine as it reduces under-eye bags and dark circles. To make emulsion we used the following tools: glass beakers, water bath, glass rod, thermometer and PH meter. The list of ingredients: Aqua, Macadamia Seed Oil, emulgator Emulpharma 1000, emulgator and thickener Ceto Stearyl Alcohol, Caffeine, Hyaluronic Acid, Cornflower CO₂ Extract, preservative Phenoxytanol, Xanthan Gum.

Results. In laboratory we worked out eye cream formula. Technique of making cream is following. Batch - 100 g.

Ingredients and its quantities used for cream preparation

Ingredient	Phase	%	Amount in batch (g)
Aqua	A	66%	66
Glycerin	C	2%	2
Hyaluronic Acid	C	0,50%	0,50
Caffeine	A	3%	3
Macadamia oil	B	17%	17
Emulpharma 1000	B	5%	5
Thickener	B	5%	5
Cornflower Extract CO ₂	D	0.50%	0,50
Preservative	D	1%	1
TOTAL		100.00%	100 g

It was prepared in separate beakers phase A and B. Separately it was mixed glycerine and hyaluronic acid in separate beaker. Phases A and B were heated on bain-marie by 70 C and added glycerine with hyaluronic acid. When under 40C it was added C ingredients. It was checked Ph which is 5.5. Such Ph is good for skin.

Conclusion: Topical application in form of cream 0,5% HA led to significant in skin hydration and elasticity. Application of low-molecular-weight HA was associated with significant reduction of wrinkle dept, which may be due to better penetration abilities of LMW HA. Eye skin area has thin skin which needs to be good moisturized.

HA is one of the best moisturizers for such skin area.

References: 1. Efficacy of cream-based novel formulations of hyaluronic acid of different molecular weights in anti-wrinkle treatment. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22052267/>

2. Anti-wrinkle creams with hyaluronic acid: how effective are they.
URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27221554/>

4. Digital technologies at the service of cosmetics manufacturers

Diana Rostovetska, Tetiana Boichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Surfactants (surfactants) have so many useful uses that the cosmetics industry probably wouldn't exist without them. In cosmetics, surfactants are used for cleaning, foaming, thickening, emulsifying, enhancing penetration, antimicrobial action and other special effects. In today's digital world, it is increasingly difficult for consumers to find reliable information about cosmetic ingredients. That is why, in the last few years, leading specialists and representatives of the industry have been actively working on the search and development of a tool that could make this process simple and understandable.

Materials and methods. The improvement of the consumer's informative access to the composition of cosmetic products and their ingredients with the help of a modern database of cosmetic ingredients #CosmileEurope was investigated. The features of innovative digital technology are determined using the example of batch code.

Results and discussion. Cosmetics have existed for a long time and play an important role in our everyday life. On average, European consumers use more than 7-10 different cosmetic products every day. It's only natural that people want to know more about the ingredients in these products.

In the digital world in which we live, you can get any information, including about cosmetics. However, will this information be reliable and verified? CosmileEurope is a European database that helps consumers easily find reliable and trustworthy information about cosmetic ingredients **COSMILE Europe** contains information on almost 30,000 ingredients used in cosmetics.

This database will help you understand why certain ingredients are in your cosmetic products; what properties they have and much more. The database is currently available in fourteen languages.

COSMILE Europe was developed in partnership with the German industry association IKW, in collaboration with the French Federation of Cosmetics Industries (FEBEA). The initiative is implemented thanks to the participation of 18 members of the national association Cosmetics Europe.

The database provides easy consumer access to verified and scientifically proven data on raw materials, and also provides information on cosmetics regulation, allergens and other key questions that European consumers are looking for answers to.

More detailed information on the properties of the ingredients, whether they are artificial and/or natural, in which types of products the ingredients can be found, etc., comes from independent experts and scientific evaluations published by European and national expert organizations.

The search interface is extremely simple:

1. Enter the generic name of the ingredient or the INCI name as it appears on the product label or packaging, for example AQUA

2. A menu will appear with all results containing the term. The most similar matches will appear first. Click on the result that best matches your search term

3. You will find information about the properties of the ingredients, their functions, whether they are artificial and/or natural, and in what types of products they can be found

4. To learn more, you can find additional technical information under the substance and product type menu.

Another issue that most often worries consumers of cosmetics is the expiration date of cosmetics. Another digital technology will help to check it and learn more, namely: **batch code**.

The batch code is indicated by the manufacturer on the cosmetic tube and includes information about the month and year, and often, the days of the product's manufacture.

This information is provided, first of all, for distributors and sellers, with the aim of clarifying the period in which the product must be sold, as well as for providing advice to buyers. The easiest way to check and find out the expiration date of cosmetics is to decode the batch code yourself, ask the seller for the decoding table approved by the manufacturer. In addition, you can leave a message on the manufacturer's official website and, specifying the batch code of the product, get all the necessary information about its storage period and e-mail address. Mobile applications, which the buyer can use directly in the store, are considered convenient for determining the authenticity of goods.

The principle of action is simple: the cosmetic product bottle, the information about which needs to be obtained, is held up to the phone (distance 5-6 cm), on the side where the barcode is located. In addition, batch code decryption algorithms and specialized programs are available on the Internet, which facilitates the decryption process:

- QR code and barcode scanner 2.1 for Android;
- Red Laser QR and barcode scanner for Apple devices.

As a result of the scan, in a matter of seconds you receive all the information encoded in the barcode (manufacturer country, manufacturer and product code).

Conclusions. With each new introduction of innovation in the process of any production, each subsequent innovation will be more difficult than the previous one.

Therefore, brands should carefully plan their activities, study diligently different ways of introducing innovations to always stay on the cutting edge of the innovative cosmetic industry. Such recommendations are also relevant for the domestic cosmetic industry, which, albeit slowly, is gaining momentum on the European market of innovative products in the cosmetic industry.

References

1. Нова база даних косметичних інгредієнтів для споживачів CosmileEurope. URL:https://apcu.ua/news_industry/nova-baza-danih-kosmetichnih-ingredii-entiv-dlja-spozhyvachiv-cosmileurope/

2. Gina Antczak. Cosmetics Unmasked: You Family Guide to Safe Cosmetics and Allergy-Free Toiletries [Electronic resource] / Gina Antczak, Stephen Antczak // Thorsons, 2001. — 167 p. — Access: URL: <http://noizcetodepdf.ddns.net/0007105681-Cosmetics-Unmasked-Your-Family-Guide-to-Safe-Cosmetics-and-AllergyfreeToiletries.pdf>.

3. COSMILE Europe – база даних для споживачів косметичних засобів. URL: <https://cosmileurope.eu/>

4. Walters Y. Dermatologic, cosmeceutic and cosmetic. development / Edit. Y.Walters. 2008. 644 p

5. Chemical Weapon: Incapacitants

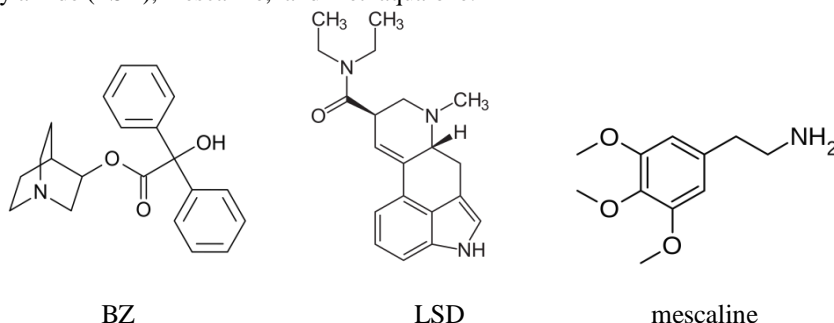
Vladyslava Kuzinska, Tetiana Boichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Incapacitants is a group of chemical warfare agents that produce temporary physiological or/and mental effects, which cause the incapacity of individual. Incapacitating agents are designed as non-lethal chemical weapons, however, if employed in high dosage they can cause accidents, permanent injury and loss of life.

Material and methods. The analysis of modern foreign scientific literature was conducted in this study. The methods that were used are generalization, systematization, comparison and specification.

Results. Even though any of the chemical warfare agents may incapacitate an individual, by the military definition, incapacitants refer to compounds that produce impairments that are temporary and nonlethal. Incapacitating agents are potent enabling to achieve required effects at low concentrations and effective from several hours to several days. The effective concentration of incapacitants is 100 times less than for sarin and 1000 times less than for hydrocyanic acid. They have no taste, color and smell. The nature of the psychochemical agents' action is individual. Significant part of incapacitants causes model psychoses and changes the typical behavior of a person. Some of the main representatives are 3-quinuclidinyl benzilate (BZ), lysergic acid diethylamide (LSD), mescaline, and methaqualone.



3-quinuclidinyl benzilate (BZ) is a psychotomimetic chemical warfare agent that belongs to anticholinergic hallucinogens. This substance is a competitive inhibitor of acetylcholine, action of which results to lack of the neuromediator ACh. **Lysergic acid diethylamide (LSD)** is a potent psychedelic drug with hallucinogenic effect about 4000 times greater than that of mescaline. Both BZ and LSD may attack the nervous system and cause hallucinations or psychotic thinking. **Mescaline (3,4,5-trimethoxyphenethylamine)** is a naturally occurring psychedelic protoalkaloid that has unique spectrum of physical and psychic stimuli like dizziness, nausea, time distortion, physical prostration, auditory HALLUCINATIONS.

Conclusions. Even though incapacitants are non-lethal chemical warfare agents, they are still a threat to human's life. As a result of the Chemical Weapons Convention the use of 3-quinuclidinyl benzilate became prohibited. The role of this Convention remains crucial, although there are risks of using chemical weapons nowadays. Therefore, further researches into antidotes and pretreatment options are needed.

References

- 1.Schneider, B. R.. "chemical weapon." *Encyclopedia Britannica*, January 3, 2020. <https://www.britannica.com/technology/chemical-weapon> (Accessed 11 February 2023)
- 2.Jelinkova, R.; Zuja, P.; Koblíha, Z., Opioids of fentanyl series in the role of non-lethal chemical weapons and the issue of their identification. *Journal of Defence Resources Management*. 2021. 12, 2(23). P 289 - 299.
- 3.Pitschmann, V.; Hon, Z., Drugs as Chemical Weapons: Past and Perspectives. *Toxics*. 2023, 11(1), 52.

6. Development of a multitasker formulation with caprylic/capric triglycerides

Khrystyna Perpeta, Natalia Sabadash

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Caprylic/capric triglycerides are an excellent plant-based emollient that is widely used in cosmetics. Due to its rich fatty acid composition, this component is the main component of the multitasker.

Materials and methods. An analytical review of the scientific and technological literature was conducted, caprylic/capric triglycerides were analyzed, and a multitasker formulation was developed.

Results and discussion.

Multitasker is a cream product of the new generation, capable of performing the functions of tint, lipstick, lip balm, blush and eyeshadow. Such a multifunctional feature makes this format innovative and attractive to consumers.

Caprylic/capric triglycerides – pale yellow liquid, coconut oil fraction. They form the basis of the multitasker, because thanks to them, this product, unlike lipstick, can be easily used on the cheeks and eyelids. And thanks to the unique composition, it nourishes the skin, while ensuring color stability.

That is why it is important to choose components that are natural, effective and safe to develop the recipe (table) of the multitasker, such as the following: caprylic/capric triglycerides, shea butter, macadamia oil, carnauba and candelilla waxes, vitamin E and mineral pigment.

Table

Multitasker formulation with caprylic/capric triglycerides

Components	Purpose of the component	Content, % by mass
Shea butter	Emolent	5,00
Caprylic/capric triglycerides	Emolent	63,50
Macadamia oil	Emolent	3,00
Carnauba wax	Thickener	4,00
Candelilla wax	Thickener	6,50
Vitamin E	Antioxidant	1,00
Mineral pigment Red No. 7 D&C Lake (CI 15850)	Colorant	16,00

Conclusions. Due to their many properties and rich composition, caprylic/capric triglycerides are excellent for adding to the composition of innovative products that will be of interest to consumers.

References

1. Narkhede, N. H., & Bhatia, A. R. (2019). Caprylic/Capric Triglyceride: A Comprehensive Review. *Journal of Cosmetic Science*, 70(6), 523-538.
2. Fluhr, J. W., Darlenski, R., Lachmann, N., Baudouin, C., Msika, P., & Dupuy, P. (2008). The effects of caprylic/capric triglyceride on the skin barrier in healthy volunteers. *Journal of Investigative Dermatology*, 128(2), 434-443.

7. Окиснений крохмаль у харчовій промисловості

Вікторія Петушенко, Тетяна Авдієнко, Микола Ніколенко

Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна

Вступ. У сучасній харчовій промисловості використовуються різноманітні харчові добавки, які регулюють консистенцію харчових систем. На сьогоднішній день продовжуються дослідження особливостей та механізмів модифікації крохмалю.

Матеріали і методи. Матеріалом для експерименту обрано картопляний та кукурудзяний крохмаль та їх модифіковані зразки. В якості модифікуючого агента використано гіпохлорит натрію. Досліджено молярні маси одержаних зразків за допомогою віскозиметричного методу у порівнянні з нативним крохмалем. Також було досліджено реологічні властивості за допомогою ротаційного віскозиметру.

Результати. Основним методом модифікації крохмалю є хімічна модифікація – обробка кислотами, лугами, різними окисниками та їх комбінована дія. Однак, не дивлячись на широке використання та значну кількість способів модифікації, цей процес не достатньо вивчений, зокрема процес модифікації неорганічними окисниками. Було проведено дослідження впливу гіпохлориту натрію на нативний картопляний крохмаль.

Для порівняння молярних мас було обрано нативний крохмаль та одержаний модифікований крохмаль. Встановлено, що приведена в'язкість зменшується в ряду нативний крохмаль → крохмаль, модифікований 1 годину → крохмаль, модифікований 2 години, що свідчить про зменшення молекулярної маси. При цьому молекулярна маса крохмалю, який модифікований протягом 1 години менша, ніж у крохмалю, який модифікований протягом 2 годин.

Для з'ясування структурно-механічних властивостей одержаних крохмалів визначили динамічну в'язкість клейстеру на ротаційному віскозиметрі.

Динамічна в'язкість модифікованих крохмалів значно менша за в'язкість нативного крохмалю. Це може бути пов'язано з тим, що довжина молекули крохмалю зменшилась, що свідчить про те, що пройшов процес модифікації крохмалю.

Проведені дослідження показали, що залежність в'язкості розроблених зразків змінюється в залежності від виду модифікації, хімічної або фізичної. Найбільшу в'язкість має нативний крохмаль, а найменшу – крохмаль, окиснений гіпохлоритом натрію протягом 2-х годин.

Для підтвердження проходження процесу модифікації було визначено вміст ацетильних груп у крохмалі, окисненого гіпохлоритом натрію; крохмалі, окисненого перманганатом калію та нативному крохмалю.

Оскільки окисники окислюють атоми карбону в молекулі крохмалю до ацетильних та карбоксильних груп, можемо допустити, що збільшення кількості ацетильних груп свідчить про протікання процесу модифікації. Кількість ацетильних груп навіть при дії сильного окисника, такого як перманганат калію, не перевищує 1%. Одержані зразки було досліджено на відповідність нормативним документам на підприємстві.

Висновки. Використання одержаних різних видів модифікованих крохмалів на основі сировини, наявної на діючих крохмалепатокових підприємствах, дозволяє зменшити витрати на їх виробництво.

8. Колориметричні характеристики продуктів термообробки кобальту(II)-магнію фосфатів

Галина Біла¹, Андрій Ткаченко², Надія Антрапцева²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ

Вступ. Фосфати кобальту(II) застосовують як високоякісні термочутливі пігменти, термофосфатні декоративні покриття ін. Термічні властивості кобальту(II)-магнію фосфатів та колориметричні характеристики продуктів їх зневоднення вивчені недостатньо повно.

Мета цієї роботи – дослідити склад та колориметричні характеристики продуктів зневоднення кобальту(II)-магнію фосфатів

Матеріали і методи. Як об'єкт дослідження використовували кристалогідрат складу $\text{Co}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{HPO}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$. Синтезували його взаємодією механічної суміші гідроксокарбонатів кобальту(II) і магнію з розчином фосфорної кислоти при рН 2.8. Термічні властивості вивчали в умовах динамічного та квазіізотермічного режимів нагрівання (дериватограф G 1500 D, швидкість нагрівання 5 град./хв., точність визначення температури $\pm 5^\circ\text{C}$).

Результати. Аналіз результатів термоаналітичних і колориметричних досліджень продуктів випалу $\text{CoHPO}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ (табл.) показав, що їх кольоровість залежить від аніонного складу фосфатів. Утворення полімерних фосфатів у разі нагрівання його до 250°C призводить до зниження яскравості колірному тону. Він із області додаткових кольорів (532,2 - 542,4 мкм) зміщується в область видимої короткохвильової частини спектру 450,0 - 462,0 мкм (характерна для зразків, отриманих при $250\text{-}550^\circ\text{C}$). При температурах вищих за 550°C речовий склад продуктів термообробки спрощується, їх колірний тон повертається в область додаткових кольорів.

Таблиця. – Аніонний склад і колориметричні характеристики і продуктів термообробки $\text{Co}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{HPO}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ (тривалість випалу 2 години)

Температура випалу, $^\circ\text{C}$	Аніонний склад продуктів термообробки, % відн.						Колірні характеристики	
	PO_4^{3-}	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	$\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$	$\text{P}_4\text{O}_{13}^{6-}$	$\text{P}_5\text{O}_{16}^{7-}$	$\text{P}_6\text{O}_{19}^{8-}$	Колірний тон, мкм	Яскравість, %
25	100,0	-	-	-	-	-	532,2	46,5
150	98,5	1,5	-	-	-	-	542,4	43,5
250	58,1	33,0	7,1	1,1	0,7	-	450,0	29,8
350	21,0	61,3	9,2	3,3	2,9	1,3	460,0	26,5
450	17,9	70,5	8,2	2,2	0,6	0,6	463,0	33,8
550	10,7	83,3	5,2	0,8	-	-	462,0	36,0
650	9,0	86,4	4,6	-	-	-	569,0	36,8
750	8,1	88,1	3,8	-	-	-	568,0	37,1
850	7,0	90,3	2,7	-	-	-	566,3	37,0

Висновки. Продукт, отриманий при відносно невисоких температурах ($250\text{-}350^\circ\text{C}$), характеризується прийнятним колірним тоном (450-460 мкм) і високою світлостійкістю. Витримування його під дією ультрафіолетового світла протягом 55-60 годин не впливає на колірний тон пігменту.

9. Сучасні методи ідентифікації жовтий «захід сонця» FCF E110

Сергій Книш, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій

Вступ. В Україні максимально допустимий рівень харчової добавки E110 у безалкогольних напоях зберігається на рівні 50 мг/л, а споживачі не інформуються про можливі негативні властивості барвника на дітей.

Матеріали і методи. Напій безалкогольний соковмісний сильногазований «Живчик ОРАНЖ (ORANGE) зі смаком апельсина» («Оранж») проаналізовано спектрофотометричним методом та методом вискоефективної рідинної хроматографії, зразок порівняння – стандартний зразок (СО) барвника E110 (ІВРО009 Sunset Yellow FCF, LGC, Німеччина).

Результати. Вміст барвника E110 у напої визначали за градувальним графіком після мінімальної пробопідготовки, яка включає стадії дегазациї та фільтрації.

У спектрі поглинання досліджуваного напою «Оранж» є смуга з максимумом поглинання при довжині хвилі $\lambda=483$ нм, який відповідає поглинанню водного розчину СО барвника E110. Це означає, що всі компоненти напою «Оранж» не впливають на характеристичну смугу поглинання барвника E110, що може бути використане як для його ідентифікації, так і для кількісного спектрофотометричного визначення.

Результати визначення та метрологічні характеристики розроблених методик кількісного визначення барвника E110 у напої безалкогольному сильногазованому «Оранж» представлені в таблиці.

Результати визначення барвника E110 у напої безалкогольному сильногазованому «Оранж» (P=0,95)

Спектрофотометричний метод		ВЕРХ метод	
визначено, мг/мл	метрологічні характеристики	визначено, мг/мл	метрологічні характеристики
8,67	$X_{\text{ср}} = 8,72$ $S = 0,0407$ $S_r = 0,47\%$	8,61	$X_{\text{ср}} = 8,65$ $S = 0,0245$ $S_r = 0,28\%$
8,79		8,65	
8,74		8,64	
8,72		8,68	
8,71		8,67	
8,70		8,65	

Отримані дані свідчать про узгодження результатів визначення, одержаних за двома різними методами. З наведених даних випливає, що методика визначення барвника E110 у напої «Оранж» методом ВЕРХ порівняно зі спектрофотометричним методом, яка є більш чутливою, дає кращу збіжність результатів, та в силу хроматографічного розділення компонентів значно селективніша.

Висновки

Спектрофотометричним методом та методом вискоефективної рідинної хроматографії досліджено зразок сильногазованого безалкогольного напою «Оранж», в якому встановлено наявність і кількісно визначено вміст синтетичного органічного барвника E110 (жовтий «захід сонця», FCF). Показано достовірну збіжність між результатами двох різних методик аналізу. Для контролю якості сильногазованих безалкогольних напоїв рекомендовано простішу та більш експреснішу методику спектрофотометричного визначення барвника E110.

10. Хроматографічне визначення флавоноїдів та гедеракозиду С в екстрактах плюща

Дмитро Павлюковець, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій

Вступ. Лікарські засоби, які виробляються на основі рослинної сировини, у тому числі плюща, займають чималу нішу на ринку в усьому світі. Багаторічний досвід роботи з цими препаратами на його основі показав їх ефективність та доцільність у народній та сучасній медицині. Лікарські засоби проходять аналіз із визначення флавоноїдів і основного біомаркера, тобто діючої речовини гедеракозиду С. При цьому найбільш ефективними є хроматографічні та спектроскопічні методи аналізу.

Матеріали і методи. Кількісне визначення флавоноїдів у перерахунок на рутин проводили спектрофотометричним методом. Кількісне визначення гедеракозиду С проводили методами високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) та ультрависокоефективної рідинної хроматографії (УВЕРХ) [1-3].

Результати. Встановлено, що основні компоненти – флавоноїди та гедеракозид С, відповідають за фармакологічний ефект. Гедеракозид С відповідає за секретологічний ефект, а флавоноїди знімають запалення клітин. Основний профіль лікування – захворювання легень. Проведено порівняння екстрактів плющу, отриманих із сировини, зібраної у різних країнах Європи, у тому числі й України на територіях Харківської та Київської областей. Результати аналізу показали, що Українські зразки сировини за вмістом діючих речовин входять до п'ятірки лідерів.

На рис. показано порівняльний аналіз екстрактів плюща методами ВЕРХ (а) та УВЕРХ (б), сировина якого була зібрана в Києві в 2022 р., в результаті якого ідентифіковані флавоноїди (група компонентів) та гедеракозид С (окремий компонент) [1-3].

Сигнал детектора

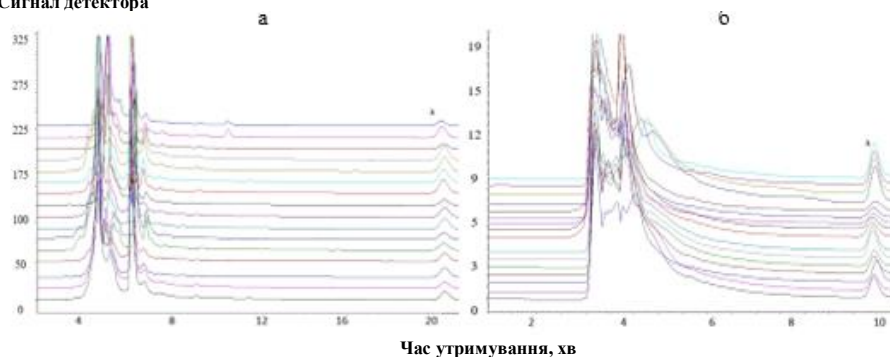


Рисунок. Типові хроматограми екстракту плюща методами ВЕРХ (а) та УВЕРХ (б)

Висновки. Проведено хроматографічний порівняльний аналіз екстрактів плющу, сировину якого було зібрано в Україні та інших країнах Європи. В українських зразках встановлено високий вміст діючих фізіологічно активних речовин, що відповідальні за фармакологічні властивості, а саме флавоноїдів у кількості 0,2 мг/г, та гедеракозиду С 24,7 мг/г маси вологої речовини. У перспективі сировину можна використовуватиме для приготування лікарських засобів.

Література

1. Gałuszka A., Migaszewski Z.M., Konieczka P. et al. Analytical Eco-Scale for assessing the greenness of analytical procedures. Trends Anal. Chem. 2012. № 37. P. 61–72.
2. Bezruk I., Georgiyants V., Ivanauskas L. Comparison of components profile in herbal raw material, extract and pharmaceuticals of heder helix. Scientific Journal «ScienceRise: Pharmaceutical Science». 2020. № 4 (26). P. 36–39.
3. Yu M., Liu J., Li L., et al. Pharmacokinetic parameters of three active ingredients hederacoside C, hederacoside D and α-hederin in Heder helix in rats. J. Sep. Sci. 2016. № 39. P. 3292–3301.

11. Термічні властивості гідратованих фосфатів твердого розчину цинку-мангану(II)

Андрій Ткаченко¹, Надія Антрапцева¹, Галина Біла²

Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Термообробка кристалогідратів є одним з найбільш технологічних, енерго-і ресурсозберігаючих способів одержання безводних солей та матеріалів на їх основі. Даних про термічну дегідратацію гідратованих фосфатів цинку-мангану(II), необхідних для здійснення синтезу безводних фосфатів, у літературі недостатньо.

Мета даної роботи – дослідити термічні властивості гідратованих фосфатів твердого розчину цинку-мангану(II) та залежність їх від катіонного складу фосфатів.

Матеріали і методи. Основним методом дослідження обраний диференціальний термічний аналіз (ДТА), який 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. В якості основного об'єкту дослідження використаний фосфат складу $Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. Ідентифікацію продуктів зневоднення здійснювали рентгенофазовим та ІЧ спектроскопічним аналізами.

Результати. Відповідно до результатів ДТА, зневоднення $Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ зі швидкістю 2.5 град./хв. реалізується в дві стадії в інтервалах температур 115-245 °С і 275-350 °С відповідно. Фосфат, що утворюється на першій стадії дегідратації, ідентифікований як дигідрат складу $Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$.

Подальша термообробка дигідрату в інтервалі 275-350 °С реєструється на кривих ДТА і ДТГ ендотермічним ефектом, що складається з двох практично накладених один на одного ендотермічних ефектів з максимумами швидкостей процесів при 285 і 295 °С. Сумарні втрати маси зразком в області цього ефекту відповідають видаленню двох молекул води. Зневоднення $Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ у квазіізотермічному режимі описується одним чітким ступенем втрати маси при 265 °С, що характеризує спільне видалення двох моль H_2O .

Втрати маси у тетрагідратів різного катіонного складу практично закінчуються під час нагрівання вище 300-350 °С (табл.).

Таблиця – Залежність термічних властивостей фосфатів твердого розчину

$Zn_{3-x}Mn_x(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ($0 < x \leq 1.00$) від їх складу

Склад фосфату	Перша стадія зневоднення, °С		Друга стадія зневоднення, °С	
	Початок	Кінець	Початок	Кінець
$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	70	180	200	290
$Zn_{2.8}Mn_{0.2}(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	90	215	220	300
$Zn_{2.5}Mn_{0.5}(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	105	230	245	310
$Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	115	245	275	350

Висновки. Змінення швидкості нагрівання призводить до зміщення температурних інтервалів утворення і термічної стабільності продуктів часткового і повного зневоднення. Так, при швидкості нагрівання 0.6 град/хв. $Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ стійкий до 80 °С. Перша стадія видалення води відбувається в інтервалі 85-215 °С, друга – 215-240 °С. При швидкості нагрівання 10.0 град/хв. утворення $Zn_2Mn(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ і γ - $Zn_2Mn(PO_4)_2$ реєструється при 125-265 °С і 285-375 °С відповідно. Загальні закономірності процесу при цьому зберігаються.

12. Отримання ефірних олій з квітів лаванди *Lavandula angustifolia* методом «зеленої екстракції»

Алла Таволжан, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Все більше уваги приділяється екологічним хімічним технологіям. Однією з таких технологій є надкритична рідинна екстракція (метод зеленої екстракції), що дозволяє отримати кінцевий продукт без залишків органічних розчинників, який не містить токсичних речовин, є безпечним для навколишнього середовища.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний пошук літератури та сучасних наукових статей, а також проведено аналіз знайдених даних стосовно оптимізації технології екстракції лаванди “надкритичним” діоксидом вуглецю.

Результати. Лаванда (*Lavandula angustifolia*) — багаторічна рослина родини *губоцвітних*; широко використовується для виробництва ефірної олії в Європі, Північній Африці, на Близькому Сході та в Азії. Завдяки своїм властивостям лаванда знайшла широке використання в різних галузях промисловості, наприклад, як популярний ароматичний чагарник для парфумерії. Сприятливий вплив лаванди пояснюється наявністю широкого спектру біологічно активних сполук (головним чином фенольних і ароматичних сполук), які мають антиоксидантну, протигрибкову та антиканцерогенну дію. У свіжих суцвіттях міститься велика кількість ефірної олії, складовими якої є ліналоол і його складні ефіри з різними кислотами, кумарини, фурфурол, цедрин, бизаболен, герніарин, урсолова й оцтова кислоти. У меншій кількості міститься ефірна олія в листі та стеблах.

Екстракт лаванди- є одним із найпопулярніших серед ефірних олій, який отримують з квітів лаванди. Зазвичай цей процес вимагає використання розчинників, що містять отруйні речовини, що можуть бути небезпечні для людського здоров'я та навколишнього середовища. Проте, зелені методи отримання екстракту лаванди, за допомогою вуглекислого газу є безпечнішим та екологічно чистим варіантом.

Для ефірних олій використовуються різні методи екстракції, включаючи гідродистиляцію, яка є процесом, під час якого вода та рослинний матеріал кип'ятять разом в екстракторі. Результатом є дистиляти, також відомі як квіткові води, гідрозолі, гідролати, трав'яні води та ефірні води. Парову дистиляцію використовують у великомасштабному виробництві ефірних олій для комерційних цілей. Парова дистиляція використовує суху пару для випаровування та вилучення олії. При екстракції розчинниками використовують органічні розчинники для вилучення як ефірних олій, так і масляних смол, які потім відокремлюються. Використання багатьох органічних розчинників не буде сумісним із сертифікованим органічним виробництвом. У методі надкритичної рідинної екстракції використовується вуглекислий газ (E290) під високим тиском для вилучення як ефірних олій, так і олійних смол. Потім суміш можна фракціонувати шляхом молекулярної дистиляції або дистиляції з водяною парою. Надкритичні продукти екстракції належать до групи «зеленої хімії» [1].

Вуглекислий газ, який є більш безпечним розчинником, зазвичай використовують для отримання безпечних та стійких екстрактів, зокрема екстрактів, які використовуються в косметичних засобах. Надкритична рідинна екстракція (SFE) — це метод розділення, ефективність якого залежить від кількох аспектів, таких як: природа рухомої фази (чиста чи модифікована), параметри процесу (температура, тиск і час) і тип сировини, а також її попередня обробка.

Для екстракції фенольних сполук часто використовували надкритичний діоксид вуглецю з допоміжним розчинником, але також використовували екстракцію чистим діоксидом вуглецю. У деяких випадках надкритична рідинна екстракція забезпечувала вищі або подібні значення ефективності екстракції порівняно з екстрактами органічних розчинників (метанол, етанол).

Процес отримання екстракту лаванди за допомогою вуглекислого газу призводить до знаходження параметрів високого тиску, температури та часу в екстракторі, і наступному додаванні лаванди для отримання екстракту. Високий тиск вуглекислого газу діє як розчинник, розбиваючи клітинні стінки рослин і вивільнюючи ефірну олію. Після витягування ефірної олії вуглекислий газ виводять і переробляють знову для повторного використання.

Згідно з дослідженнями [1] підвищення тиску до 300 бар під час 15-хвилинної екстракції призвело до зниження виходу екстракції. З іншого боку, на продуктивність екстракції не впливав тиск (200–300 бар) при більш тривалих екстракціях (30 хв) при температурі в діапазоні 40–54 °С. Значні зміни в кількості отриманого виходу кінцевого продукту спостерігалися вище приблизно 54 °С. При тривалості екстракції 45 хв вихід екстракції зростає зі збільшенням як тиску, так і температури. Найнижчий вихід екстракції (4,3 мас.%) спостерігався з квіток *Lavandula angustifolia* за екстрагування при температурі 50 °С, під тиском 300 бар протягом 15 хв. Найвищий вихід екстракції (9,2 мас.%) вимагав підвищення температури до 60 °С, а також зниження тиску до 250 бар і тривчі більшого часу екстракції (45 хв).

Найоптимальніший результат, щодо виходу кінцевого продукту з урахуванням параметрів, особливо спостерігається за температури з відповідним тиском (на найвищому рівні) в експериментах із певним часом екстракції. Іншими словами, найвищий вихід (6,5 мас.%) за умов з найкоротшим часом екстракції (15 хв) був отриманий при температурі 60 °С і тиску 250 бар. Ті самі параметри температури і тиску призвели до найвищого виходу екстракції (9,2 мас.%) протягом 45 хв. У разі 30-хвилинних екстракцій максимальні параметри (60 °С, 300 бар) були найбільш прийнятними для отримання найвищого виходу (9,0 мас.%) у цих експериментах [1].

Висновки. Оптимізація екстракції $scCO_2$ (Supercritical carbon dioxide) квітів лаванди *Lavandula angustifolia*, яку провели науковці [1] показує, що всі три змінні впливають на вихід продукту при екстракції окремо, а також у комбінаціях одна з одною. Вплив температури і тиску на вихід кінцевого продукту екстракції дуже виражений. Отримані результати: температура 54,5 °С; тиск 297,9 бар; час екстрагування 45 хв були встановлені як оптимальні умови для досягнення максимального виходу та максимального вмісту поліфенолів в екстракті $scCO_2$ з квіток *Lavandula angustifolia*.

Отриманий таким способом екстракт має чистий аромат і є унікальним продуктом, який можна використовувати в косметології, медицині та парфумерії. Отримання екстракту лаванди за допомогою $scCO_2$ екстракцією є інноваційним та ефективним методом отримання ефірних олій. Цей метод володіє багатьма перевагами, такими як безпека використання, висока якість отриманого продукту і технологічність процесу та відповідає сучасним стандартам «зеленої хімії».

Література

1. Tyśkiewicz, K., Konkol, M., Rójs, E. Supercritical Carbon Dioxide ($scCO_2$) Extraction of Phenolic Compounds from Lavender (*Lavandula angustifolia*) Flowers: A Box-Behnken Experimental Optimization. *Molecules* **2019**, *24*, 3354. ULR: <https://doi.org/10.3390/molecules24183354> (дата звернення 05.03.2023).

13. Порівняння методів екстракції поліфенолів з пресових залишків журавлини

Марія Кононенко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Плоди журавлини є багатим джерелом фенольних сполук, у тому числі флавоноїдів, фенольних кислот та інших біологічно активних речовин. Основними флавоноїдами, які містяться в ягодах, є антоціани, проантоціанідини, флавоноли та катехіни.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно порівняння методів екстракції поліфенолів із пресових залишків журавлини.

Результати. Було проведено порівняльний аналіз трьох методів екстракції щодо впливу на виходи антоціанів/поліфенолів. Екстракцію за допомогою мікрохвиль і ультразвуку проводили з використанням 0,50 г ліофілізованого гомогенізованого порошку журавлини, а для екстракції Соклета використовували 1,0 г порошку ягід. Усі екстракції проводили 96% етанолом і 0,5% TFA, об./об. Екстракцію за допомогою мікрохвиль та ультразвуку проводили з використанням 50 мл розчинника, а екстракцію за Соклетом, через необхідний більший об'єм екстракції, проводили з використанням 100 мл розчинника. Після екстракції екстракти фільтрували через фільтрувальний папір з розміром пор 20 мкм для видалення часток ягід і нерозчинних речовин і зберігали в темряві при 4 °С. *Екстракція методом Соклета.* Порошок ягід (1,0 г) зважували в целюлозний наперсток і встановлювали для екстракції при 80 °С протягом 12 годин за допомогою холодильника. *Екстракція за допомогою мікрохвильової печі.* Застосовувана програма екстракції складалася з 10-хвилинного часу нагрівання при 600 Вт для досягнення 80 °С, у якому розчин зразка витримували протягом 20 хвилин. *Екстракція за допомогою ультразвуку.* Ультразвук потужністю 100 Вт використовувався для експериментів з оптимізації, а для порівняння впливу потужності ультразвуку на ефективність вилучення використовували ультразвук більшої потужності (360 Вт). Контролювали температуру ультразвукової ванни і не дозволяли перевищувати 30 °С, після чого воду замінювали (кожні 20 хвилин). Результати наведено в таблиці.

Метод	Сухий залишок, г	Заг. к-сть вуглеводів, г	Антоціани, г	Заг к-сть поліфенолів, г
Мікрохвильова екстракція	21,01 ± 0,86	8,80 ± 0,36	0,054 ± 0,001	1,09 ± 0,04
Екстракція методом Соклета	23,88 ± 1,80	8,33 ± 0,34	0,065 ± 0,002	1,21 ± 0,05
Ультразвукова екстракція (100 Вт)	34,05 ± 1,40	11,46 ± 0,47	0,135 ± 0,003	1,59 ± 0,07
Ультразвукова екстракція (360 Вт)	34,53 ± 1,35	12,15 ± 0,50	0,147 ± 0,004	1,68 ± 0,07

Висновки. Результати, отримані під час екстракції за допомогою ультразвуку, показали, що цей метод має найбільший потенціал серед усіх використаних методів.

Література L. Klavins J. Kviesis and M. Klavins. Comparison of methods of extraction of phenolic compounds from American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* L.) press residues. *Agronomy Research* 15(S2). 2017. P. 1316–1329.

14. Визначення вмісту органічних кислот у освітлених соках

Андрій Пушкар¹, Галина Біла²

¹Запорізький національний університет

²Національний університет харчових технологій

Вступ. Соки здавна вважалися корисними для здоров'я та самопочуття людини, оскільки містять багато вітамінів, мінералів та інших корисних речовин. Однак, багато людей звертають увагу на те, що більшість соків, доступних на ринку, проходять пастеризацію, що може знищити багато корисних речовин у соку. Одними із них є органічні кислоти, які мають важливу роль у підтриманні здоров'я та функціонуванні організму. Тому знання про їхній хімічний склад, величину рН може допомогти людям зробити більш обґрунтований вибір при купівлі соків та зберегти корисні речовини для свого здоров'я [1,2].

Метою роботи є визначення вмісту органічних кислот в освітлених соках методом потенціометричного титрування.

Матеріали та методи. У роботі проведено визначення вмісту органічних кислот у освітлених соках методом потенціометричного титрування. Дослідними зразками обрано апельсиновий та яблучний сік наступних виробників: Sandora, Наш сік, Jaffa, Rich. Оскільки до складу соку входить не одна, а дві та більше органічних кислот, то проводили визначення загального їх вмісту, тобто визначали титровану кислотність досліджуваних зразків. Відомо, що найбільш визначуваними кислотами у складі соків є лимонна ($C_6H_8O_6$, $M_r=192,12$ моль/ m^3 , $T_{\text{плавлення}}=153$ °С, розчинність = 181,0 г/100 мл води при 25 °С) і яблучна ($C_4H_6O_5$, $M_r=134,09$ моль/ m^3 , $T_{\text{плавлення}}=132$ °С, розчинність = 62,0 г/100 мл води при 25 °С) кислоти.

Результати. У роботі використано іономір ЕВ-74, рН – метр (рН – 340); електрод порівняння хлоридсрібний; електрод індикаторний скляний ЕСЛ-64; мірні колби місткістю 100 мл; піпетки місткістю 10 мл; склянки місткістю 50 мл, 100 мл; стандартний розчин $H_2C_2O_4$ (0,1 М), 0,1 М розчин NaOH.

Потенціометричне титрування використовують для визначення сильних і слабких кислот та їх солей у тих випадках, наприклад, коли не можна застосувати кольорові індикатори, у тому числі й у освітлених соках. Принцип потенціометричного титрування полягає у вимірюванні різниці потенціалів між робочим електродом і електродом порівняння в електрохімічній комірці, що містить зразок і титрант. При додаванні титранту до зразка змінюється рН розчину, і відповідно змінюється різниця потенціалів між електродами. Кінцева точка титрування досягається, коли рН розчину досягає заданого значення, що відповідає повній нейтралізації кислоти в зразку.

До переваг потенціометричного титрування перед іншими методами визначення вмісту органічних кислот в освітлених соках відносяться його висока точність і прецизійність, а також здатність визначати загальний вміст кислот, а не тільки їх окремих представників. Крім того, потенціометричне титрування є відносно простим і швидким методом, що вимагає мінімальної пробопідготовки і забезпечує високу пропускну здатність. Загалом, потенціометричне титрування є надійним і ефективним методом визначення вмісту органічних кислот в освітлених соках, що робить його цінним інструментом для контролю якості та дослідницьких цілей у соковій промисловості.

Точку еквівалентності при потенціометричному титруванні визначають графічним методом на кривій титрування. Звичайно використовують одну із наступних видів кривих титрування: інтегральну, диференційну або криву Грана. Для розрахунків

титрованої кислотності було використано диференційну криву титрування освітлених соків 0,1 М розчин NaOH. Стандартизацію розчину луку проводили розчином щавелевої кислоти з концентрацією 0,1 моль/л.

Результати одержаних даних наведено у табл.

Фізико-хімічні властивості апельсинового та яблучного соків

Номер зразка	Назва зразка	Наявні органічні кислоти	Коефіцієнт енергетичної цінності	pH	Титрована кислотність, г/л
1.	Сік апельсиновий: – Sandora	Яблучна, лимонна, щавлева	2,4	3,2	1,50-2,11
2.	– Наш сік		2,5	3,5	1,42-1,95
3.	– Jaffa		–	3,3	1,58-2,00
4.	– Rich		–	3,2	1,52-2,10
5.	Сік яблучний: – Sandora	Яблучна, хінна,	2,4	4,1	1,47-
6.	– Наш сік	α-кетоглутарова,	–		
7.	– Jaffa	щавлевооцтова,	–		
8.	– Rich	лимонна, пірвиноградна, фумарова, молочна, бурштинова	2,5		
			–		
			–		
			–		
			–		

Як видно з таблиці, сумарний вміст органічних кислот впливає на величину pH для апельсинового та яблучного соків різних виробників у межах від 3,2 до 3,5 та 4,1-4,6, відповідно. Це може бути пов'язано із тим, що лимонна кислота є продуктом лимоннокислого бродіння цукру і має найбільш м'яку дію в порівнянні з іншими харчовими кислотами. Яблучна кислота має менш кислий смак у порівнянні з лимонною і винною кислотами. Титрована кислотність для апельсинового та яблучного соків становить 1,50-2,00 та 1,10-1,86 г/л, відповідно. Тому при виготовленні безалкогольних напоїв і деяких видів рибних консервів частіше використовують лимонну кислоту, а яблучну кислоту – частіше у кондитерському виробництві та одержанні безалкогольних напоїв.

Висновки. 1. Проведено вимірювання титрованої кислотності у освітлених зразках апельсинового та яблучного соків та визначено їх загальний вміст, що знаходиться у межах від 1,50-2,00 та 1,10-1,86 г/л, відповідно.

2. Визначено величину pH апельсинового та яблучного соків різних виробників, яка знаходиться в межах від 3,2 до 3,5 та 4,1-4,6, відповідно.

3. Показано, що розумне споживання освітлених соків може допомогти вирішити питання про їхню корисність та визначити оптимальний спосіб зберігання для збереження корисних речовин. Результати дослідження також можуть бути корисними для споживачів, які хочуть більше знати про користь соків та їх вплив на здоров'я людини.

Література

1. Fennema's Food Chemistry / Srinivasan Damodaran, Kirk L.Parkin. – CRC Press, 2017. P. 1107.

2. Харчова хімія / В.В.Євлаш, О.І.Торяник, В.О.Коваленко, О.Ф.Аксьонова та ін. – Світ книг, 2019. 504 с.

15. Ідентифікація фазового складу осаджених фосфатів методом рентгенівської дифракції

Скобленко Мирослава, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рентгенографія дозволяє досліджувати фазовий склад матеріалу. Кожна фаза даної речовини дає на рентгенограмі характерне відображення, що дозволяє здійснювати якісний фазовий аналіз. В кількісному фазовому аналізі за відношенням інтенсивностей відображень певної фази і еталона, що знаходиться в суміші, знаходять концентрацію фаз.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано осаджені фосфати. Для ідентифікації фазового складу синтезованих осаджених фосфатів було використано метод рентгенівської дифракції.

Результати: За допомогою методу рентгенівської дифракції був визначений фазовий склад отриманої добавки. Результати рентгенофазового аналізу порошку, висушеного при 70°C показали, що основною фазою отриманого продукту є аморфний дрібнокристалічний катіон дефіцитний гідроксоапатит (JCPDS № 09-432). Подальше нагрівання зразку до 600°C призводило до появи фази – кальцій-магній пірофосфату (JCPDS № 01-081-2257).

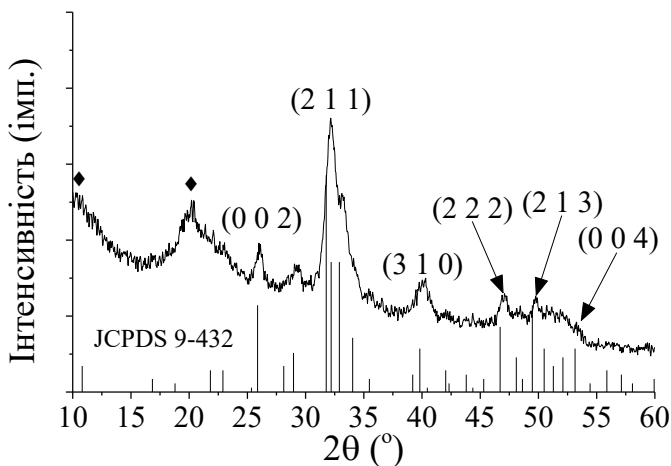


Рисунок Фазовий склад добавки, одержаної висушуванням осадженої шихти при 70°C

Подальше підвищення температури суттєво не впливало на вигляд рентгенограми. Змінювалася лише ширина рефлексів, що вказує на зростання ступеню кристалічності і відповідно розмірів кристалітів пірофосфату кальцію-магнію.

Висновки. За допомогою методу рентгенівської дифракції визначено фазову індивідуальність синтезованого гідроксоапатиту, підтверджено якісний склад добавки на підставі порівняння дифрактограми досліджуваного зразка з наявними в базі дифракційних стандартів.

16. Про деякі зволожуючі ефекти емульсійного крему з олією Ши

Валерія Ганущак, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Емульсійні креми, як основний засіб по догляду за шкірою обличчя, мають велике практичне застосування в українських споживачів. Завдяки високій концентрації жирних кислот і вітамінів олія Ши є ідеальним косметичним інгредієнтом для зволоження та пом'якшення шкіри [1]. Вона також має протизапальні та загоювальні властивості [2].

Мета роботи – введення олії Ши до рецептури емульсійного крему як зволожуючого та пом'якшуючого інгредієнта.

Матеріали та методи. Косметичні креми, що являють собою емульсійний продукт є найбільш поширеною формою серед усіх косметичних та фармацевтичних продуктів. Об'єктом дослідження є емульсійний крем до рецептури якого додано олію Ши, завдяки чому створюється додатковий вплив на шкіру людини: регенерація шкірних покривів, ранозагоювальний ефект, захист від старіння шкіри. Методом термостатування визначено термостабільність створеного крему.

Результати. Для підтвердження деяких зволожуючих та пом'якшуючих властивостей емульсійного крему з олією Ши проведено визначення його сенсорних та органолептичних властивостей згідно держстандарту; визначено рН крему за допомогою рН-метра; визначено термостабільність. Дослідження розробленого емульсійного крему з олією Ши проводилось на трьох зразках, які були виготовлені в лабораторних умовах. Результати досліджень зведено в таблицю.

Таблиця

Основні фізико-хімічні властивості зразків емульсійного крему з олією Ши

Номер зразка	Показники якості емульсійного крему		
	Термостабільність	Органолептичні та сенсорні властивості	рН
1	Стабільний	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджується, добре поглинається	7,5
2	Стабільний	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджується, добре поглинається	7,4
3	Стабільний	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджується, добре поглинається	7,5

Висновки. Показано, що введення до рецептури емульсійного крему олії Ши дає добрий зволожуючий і пом'якшуючий ефект на шкіру, що може бути хорошою перспективою використання олії Ши для емульсійного крему.

Література

1. Watson K. Shea Butter for Your Face. *Healthline*. URL: <https://www.healthline.com/health/shea-butter-for-face> (date of access: 15.02.2023).
2. Abdul-Hammed M., Jaji A. O., Adegboyega S. A. Comparative studies of thermophysical and physicochemical properties of shea butter prepared from cold press and solvent extraction methods. *Journal of King Saud University - Science*. 2020. Vol. 32, no. 4. P. 2343–2348. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.03.012> (date of access: 15.02.2023).

17. Сучасні методи дослідження β -каротину

Тимофій Нікітін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи проаналізувати різні методи визначення природного барвника β -каротину

Матеріали та методи. У роботі проведено аналіз сучасних методів визначення β -каротину. Серед методів для його аналізу є газова хроматографія (ГХ), високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ), капілярний електрофорез та спектрофотометрія [1, 2].

Результати. Високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) є ефективним методом виявлення β -каротину.

Метод ВЕРХ має ряд переваг: швидкість проведення аналізу перевищує більшість інших існуючих методів; висока відтворюваність результатів; можливість розрізнати подібні геометричні форми каротиноїдів. Головними недоліками ВЕРХ є необхідність застосування дорогих стандартних зразків, що збільшує вартість аналізу, та необхідність в попередній підготовці проби до аналізу.

Спектрофотометрія – це точний спосіб аналізу концентрації β -каротину в зразках овочів і фруктів.

Суттєвою перевагою спектрофотометричних методів є простота і експресність. Метод простий у реалізації та не вимагає надто дорогої апаратури. До недоліків спектрофотометричних методів слід віднести невисоку селективність багатьох реакцій, які використовують у фотометрії. Часто потрібно попередньо відокремити компоненти, що заважають визначенню, що збільшує час проведення аналізу та зменшує точність.

Газова хроматографія є швидким і точним методом аналізу β -каротину та продуктів його розщеплення.

Для газової хроматографії можна назвати низку переваг: висока швидкість процесу; можливість аналізу малих проб; можливість виокремлення компонентів не тільки в лабораторії, а й у промислових масштабах. Головними недоліками методу є: неможливість розділення й аналізу сумішей нелетких сполук та ускладнення під час розділення й аналізу термічно нестабільних сполук.

Капілярний електрофорез є ефективним методом для визначення фотосинтетичних пігментів. Деякі методи капілярного електрофорезу також використовуються для аналізу β -каротину.

Безперечними перевагами цього методу є: можливість одночасного визначення декількох сполук, висока ефективність розділення, малий об'єм аналізованої проби, проста та недорога апаратура, експресність і низька собівартість одиничного аналізу. До недоліків методу належать його невисока концентраційна чутливість і вимога до аналізованих сполук розчинятись у воді та в розбавлених водно-органічних сумішах.

Висновок. Проаналізовано переваги та недоліки сучасних методів визначення β -каротину. Показано, що з наведених методів високоефективна рідинна хроматографія є найбільш ефективним та доцільним методом.

Література

1. Naseem Zahra, Comparative Study of Beta Carotene Determination by various Methods: A Review, Bio Bulletin, 2016 2(1): 96-106.
2. Muhamad Taswin, Determine β -carotene in carrot (*Daucus carota* L.) by using HPLC and GC-MS, IOSR Journal Of Pharmacy, 2020, 21-27.

18. Інноваційні технології отримання екстракту календули лікарської *Calendula officinalis*

Юлія Щербаченко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні методи отримання екстрактів з рослинної сировини характеризуються високою ефективністю дії, низькою токсичністю і економічною доцільністю та доступністю для виробників та споживачів. Для впровадження інноваційних технологій виробництва такої продукції важливим є використання сучасних методів обробки матеріалів, раціональних режимів екстракції і залучення енергоефективного обладнання.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження було обрано екстракт календули, отриманий з рослинної сировини календули лікарської (*Calendula officinalis* L.), який широко використовують у фармацевтичній, косметичній та харчовій промисловості. На основі літературних джерел проаналізовано властивості календули лікарської та її екстракту, розглянуто сучасні методи екстракції.

Результати. Календула лікарська (*Calendula officinalis*) є цінним джерелом біологічно активних речовин. Для отримання біологічно активних комплексів використовують як сировину надземну частину рослини в період цвітіння. За хімічним складом календула лікарська (*Calendula officinalis*) містить флавоноїди, каротиноїди, тритерпенові сапоніни, дубильні речовини, органічні смоли, гіркоти, слизи, сліди алкалоїдів та мікроелементи.

Екстрагування рослинної сировини має складний фізико-хімічний характер, пов'язаний з поверхневими явищами через взаємодію молекул екстрагенту — розчинника з молекулами клітинних структур рослинної сировини. Цей процес екстрагування залежить від багатьох чинників, найважливішими з яких є гідродинамічні умови, площа поверхні розділення фаз, різниця концентрацій, метод екстрагування, в'язкість екстрагенту, температура і тривалість. Також, на ефективність екстракції впливають фізико-хімічні властивості самої сировини.

Під час отримання водних екстрактів використовують як традиційні процеси (мацерацію, перколяцію, реперколяцію та ін.), так і більш сучасні (імпульсна, вакуумно-імпульсна і електроімпульсна обробка, мікрохвильова екстракція, екстрагування за допомогою використання ультразвуку або надкритичних флюїдів та ін.). Ефективним методом екстрагування біологічно активних речовин з рослинної сировини може бути *гідродинамічна кавітація*. Застосування цього методу має ряд переваг, порівняно з традиційними методами екстрагування: екологічність, енергоефективність, масштабованість, швидка тривалість процесів і відносно м'які керовані умови експлуатації (відносно низька температура процесів).

Висновки. Отже, спектр властивостей та сфери застосування календули лікарської (*Calendula officinalis*) є вагомими, тому розроблення нових й удосконалення існуючих технологій її переробки для виробництва є актуальним і перспективним завданням. Відповідно до аналізу існуючих експериментальних досліджень було доведено, що кавітаційна обробка є ефективною при отриманні водних екстрактів.

Література

1. Л. Ю. Авдєєва, А. А. Макаренко, Е. К. Жукотський В. Ю. Павлік. Дослідження масообмінних процесів при екстрагуванні квіток календули лікарської. Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» Київ. 2021.

19. Вивчення якісного та кількісного складу катодного матеріалу відпрацьованих сольових батарейок інструментальними методами

Павло Семенов, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій

Вступ. В Україну завозять щорічно приблизно 2,5 тисячі тонн батарейок, але тільки 1 % з них збирається на переробку. У зв'язку з цим великої актуальності набувають роботи з пошуку способів утилізації відпрацьованих джерел струму.

Результати. Першим етапом досліджень було визначення масового складу відпрацьованих гальванічних елементів. Попередньо зважені батарейки розбирали на складові (які також зважували): цинковий корпус (циліндр), графітовий стержень, відпрацьований електроліт, ізолюючий пластик, смолисту заливку, папір.

Вміст відпрацьованих сольових гальванічних елементів живлення

Тип батарейки	Маса відпрацьованої бата-	Ізолюючий пластик		Смолиста заливка		Паперові складові		Відпрацьований електроліт		Металеві складові		Карбон-вмісні складові	
		г	%, мас	г	%, мас	г	%, мас	г	%, мас	г	%, мас	г	%, мас
R20	64,21	0,69	1,07	2,56	3,99	0,86	1,34	29,97	46,67	21,06 (18,76)	32,80 (29,22)	9,07	14,13
R6	16,08	0,34	2,12	-	-	0,47	2,92	7,51	46,70	6,37	39,61	1,39	8,64
R6KG	17,53	0,39	2,22	-	-	0,43	2,45	8,15	46,49	6,08	34,68	2,48	14,15
R03UG	8,70	0,21	2,41	-	-	0,29	3,33	4,79	55,06	2,48	28,50	0,93	10,69

Як видно з таблиці, вміст металевих складових у сольових гальванічних елементах становить більше ніж 1/3 їх маси, а відпрацьованого електроліту – ~1/2.

Обсяг відпрацьованих гальванічних елементів живлення становить 25 млн. штук на рік, а сольових – 6 млн. штук. Тому можна очікувати, що в перспективі залучення відпрацьованих гальванічних елементів живлення сольової та лужної природи до вторинного перероблення кількості вилучених компонентів (у перерахунку на метал) будуть такими (в рік): цинк – Zn 80 т; залізо – Fe 45 т; нікель – Ni 10 т; манган – Mn 92 т. Як у сольових, так і в лужних гальванічних елементах поверхня цинкового електрода покрита солями та оксидами продуктів електролізу і відпрацьованого електроліту, які важко відокремити. Це дає підстави стверджувати, що простим механічним способом відділяти металеві складові, зокрема цинк, неможливо.

Запропоновано такі головні стадії утилізації відпрацьованих гальванічних елементів: сортування на стадії збору, подрібнення, лужне вилуговування цинку, фільтрування, електрохімічне вилучення цинку із цинкатних розчинів вилуговування, магнітна сепарація заліза та нікелю із нерозчинного залишку, випалювання залишку.

Висновки. Проведені дослідження показали, що усереднений вміст основних ресурсних компонентів у відпрацьованих гальванічних елементах такий (% мас): цинк 16 – 20; залізо 8 – 13; нікель 2 – 4; манган 17 – 29.

20. Біологічно активні речовини та антиоксидантна активність арніки гірської *ARNICA MONTANA L.*

Дмитро Лихачов, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Серед лікарських рослин Західної України перспективною для використання є арніка гірська *Arnica montana L. (Asteraceae)* – вічнозелений кореневищний багаторічник з ареалом між 51°30' та 55° пн.ш. та 30° сх.д.

Матеріали і методи. Матеріалом досліджень була лікарська рослинна сировина – суцвіття-кошички арніки гірської. Вміст хлорофілів та каротиноїдів визначали в екстракті без попереднього розділення за оптичною густиною. Кількісне визначення супутніх біологічно активних речовин методами водного титрування з 2,6-дихлорофеноліндофенолом натрію, перманганатометрії, спектрофотометрії. Загальну антиоксидантну активність за допомогою реактиву DPPH.

Результати. Вміст основних біологічно активних речовин у арніці може змінюватись залежно від географії місцезростання. Результати досліджень свідчать про наявність у кошичках арніки гірської каротиноїдів, хлорофілів, флавоноїдів, дубильних речовин, вітамінів С та Е. Вміст суми каротиноїдів становить 93,7±2,1 мг/г сухої маси. Оскільки у якості лікарської рослинної сировини (ЛРС) арніки використовують кошички з квітколожем і обгорткою, клітини якої фотосинтезують, у ній виявлено хлорофілу а – 27,4±2,5 мг/г сухої маси, хлорофілу b – 17,8±2,6 мг/г сухої маси. У табл. наведено вміст АскК, дубильних речовин, вітаміну Е та флавоноїдів у кошичках арніки гірської.

Таблиця

Вміст фізіологічно активних речовин у кошичка Арніки гірської

Речовина	Аскорбінова кислота, мг·г ⁻¹	Дубильні речовини, %	Вітамін Е, мг·г ⁻¹	Флавоноїди, % в перерахунку на кверцетин
Вміст	0,530±0,004	4,4±0,73	0,149±0,006	3,08±0,20

При вивченні АОА протягом трьох років, виявлено, що вона суттєво зменшується при збільшенні тривалості зберігання сировини. АОА екстракту з кошиків першого року зберігання є вищою, ніж другого. АОА сировини, яка зберігалася впродовж трьох років, виміряти було практично неможливо – закономірності реакції не спостерігалось. Отже, показник АОА може слугувати додатковим показником придатності ЛРС.

Крім того, показник АОА підтверджує цінність арніки гірської та показує, що вона має антиоксидантні властивості: АОА екстракту концентрацією 10 у мг/мл становила 44%. При зменшенні концентрації екстракту до мг/мл, АОА його відповідно знижувалась до 42,5%.

Висновки. У кошичках *A. montana L.* виявлені різні групи антиоксидантів: каротиноїди, хлорофіли, дубильні речовини, флавоноїди, вітаміни С та Е. Зважаючи на високу загальну АОА ЛРС арніки гірської, наявність в її складі ряду важливих антиоксидантів синергічної дії на організм людини, вважаємо за доцільне продовжити вивчення екстрактів арнікою гірською.

21. Властивості та використання АНА-кислот в косметичних засобах

Юлія Поліщук, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Альфа-гідроксикислоти (Alpha-hydroxy acids, АНА) - це група кислот рослинного і тваринного походження, що використовуються в різних засобах по догляду за шкірою: гелі для вмивання, сироватки, тоніки, маски, креми, а також концентрати для хімічного пілінгу.

Результати. АНА-кислоти широко відомі і є найбільш рекомендованими відлущувальними та ревіталізуючими інгредієнтами в сучасному догляді за шкірою. Сімейство АНА складається з: лимонна кислота (з citrusових); гліколева кислота (з цукрової тростини); гідроксикапронова кислота (з маточного молочка); гідроксикаприлова кислота (від тварин); молочна кислота (з лактози або інших вуглеводів); яблучна кислота (з фруктів); винна кислота (з винограду). Досліджень щодо застосування та ефективності АНА-кислот досить багато. Встановлено, що найбільш корисними є гліколева і молочна кислоти. А також ці кислоти менше за інші можуть викликати подразнення шкіри. Тому більшість засобів домашнього догляду з АНА-кислотами в основному містять гліколевую або молочну кислоту.

Гліколева кислота – найефективніша АНА-кислота. Велику популярність гліколева кислота отримала після підтвердження її здатності активізувати синтез колагену і глікозаміногліканів в шкірі. Додатковою перевагою гліколевої кислоти є недороге виробництво з тростинного цукру і винограду. У салонах пілінгу з високим вмістом гліколевої кислоти допомагають в лікуванні досить важких форм акне. Крім цього, гліколева кислота чудово зволожує шкіру, робить її пружною, зменшує глибину зморшок.

Молочна кислота - друга за популярністю АНА-кислота, яку отримують з молочної сироватки, виробляється у двох формах: 40% розчин і концентрат, який містить не менше 70% кислоти. Одержують молочнокислим бродінням цукрів. Її солі і ефіри називають лактатами. Вона дуже ефективно відлущує шкіру і усуває ознаки її вікових змін. Молочна кислота чудово зволожує шкіру, сприяє відновленню клітин, підсилює синтез колагену і глікозоаміногліканов, зміцнює ліпідний бар'єр шкіри, в результаті чого поліпшується колір шкіри обличчя, підвищується її зволоженість, еластичність і пружність, зменшується глибина зморшок. До того ж, молочна кислота сприяє зменшенню щільності комедонів і розміру пор, тому вона часто входить до складу косметичних засобів для догляду за жирною і проблемною шкірою.

АНА-кислоти в основному використовуються для делікатного відлущування від ороговілих клітин шкіри, але вони також сприяють: активізації процесу регенерації клітин; виробленню колагену та кровотоку; насичують шкіру необхідною вологою; відновлюють функціонування сальних залоз; борються зі знебарвлення, рубцями та пігментними плямами; покращують зовнішній вигляд шкіри та сприяють зменшенню зморшок; запобігають появі вугрів; знімають запалення; допомагають освітлити колір обличчя; зменшують видимі ознаки старіння шкіри. Максимальна концентрація АНА-кислот, яку можна безпечно використовувати у домашньому догляді – до 10%.

Висновки. Вплив АНА-кислот на шкіру є свого роду стресом, у відповідь на який відбувається активація захисних систем шкіри, що призводить до мобілізації внутрішніх ресурсів, зростання репаративної активності клітин шкіри.

Література

1. Гліколева кислота: видимий ефект для проблемної шкіри. URL: <https://perolite.com.ua/hlikoleva-kyslota-vydymyi-efekt-dlia-problemnoi-shkiry/>

2. Державна Фармакопея України/ Державне підприємство «Науковоекспертний фармакопейний центр». 2-е вид. Харків: РІРЕГ, 2015. 556 с.

22. Фріц Габер – вчений, який приніс смерть мільйонам і врятував життя мільярдам людей

Ільченко Дарина, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фріц Габер - вчений, який зробив вагомий внесок у розвиток хімії та хімічної технології. Лауреат Нобелівської премії з хімії 1918 року. Його винаходи дали можливість значно підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва за рахунок використання азотних добрив. Однак, він також був пов'язаний і з розробкою хімічної зброї, яка принесла смерть мільйонам людей.

Матеріали та методи. Для дослідження цієї проблеми був проведений аналіз літературних джерел.

Результати Фріц Габер відомий своїми дослідженнями у галузі хімії та технології, він разом з Карлом Бошем розробив промисловий метод синтезу аміаку з азоту та водню під тиском на залізовмісному каталізаторі. Аміак, обсяг виробництва якого нині сягає мільйони тон на рік, став основним компонентом для промислового виробництва азотних добрив (аміачної селітри, карбаміду, сульфату амонію, амофосу, аміачної води, тощо), що в свою чергу значно підвищило продуктивність сільськогосподарського виробництва у світі.

У 1915 році Габер був запрошений до Берліну, де отримав завдання створити ефективну хімічну газову зброю. Разом зі своїми колегами він запропонував використання хлору та фосгену, а також газу - хлорпікрину. Хлорпикрин використовувався в багатьох сугічках під час Першої світової війни, зокрема в битвах під Іпром та захоплення Перемишля. Внаслідок використання хімічної зброї було вбито мільйони людей та створено серйозні наслідки для здоров'я людей і навколишнього середовища.

Разом з тим, винаходи Габера у галузі хімії та технології забезпечили можливість підвищення продуктивності сільського господарства, завдяки промислому виробництву азотних добрив. Це сприяло світовій продовольчій революції. Сучасне сільське господарство використовує велику кількість азотних добрив, які є важливим елементом виробництва продуктів харчування та сталого розвитку.

Висновки . Отже, Фріц Габер - вчений, що змінив світ. Його вклад в світову науку важко переоцінити, адже підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва, за рахунок використання азотвмісних добрив, забезпечує продовольчу безпеку мільярдів людей на планеті. Але його робота над розробкою хімічної зброї стала причиною страждань та смерті мільйонів людей. Історія Фріца Габера нагадує про необхідність ретельного вивчення наслідків використання нових технологій та речовин на довгострокову перспективу. Сучасні наукові дослідження мають забезпечувати безпечно та стійке використання нових технологій та речовин для підтримки продуктивності сільського господарства та забезпечення продовольства для нашої планети.

Література

1 Lerner, K. L. (2003). Fritz Haber: Chemist, Nobel Laureate, German, Jew. Chemical Heritage Press.

2.Smil, V. (2001). Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production. MIT Press.

3.Taubert, F., Haase, T., Müller, J., & Hartung, E. (2017). Ammonia synthesis at atmospheric pressure. Catalysts, 7(1), 8.

23. Переваги та недоліки фізичних і хімічних УФ-фільтрів

Михайленко Дарина, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна.

Вступ. Незважаючи на збільшення використання сонцезахисних засобів для догляду, захворюваність на рак шкіри останніми роками зростає в чотири рази без жодних ознак на зменшення. Шкідливий вплив сонячних променів викликає запитання: чи забезпечують сонцезахисні засоби достатній захист? Пошуки найкращого УФ-фільтра досі тривають.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз переваг та недоліків фізичних та хімічних УФ-фільтрів в косметичних засобах.

Результати. Серед ультрафіолетових фільтрів виділяють поглиначі ультрафіолетового випромінювання та неорганічні речовини, що відбивають сонячні промені. Схвалено лише дві неорганічні речовини: оксид цинку та діоксид титану. Обидва інгредієнти мають широкий спектр дії, оскільки вони поглинають, розсіюють і відображають UVB і UVA промені залежно від розміру частинок. Решта молекул, що поглинають ультрафіолет, класифікуються як фільтри UVB або UVA або обидва.

Існує близько 55 ультрафіолетових фільтрів, які схвалені для використання в сонцезахисних продуктах у всьому світі, але лише 10 з них схвалені для міжнародного споживання.

Фізичні УФ-фільтри, так звані мінеральні, створюють на поверхні шкіри бар'єр, що відбиває та розсіює ультрафіолетові промені. У складі фізичних фільтрів містяться мікрочастинки, такі як: діоксид титану та оксид цинку, які не проникають у шкіру. Фізичні УФ-фільтри мають високу ефективність захисту і не викликають алергічних реакцій, але можуть залишати білий відтінок на шкірі, також їх треба поновлювати на шкірі хоч раз у 4-5 годин, що є незручним для людей, які використовують у макіяжі тональну основу. Одна з головних переваг фізичних УФ-фільтрів полягає в тому, що вони забезпечують широкий спектр захисту від ультрафіолетових променів, включаючи як UVA-промені, так і УФБ-промені. Крім того, фізичні фільтри не розкладаються під впливом ультрафіолету та мають тривалий термін придатності.

Хімічні УФ-фільтри, проникають у шкіру та поглинають ультрафіолетові промені, перетворюючи їх на теплову енергію. У їх складі хімічні сполуки, такі як октокрилен та оксibenзон, які проникають у шкіру. Проте найголовнішим недоліком хімічних фільтрів є те, що вони можуть викликати алергічні реакції у деяких людей. Хімічні УФ-фільтри не залишають білого відтінку на шкірі, їх не треба поновлювати, проте ефективність хімічних фільтрів за деякими дослідженнями може бути нижчою, порівняно з фізичними УФ-фільтрами та багато з них не можуть забезпечити достатнього захисту від УФБ-променів.

Висновки. Сонцезахисний крем може захиститися від раку шкіри та призупинити швидку появу зморшок. SPF-крем потрібно наносити у пори року, коли сонце активне, проте, якщо людина використовує у догляді за шкірою кислоти чи ретинол, шкіру потрібно захищати від сонця навіть взимку, так як можна отримати пігментацію.

Література

1. Darvin M et al (2010) Radical production by Infrared A irradiation in human tissue. *Skin // Pharmacol Physiol* 23:40–46
2. Cho S et al (2009) Effects of Infrared radiation and heat on human skin aging in vivo. *// J Invest Dermatol Symp Proc* 14:15–19
3. Schiek S, Schroeder P, Krutmann J (2003) Cutaneous effects of Infrared radiation. *// Photodermol Photoimmunol Photomed* 19:228–234

24. Технологічні аспекти промислової обробки бобових

Діана Ростовецька, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Квасоля вже протягом декількох років демонструє стабільно високу ціну, яка коливається мінімально. Тому її сміливо можна називати нішевою і високомаржинальною культурою, популярною через насичення білком, з високою харчовою цінністю. Проте в останні роки споживання квасолі зменшилося через час, необхідний для її приготування в домашніх умовах. Таким чином, корисний продукт замінюється в раціоні людей іншими продуктами. Альтернативою, яка задовольняла б запити сучасних споживачів, є промислова обробка бобових за бразильською технологією.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури з переробки консервованої квасолі. Досліджено цінний досвід концепції та особливості промислової переробки та стандарти якості продукту.

Результати та обговорення. Після видалення пошкоджених зерен та інших сторонніх матеріалів на стадії гідратації наступним етапом промислової обробки є бланшування. Цей процес складається з термічної обробки, яка передбачає застосування високих температур із короткочасним впливом на зерна. Більшість джерел стверджують, що бланшування бобових та овочів є методом попередньої обробки, метою якого є дезактивація ферментів і видалення газів з поверхні та міжклітинних просторів, таким чином запобігаючи окисленню та знебарвленню продукту на полиці. Важливо, що цей процес також має додаткову перевагу, оскільки зменшує кількість патогенних і шкідливих мікроорганізмів у їжі. Крім того, на цьому етапі також відбувається попереднє нагрівання продукту перед тим, як його занурять у соус або розсол, який є вмістом упаковки при високій температурі. Проблема полягає в тому, що серед інших етапів обробки консервованих бобів, бланшування створює значну кількість агропромислових відходів, які перетворюються на стічні води, багаті органічними речовинами, які необхідно належним чином очистити перед утилізацією у водоймах, що в свою чергу, створює додаткове навантаження на виробничий цикл та здорожчує кінцевий продукт споживання.

Визначено, що у промисловості різних країн світу існує багато комерційних процесів бланшування, і вони залежать від виду зерна та використовуваної техніки вирощування. Типовий процес бланшування квасолі відбувається шляхом занурення зерна у воду з температурою від 82°C до 93°C, далі зерна витримують при цій температурі від трьох до восьми хвилин. Тим не менш, є деякі відмінності в процесі. Іноді використовують бланшування у співвідношенні вода/продукт 1/5, температурі від 96°C до 98°C протягом трьох хвилин, після чого охолоджували в холодній воді протягом 30 хвилин. В іншому випадку використовували воду при 87°C-88°C протягом 30 хвилин для бланшування без стадії охолодження, що сприяло гарній гідратації та мінімальному пошкодженню зерен. У бразильській переробній промисловості на стадії бланшування використовується вода в діапазоні температур від 70 °C до 90 °C протягом 2 хвилин, а охолодження, як правило, не здійснюється.

Після термічної обробки пакети охолоджуються водою з температурою 30°C-40°C, що запобігає псуванню через потрапляння в продукт термофільних бактерій. Крім того, використання охолодження запобігає деформації та натягу з'єднаних частин упаковки. Ідентифікація партії із зазначенням дати обробки та придатності завершується після охолодження упаковки. На деяких промислових підприємствах

ідентифікаційне маркування робиться перед приготуванням. У цих випадках дані друкуються чорним чорнилом, яке під час варіння та стерилізації змінюється, стаючи синюватим. Ця зміна кольору вказує на те, що процес стерилізації завершено правильно. На черзі – зберігання продукції при кімнатній температурі та подальша торгівля. Визначено, що аналіз якості та мікробіологічний аналіз можна проводити через два тижні після початку зберігання.

Обговорення в цьому дослідженні особливості промислової обробки квасолі відбувалось шляхом опису деталей процесу та характеристик якості кінцевого продукту. Переробка підвищує цінність бобів і сприяє більшому включенню зерна в раціон споживачів, які шукають якісні продукти, які легко готувати. Отже, це призведе до збільшення виробництва як у високотехнологічних системах, так і в невеликих фермерських господарствах, які можуть взяти на себе головне навантаження у плані виробництва квасолі.

Висновки. Більшість досліджень зосереджено на технологічній якості обробки сухих бобових зерен. Очікується, що проведене дослідження з урахуванням бразильського досвіду сприятиме розвитку вітчизняного виробничого ланцюжка переробки квасолі та, як наслідок, збільшаться споживання консервованої квасолі та попит на промислову переробку квасолі як на внутрішньому ринку, так і на майбутній експорт продукції в Україні.

Література

1. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. Електронна версія. URL: <https://propozitsiya.com/ua/perspektyvy-vyroshchuvannya-kvasoli-v-ukrayini>
2. RONDINI, E.A. et al. Nutrition and human health benefits of dry beans and pulses. In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. Dry beans and pulses: production, processing and nutrition. Ames: John Wiley & Sons, 2013. p.359-377.
3. WHITE, B.; HOWARD, L.R. Canned whole dry beans and bean products. In: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M.A. Dry beans and pulses: production, processing and nutrition. Ames: John Wiley & Sons, 2013. p.155-183.

25. Про деякі перспективи використання фізико-хімічних методів аналізу гвоздики

Вікторія Лихачова, Галина Біла

Національний університет харчових технологій

Вступ. Гвоздика вважається однією з найвідоміших прянощів, яка упродовж кількох століть використовується як у кулінарії, так і при лікуванні різних хвороб. До українських споживачів вона надходить із Мадагаскару.

Метою роботи є вивчення фізико-хімічних та органолептичних властивостей гвоздики.

Матеріали і методи. Повітряно-сухі суцвіття, що не розкрилися, зібрані вручну з дерев старше 6 років. Органолептичні та фізико-хімічні методи аналізу пряно-ароматичної сировини згідно вимог «Гвоздика. Технічні умови».

Результати. Для виробництва гвоздики використовують висушені квіткові бруньки тропічної рослини *Caryophyllis aromatica L. m.* В залежності від призначення гвоздику виготовляють цілою або меленою. Споживачі використовують тільки стандартну сертифіковану сировину, що відповідає вимогам нормативних документів за всіма показниками фармакогностичного аналізу.

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості гвоздики

Показник	Норма для гвоздики	
	цілої	меленої
Органолептичні показники		
Зовнішній вигляд	Квіткові бруньки з мілко поморщеною поверхнею	Порошкоподібний
Колір	Коричневий різних відтінків	
Аромат і смак	Аромат властивий гвоздиці. Смак сильно пряний, пекучий. Не допускаються сторонні присмаки та запахи	
Масова частка вологи, % не більше	12,0	12,0
Масова частка ефірних олій, % не менше	14,0	14,0
Масова частка вуглецю, % не більше	6,0	6,0
Масова частка домішок рослинного походження (гілочки гвоздичного дерева), % не більше	1,5	–
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається	
Гнилі і уражені пліснявою бруньки	Не допускається	-

Доброякісність сировини характеризується належним зовнішнім виглядом, відсутністю амбарних шкідників, нормальною вологістю і зольністю, допустимими нормами подрібненості та домішок.

Висновки. Для застосування якісної пряно-ароматичної сировини гвоздики у кулінарії та медицині доцільно використовувати фізико-хімічні методи для її аналізу.

Література. Spices. Clove. Specifications. URL: <https://setki.com.ua/gostshow/10226/> (дата звернення 15.03.2023)

26. Інноваційна форма випуску гелю для душу

Білик Єлизавета, Наталія Сабадаш

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі безперервного технологічного розвитку та зміни споживчих уподобань компанії, які виробляють косметику, повинні постійно вдосконалювати свою продукцію. Гель для душу — один із найпопулярніших засобів особистої гігієни, яким щодня користуються мільйони людей у всьому світі. Однією з інновацій є гель для душу в формі желе. У роботі розглянуто його складові, переваги та недоліки, основні технологічні особливості виробництва.

Матеріали і методи. Гель для душу в формі желе складається з води, піно-мийного агенту, гліцерину, желюючих агентів, забарвлюючих та ароматизуючих добавок. Желюючі агенти можуть бути отримані з таких джерел, як рослини, водорості, мікроорганізми тощо. Для виготовлення гелю для душу в формі желе використовують стандартні процеси, такі як змішування та нагрівання компонентів, розлив у тару та охолодження.

Результати. Гель для душу в формі желе є інноваційним продуктом, який відрізняється від традиційних форм гелів. Одна з головних переваг цієї форми випуску полягає в тому, що вона має приємну текстуру та забезпечує більш довготривале використання. Крім того, гель для душу в формі желе не стікає та не залишається на стінках упаковки, що зменшує його витрати. Також перевагою є можливість створення різних кольорів та ароматів, що робить цей продукт більш привабливим для споживачів.

Однак, необхідно врахувати, що форма випуску гелю для душу в формі желе має свої переваги та недоліки.

Перевагами можуть бути:

1. Унікальна форма продукту, яка привертає увагу споживачів та може стати конкурентною перевагою на ринку.
2. Зручність у використанні, оскільки гель легко розподіляється по тілу та не стікає з рук або спонжа.
3. Наявність зволожуючих та живильних компонентів у складі, які можуть позитивно впливати на стан шкіри.

Недоліками може бути додаткові вимоги до зберігання, оскільки гель має схильність до втрати форми при підвищених температурах, що може знизити його якість. Гель для душу в формі желе матиме успіх серед споживачів, оскільки його нестандартна подача виглядає привабливо та може бути цікавою альтернативою для тих, хто втомився від традиційних гелів для душу.

Висновки. Гель для душу в формі желе – інноваційний продукт, що має більше переваг, ніж традиційні форми гелів. Для того, щоб виробники могли ефективно використовувати цю форму продукту, необхідно ретельно вивчити ринковий попит, розробити ефективні маркетингові стратегії та забезпечити належну якість продукції. Зважаючи на все це, желеподібний гель для душу може знайти своїх шанувальників серед споживачів і стати успішним продуктом на косметичному ринку.

Література

1. US Patent No. 10,278,326 B2 - "Gel-type body wash composition"
2. CN Patent No. 111035582 - Jelly shower gel and preparation method thereof [Електронний ресурс] / Y. HENGFENG, W. YIMIN, Y. GUOQIANG. – 2020.

27. Аналіз сучасних методів інкапсуляції активів у космецевтиці

Анна Рибчич, Тетяна Бойчук

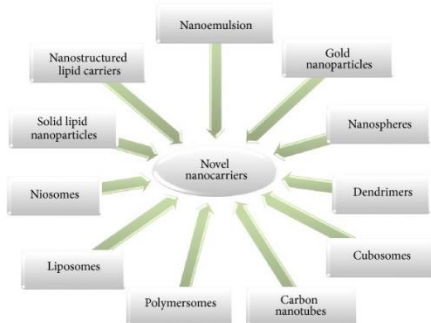
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Антиоксиданти, вітаміни, ненасичені жирні кислоти, пептиди є цінними та ефективними засобами для вирішення основних косметологічних проблем: старіння, втрата тургору, зневоднення, витончення, сухість і тьмяність шкіри. Однак ці активні речовини вкрай нестабільні, легко руйнуються під дією УФ-випромінювання або кисню, чутливі до рН та температури, несумісні з іншими речовинами. Інкапсульовані в полімерну оболонку, ці компоненти досягають клітин-цільей і виконують своє завдання там, де це найбільш доцільно і ефективно.

Матеріали і методи. Аналіз літературних джерел щодо існуючих методів інкапсуляції активів у космецевтиці, застосування нанотехнологій і наноматеріалів.

Результати. Завданням космецевтики є не маскувальна, а лікувальна дія на шкіру. Для отримання результативного засобу, активи, що подані у рецептурі, повинні надходити до дерми та гіподерми, подолав бар'єрні шари шкіри. Методи інкапсуляції активів за допомогою ліпосом, циклодекстринів, мікро- та наночастинок допомагають отримати активи, що інкапсульовані в полімерні оболонки та мають великі проникні властивості без пошкоджень шкіри. Метою використання їх може бути: підвищення гідрофільного балансу, покращення рівномірного тону шкіри, позбавлення тьмяності шкіри, усунення акне та уповільнення старіння чи усунення зморшок. Одними з головних вимог до полімерної оболонки є біосумісність, нетоксичність, неімуногенність та здатність до контрольованого вивільнення активів.

Як носії активів в косметології зазвичай використовують такі біополімери: хітозан, гіалуронова кислота, колаген або декстран, що володіють здатністю до агрегації. Протягом останніх десятиліть *нанотехнології та наноматеріали* набули широкого застосування, в тому числі і у сфері дерматології, космецевтиці та біомедичних технологіях. Так, в огляді [1] систематизовано та проаналізовано інформацію щодо переваг і недоліків таких матеріалів, поширеність їх у світі.



Нові наносистеми для доставки активів

Ці новітні системи доставки мають великий потенціал у досягненні різних аспектів, таких як контрольована та цілеспрямована доставка активів, краща стабільність, біосумісність, пролонгована дія, здатність вибірково регулювати активність цільових агентів. Також автори зауважують, що нині існують величезні суперечки щодо токсичності та безпеки наноматеріалів, тому виробничники зобов'язані ретельно досліджувати профіль токсикологічної безпечності наноматеріалів. Разом з тим, конче необхідно запровадити суворі закони щодо регулювання та безпеки космецевтики та наночастинок, які в них використовуються.

Література

1. Role of Nanotechnology in Cosmeceuticals: A Review of Recent Advances. Sh. Kaul, N. Gulati, D. Verma, S. Mukherjee, U. Nagaich // J. Pharm. V. 2018. doi: 10.1155/2018/3420204

28. Перспективи розроблення технології виробництва молока згущеного з екстрактом лаванди

Анастасія Куць, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зацікавленість людей у здоровому та збалансованому харчуванні повинна спонукати молочноконсервні підприємства до виробничої діяльності у напрямку корегування хімічного складу продуктів з метою покращення їх якості відповідно до концепцій харчування. Аналіз розвитку молочноконсервної галузі вказує на те, що вона потребує нових наукових розробок, які б задовольняли попит сучасних споживачів.

Матеріали та методи. Проведено огляд науково-технічної літератури та розглянуто перспективи використання екстракту рослинної сировини, опираючись на її складників в технології виробництва згущеного молока.

Результати та обговорення. Молоко і молочні продукти відзначаються високою засвоюваністю і калорійністю. Вони містять усі необхідні для життя людини, росту і розвитку її організму поживні речовини (білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни) і належать до найбільш повноцінних продуктів харчування.

Консервування молока спрямоване на повне знищення у ньому мікроорганізмів, щоб продукт можна було зберігати тривалий час за умов, що в нього більше не потраплятимуть мікроорганізми. У молочній промисловості для цього здійснюють його теплову обробку – стерилізацію під впливом високих температур (110–120 °С) протягом 10 – 20 хв[1]. Для підвищення харчової та біологічної цінності продукту в технології згущеного молока пропонуємо вносити екстракт лаванди.

Особливостями розробленої технології згущеного молока з екстрактом лаванди є: внесення в охолоджену підзгущену молочно-цукрову основу екстракту з асептичного модуля (масова частка сухих речовин підзгущеної МЦО – 74...75 %, охолодженої МЦО – 77...78 %) за уточненої температури посиленої кристалізації лактози (38...40 °С).

Екстракт лаванди застосовують як інноваційний компонент та як харчову добавку з властивостями консерванту, оскільки: основною групою БАР лаванди є ліналілацетат, ліналоол і герніарин. Відомо, що ліналілацетат виявляє заспокійливу дію та стимулює синтез гормону серотоніну та має протигрибкову активність щодо *Microsporium gypseum*, *Candida albicans*. Ліналоол виявляє бактерицидну, антисептичну та протизапальну дії. Герніарин пригнічує ріст *Curvalaria lunata* і *Aspergillus niger*.

Висновки. Отже, висока біологічна цінність екстракту дозволяє використовувати його як інновацію для розробки технології. До недоліків даної технології відносимо швидке зцукрування продукту, але це питання потрібно досліджувати в наступних дослідженнях.

Література

1. Машків М.І., Париш Н.М. Технологія молока та молочних продуктів: навч. посіб. Київ: Вища освіта, 2006. 356 с.

29. Використання гідроксикислот в догляді за обличчям

Дарина Михайленко, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

Вступ. Кислоти в догляді за обличчям є одним із найбільш ефективних та популярних інгредієнтів у косметичних продуктах. Вони можуть допомогти покращити текстуру шкіри, зменшити пори, зменшити появу зморшок, позбутися пігментації та прищів, а також зволожити шкіру.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз використання гідроксикислот в догляді за обличчям

Результати. Існує кілька типів кислот, які широко використовуються у косметичних продуктах для догляду за обличчям. Вони можуть бути класифіковані як альфа-, бета-і полігідроксикислоти.

До альфа-гідроксикислот (АНА) відносяться гліколева, молочна та яблучна кислоти. Вони допомагають відлущувати відмерлі клітини шкіри та стимулювати оновлення клітин. Це допомагає покращити текстуру шкіри, зменшити висипання та зменшити появу зморшок. Гліколева кислота вважається однією з найагресивніших кислот, тому у високій концентрації не підійде для власників жирної та чутливої шкіри, а також для шкіри з активними висипами (запалення). Найкраще гліколеву кислоту використовувати для боротьби з пост-акне та зморшками. Молочна кислота є заміником гліколевої, вона більш м'яко відлущує, через що цією кислотою можуть користуватися власники навіть чутливої та проблемної шкіри. Яблучна кислота також являється делікатною, підходить власникам чутливої та проблемної шкіри, використовують її для боротьби з нетяжкими формами акне, куперозом, обвисанням шкіри та гіперпігментацією.

До бета-гідроксикислот (ВНА) відноситься тільки саліцилова кислота. Вона ліпофільніша, ніж АНА, це дозволяє їй проникати глибше в пори і позбавлятися від надлишкового жиру і відмерлих клітин шкіри. Саліцилова кислота ефективно бореться з чорними цятками, сальними нитками, акне та пост-акне.

Полігідроксикислоти (РНА) є більш м'яким альтернативним варіантом АНА та ВНА. До полігідроксикислот відносять лактобіонову та глюконову кислоти. Вони допомагають відлущувати відмерлі клітини шкіри, але при цьому менш дратівливі, ніж інші типи кислот. Цей вид кислот мають більший молекулярний розмір, що дозволяє їм м'яко і поступово відлущувати відмерлі клітини шкіри без подразнень. Полігідроксикислоти також гарно зволожують шкіру, знижують появу зморшок та пігментації. На відміну від альфа- та бета-гідроксикислот, полігідроксикислоти не проникають глибоко в шкіру, а діють лише на поверхні. Це робить їх безпечнішими для використання на чутливій шкірі, а також дозволяє використовувати їх протягом тривалого часу без ризику пересушування або подразнення шкіри.

Висновки. При використанні кислот у догляді за обличчям важливо дотримуватись інструкцій на упаковці та не перевищувати рекомендовану частоту використання (рекомендовано два рази на тиждень та обов'язково використовувати у вечірньому догляді, ні в якому разі зранку!). Якщо кислоти використовувати занадто часто або у великих дозах, то вони можуть спричинити подразнення або пересушування шкіри. Також при використанні кислот важливо використовувати сонцезахисний засіб, оскільки вони можуть збільшувати чутливість шкіри до сонця, через що на шкірі можуть з'явитись пігментні плями.

Література

1. Yu RJ, Van Scott EJ. α -hydroxyacids, polyhydroxy acids, aldobionic acids and their topical actions. // In: Baran R, Maibach HI, editors. Textbook of cosmetic dermatology. 3rd ed. New York: Taylor & Francis; 2005. p. 77-93.
2. Bernstein EF, Green BA, Edison B, et al. Poly hydroxy acids (PHAs): clinical uses for the next generation of hydroxy acids. // Skin Aging 2001; 9(suppl):4-11.
3. Berardesca E, Distanto F, Vignoli GP, et al. Alpha hydroxyacids modulate stratum corneum barrier function. // Br J Dermatol 1997;137: 934-8.

30. Третиноїн у боротьбі зі старінням шкіри

Гриб Віталія, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.

Вступ. Ретиноїди є важливими мікроелементами, які організм людини не здатен виробляти самостійно. Мають нормалізуючу дію на процеси росту, в т.ч. на ріст та формування скелету, забезпечує оптимальний стан епітеліальних клітин.

Матеріали і методи. Використовуючи літературні джерела інформації, визначено вплив природних та синтетичних ретиноїдів у боротьбі з фотостарінням та рубцями від акне.

Результати. Третиноїн (повністю транс -ретиноева кислота) є ретиноїдом, який досліджується більше, ніж будь-який інший ретиноїд, залучений до лікування внутрішнього або фотостаріння. Після спостережень провели відкрите дослідження з контрольованим носієм для оцінки клінічної ефективності 0,05% третиноїну. Дослідження передбачало нанесення 0,05% третиноїну на фотостарілу шкіру обличчя та передпліччя протягом 3–12 місяців. Цікаво, що третиноїн призвів до клінічного поліпшення фотостарої шкіри. Крім того, гістологічне дослідження показало відкладення ретикулінових волокон і утворення нового дермального колагену (тип I і III), що супроводжується ангиогенезом у папілярній дермі. Обнадійливі результати, отримані в результаті цього дослідження, спонукали дослідників до проведення величезної кількості клінічних випробувань, щоб підтвердити клінічну ефективність третиноїну в лікуванні фотостаріння.

Дослідження за участю лікування третиноїном протягом більше 6 місяців. Здатність тривалого (понад 6 місяців) лікування третиноїном підтримувати покращення фотостаріння вперше оцінили у 22-місячному дослідженні, проведеному за участю 16 пацієнтів із фотостарінням шкіри. Усі суб'єкти застосовували 0,1% третиноїн протягом перших 4 місяців. Після цього 3 пацієнти продовжували цю схему, 8 були переведені на терапію через день протягом останніх 12 місяців, а решта використовували 0,05% третиноїну протягом 5 місяців, а потім зменшили до застосування через день до кінця терапії. Було помічено, що зменшення зморшок тривало до 10-го місяця і зберігалось після цього. Під час лікування роговий шар і товщина епідермісу нормалізувалися. В іншому вивчали ефект пом'якшувального крему з третиноїном 0,05%, який наносили щодня протягом 12 місяців. Лікування третиноїном продемонструвало значне покращення клінічних ознак фотостаріння. Однак основний ступінь змін відбувся через 6 місяців, а пізніше вони мали тенденцію залишатися стабільними, як спостерігалось в попередньому дослідженні. Продовження дослідження ще на 6 місяців із застосуванням щотижня або тричі на тиждень показало подальше покращення загальних ознак фотостаріння.

Висновки. Розглянуті дослідження показують, що серед ретиноїдів третиноїн, є найпотужнішим у боротьбі з фотостарінням та невеликими зморшками. Існують випадки подразнення шкіри при застосуванні третиноїну.

Література

1. Mukherjee, Siddharth et al. "Retinoids in the treatment of skin aging: an overview of clinical efficacy and safety." // Clinical interventions in aging vol. 1,4 (2006): 327-48. doi:10.2147/ciaa.2006.1.4.327

31. МКЦ – харчова добавка широкого спектру застосування

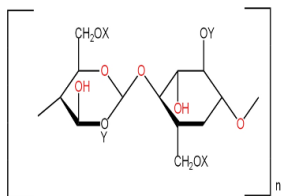
Ганна Савіцька, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

Вступ. Мікрокристалічна целюлоза (МКЦ) – харчова добавка E460(i), (частково гідролізована кислотою по аморфних ділянках, найбільш доступних для атаки реагентами, і потім подрібнена; відрізняється укороченими молекулами). Целюлоза – головний структурний полісахарид клітинних стінок рослинних клітин. З неї утворено: бавовна (100%), лляні волокна (80%), джути (60...70%) та деревина (40...50%) [1-3].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури щодо хімічного складу МКЦ, властивостей та особливостей технології виробництва.

Результати. Целюлоза – це волокниста, міцна речовина, яка відіграє суттєву роль в підтриманні структури стінки клітин. У харчовій промисловості застосовується тільки фізично чи хімічно модифікована целюлоза. МКЦ отримують в результаті тонкого подрібнення і очищення целюлози. Вона характеризується високим вмістом харчових волокон (до 97 %) та може виконувати функції емульгатора й структуроутворювача. МКЦ - є олігомером із ступенем полімеризації 100-200 одиниць. Уперше МКЦ марки «Avicel» за оригінальною методикою одержав Батиста в 1962 р. Сировиною для промислового виробництва зазвичай служить деревинна або бавовняна целюлоза, а також солома зернових культур, серцевина кукурудзяних качанів. МКЦ являє собою дрібний кристалічний порошок білого кольору. Частинки МКЦ мають вигляд голок або паличок, зазвичай зібраних у пучки.



Структурна формула МКЦ

За даними рентгенофазового аналізу, МКЦ має високий ступінь упорядкованості і тому є дуже стійким матеріалом [1]. Нерозчинна у воді, розведених лугах і більшості органічних розчинників. Гелі МКЦ характеризуються здатністю утримувати багато води. Питома поверхня МКЦ, завдяки розвиненій пористій структурі, може сягати 500 м²/г. Висока хімічна чистота МКЦ, відсутність побічної дії на організм у

поєднанні із згаданими структурно-хімічними властивостями дають змогу таблетувати її з багатьма фармпрепаратами. Зазвичай використовують 10-20 % добавки МКЦ. Таблетки за всіма характеристиками - зовнішнім виглядом, достатньою твердістю, малим часом розпаду - відповідають високим вимогам. Подібно до інших харчових волокон МКЦ діє на організм людини двома шляхами: механічним і сорбційним. Широко застосовується в харчовій промисловості, фармацевтичній та косметичній. Допустима норма добового споживання добавки E460 не обмежена, так як целюлоза не відноситься до небезпечних добавок [2].

Висновки. МКЦ є порошком білого кольору, без запаху та смаку. У воді не розчинна; рН водної витяжки становить 5,0-7,0. В харчовій промисловості: E460i - мікрокристалічна целюлоза - виступає як стабілізатор (речовина-текстуратор), а також як емульгатор, що перешкоджає злежуванню та грудкуванню продуктів харчування.

Література

1. Боженков Ю.Г. Біологічно активні харчові добавки – сполучна ланка між фармакологією та дієтологією. 2006р.
2. Технології полісахаридів та їх застосування в харчовій промисловості. В.М. Челябієва, О.І.Сиза, О.М. Савченко. Чернігів: 2018 р.
3. Навчальний посібник. Хімія рослинних полімерів. В.А. Барбаш, І.М. Дейкун.

32. Сучасний стан та виклики «Індустрії краси»

Надія Магден, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Жіноча зовнішність завжди була в центрі уваги — митців і володарів світу, представників чоловічої статі і виробників. Тезу про те, що прагнення прекрасного й досконалості природне, успішно вбудовано в щоденне життя. Рекламна індустрія та ЗМІ активно вигадують нові вимоги до зовнішності і формують потреби, залучаючи дедалі більшу аудиторію у споживання.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз статті д.е.н. Любов Жирової «Економіка краси та її мільярди» щодо сучасного стану та викликів індустрії краси.

Результати. *Індустрія краси (Beauty Industry)* — не визиний офіційною статистикою термін, який активно вживають у міжнародній практиці для узагальнення створення, виробництва і розповсюдження товарів та послуг, орієнтованих на вдосконалення зовнішності людини і підвищення її привабливості. Зазвичай до індустрії краси відносять усі засоби догляду за шкірою і волоссям, косметичні продукти, косметологічні послуги, перукарські послуги, нігтьовий сервіс, масажні послуги; іноді ще естетичну медицину.

Індустрія краси стійка до економічних криз (навіть криза 2008–2009 років зачепила галузь лише дотично). Хоча споживачі відзначають зростання цін, вони не припиняють витратити гроші й «економити на собі», тим більше стереотипи і вимоги до зовнішнього вигляду, що їх транслює суспільство, не коригуються залежно від рівня достатку чи економічної ситуації. Експерти пов'язують це з так званим «ефектом губної помади». *Ефект губної помади (lipstick effect)* — на фоні зниження прибутків, у людей не залишається зайвих коштів на придбання дорогих товарів, а зростання рівня інфляції робить заощадження безглуздими, відтак споживачі шукають позитивні емоції в не таких дорогих покупках-помада для губ, крем для рук.

Соціально-економічний розвиток і технологічні зміни впливають на все, зокрема й на індустрію краси. За останні роки, наприклад, галузь традиційного макіяжу скоротилася на 1,3 % (2016), зате доходи незалежних брендів зросли на 42,7 %. Згідно з дослідженням компанії Coty, 30 % споживачів сприймають індустрію краси як таку, що допомагає їм бути впевненими в собі, а 70 % жінок прагнуть за її допомогою щось змінити в собі або відкоригувати. Витрати на косметику, дієту і фізичні вправи, ароматизатори, догляд за шкірою, продукти для волосся й косметичну хірургію сягають \$160 млрд на рік в усьому світі.

Важливо також відзначити зміну кордонів в індустрії краси, зокрема такі явища, як вихід люксових товарів і брендів на мас-маркет (*Masstige*), прагнення споживачів мати продукти не лише для краси, а й для здоров'я, причому купувати їх в одного виробника, поширення можливості робити SPA-процедури вдома.

Сьогодні агенти впливу (ЗМІ, реклама індустрія) змінюються: 82 % жінок переконані, що найбільше на їхній вибір впливають *соціальні мережі*.

Висновки. За матеріалами статті [1] було окреслено сучасний стан індустрії краси, її економічний розвиток, перспективи та виклики.

Література

1. Любов Жарова Економіка краси та її мільярди. URL: <http://genderindetail.org.ua/season-topic/tema-sezonu/ekonomika-krasi-ta-ii-milyardi-134156.html>

33. Ефірні олії лаванди *Lavandula angustifolia* та лавандину *Lavandula x intermedia*

Алла Таволжан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні набуває поширеності вивчення хімічного складу лаванди *Lavandula angustifolia* та виведених нових сортів лавандину *Lavandula x intermedia* українського походження.

Матеріали і методи. Виконано аналітичний пошук літератури та нових наукових статей стосовно хімічного складу ефірних олій з лаванди та лавандину.

Результати. Лаванда вже досить давно використовується в традиційній медицині та фармацевтиці, її олія використовується місцево, перорально або для інгаляцій при багатьох станах через її передбачувану дезінфікуючу, вітрогонну, рубцеву, заспокійливу та седативну дію. Сьогодні, окрім традиційного використання, лавандову олію використовують для ароматизації косметичних та парфумерних продуктів, а також для ароматизації продуктів харчування. Лаванда (*Lavandula*) ще більше набуває популярності, а площі для її вирощування та виробництво ефірної олії зростають [1].

Рід *Lavandula* належить до родини *Lamiaceae* і містить 39 видів і вісім гібридів. Назву лаванда використовують до більшості видів *Лаванди*, які зазвичай використовуються саме через їхню ароматичну якість. Лавандин *Lavandula x intermedia* –міжвидовий гібрид двох лаванд: лаванди вузьколистої та широколистої, гібрид є стерильним, а значить не розмножується насінням. Рослини лавандину, за розмірами помітно більші по висоті та ширині за класичну лаванду, самі квітконоси крупніші і вищі, а квіти розташовані більш щільно одна до одної. Олія лаванди більш цінна і визнана найкращою за якістю. Вона в основному використовується в парфумерній промисловості. Лавандин дуже цінується за високий вихід ефірної олії, яка містить на 7-11% більше камфори, тому його запах сильніший, насичений, з ноткою камфори [1].

Ефірні олії з лаванди та лавандину мають різноманітний хімічний склад. Внутрішньовидові відмінності зумовлені різними сортами, географічним розташуванням, впливом погоди, типом ґрунту, часом збору врожаю, обробкою рослинного матеріалу та способом його екстракції [1].

Висновки. Науковцями [1] було проведено дослідження хімічного складу нових сортів *L.angustifolia* та *L. x intermedia* вирощених в Україні. Також було ідентифіковано понад сімдесят різних компонентів олії. Ліналоол і ліналоол ацетат для олій обох видів були основними компонентами. Особливістю справжньої лаванди вирощеної в Україні був визначений високий вміст ліналоолу та терпінен-4-олу. Порівнюючи хімічний склад ефірних олій обох видів, вирощених на одних і тих же ділянках, авторами [1] було встановлено, що олії лавандину містять набагато більший вміст камфори, борнеолу та евкаліптолу, ніж олії справжньої лаванди. Але незважаючи на цінні терпенові профілі, нові сорти лаванди виробляють олії, які не відповідають галузевим стандартам.

Література

1. Pokajewicz K., Białoń M., Svydenko L., Hudz N., Balwierz R., Marciniak D., Wieczorek P.P., Comparative Evaluation of the Essential Oil of the New Ukrainian *Lavandula angustifolia* and *Lavandula x intermedia* Cultivars Grown on the Same Plots. *Molecules*. 2022; 27(7):2152. ULR: <https://doi.org/10.3390/molecules27072152> (дата звернення 15.03.2023).

34. Парфумерно-косметична галузь— найпоширеніший бізнес для старту успішної кар'єри та самореалізації жінок

Дарина Шульга, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Протягом останніх років кількість користувачів соцмереж невпинно зростає, наприклад компанії, що належать до власності *Meta Platforms*, налічують близько 2,9 млрд. На цих платформах щодня публікується біля 526 мільйонів повідомлень, які стосуються лише індустрії краси.

Матеріали і методи. У дослідженні виконано аналіз статті д.е.н. Любов Жирової «Економіка краси та її мільярди» щодо впливу соціальної інтернет-активності споживачів на індустрію краси та можливості самореалізації в цій царині саме жінок.

Результати. З появою епохи діджиталізації з'являється новий тип споживачів-*omnishopper*, які здійснюють покупки в режимі онлайн. Ці покупки вимогливіші, більш соціальні, «підключені і комунікаційно відкриті», орієнтовані на зручність і комфорт більше, ніж коли-небудь досі. Це сприяло, в свою чергу, створенню додатків (*Modiface* та ін.), які дозволяють "протестувати" різні косметичні продукти до їх покупки. Також існують платформи (*Glansaol*), які допомагають молодому бізнесу популяризувати їхні товари. Нові марки на ринку краси виникають зі швидкістю світла, а сама індустрія стає дедалі комплекснішою і складнішою, у ній криється більше ризиків, але й більше можливостей.

З кожним днем все більшим попитом користується косметика з високим вмістом натуральних компонентів. За оцінками *Forbes*, не менше 40 найвідоміших стартапів в індустрії краси (із загальним щорічним оборотом \$445 млрд) засновано жінками. Нині це найпоширеніший бізнес для старту успішної кар'єрної самореалізації жінок. У 1940-х роках Есті Лаудер (*Estée Lauder*) заснувала фірму з продажу кремів, що нині виросла в корпорацію, чистий прибуток якої 2022 року склав понад \$2,4 млрд. Серед прибуткових стартапів у цій царині можна згадати антивіковий комплекс *Beauty Bioscience* від Джамі Обенон (*Jamie O'Banion*), нетоксичний догляд за шкірою *Drunk Elephant's* від Тіфані Мастерсон (*Tiffany Masterson*) і *Sunday Riley*, що поєднує новітні хімічні технології і природні компоненти.

В Україні такий бізнес — теж популярний спосіб для жінок започаткувати власну справу з виробництва натуральної косметики, маючи для цього мінімальний стартовий капітал. Найпопулярнішими українськими брендами є *Dushka*, *HELEN YANKO*, *Lapush*, *Joko Blend*, *Ремос* та інші. Косметика цих компаній містить в своєму складі корисні олії та екстракти рослин, окрім цього, *не тестується на тваринах!*

Висновки. За матеріалами статті [1] було окреслено вплив соціальних мереж на ринок краси, а також можливості успішного кар'єрного росту та самореалізації жінок.

Література

1. Жарова Л. Економіка краси та її мільярди. *Гендер в деталях*. 2017. URL: <https://genderindetail.org.ua/season-topic/tema-sezonu/ekonomika-krasi-ta-ii-milyardi-134156.html?fbclid=IwAR3jw0Z6FMg1GlrTgqk1BmMBEj6XpFVPJFTgnpL-UUsq6tw1w6TN6BY5VCE>.

35. Яблучний пектин як харчова добавка E440

Владислава Сидоренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. В якості джерела пектину у промисловому виробництві використовуються відходи консервного (яблучні вичавки і коробочки крупноплідних цитрусових) виробництва. Своєї цитрусової сировини Україна не має, але яблука – дуже перспективні з огляду на практично необмежену ресурсну базу [1-2].

Матеріали і метод. Здійснено аналітичний огляд літератури щодо технології виробництва пектину, його властивостей і сфер застосування.

Результати. В залежності від фізико-хімічних показників вторинної яблучної сировини і типу отриманого пектину в кожному кліматичному регіоні є свої особливості технології переробки. Із вичавок, отриманих з дотриманням всіх технологічних вимог, можна вилучити пектин з високою молекулярною масою та відповідними в'язкісно-еластичними властивостями, що вигідно відрізняє яблучний пектин від інших пектинів.

Хімічний склад яблучних вичавок можна представити наступними даними:

1. *Свіжі:* волога – 81%; моно-, дисахара – 6%; білки – 0,15%; клітковина – 4,5%; пектинові речовини – 2,5%; органічні кислоти – 0,4%; зола – 0,4%; інші органічні речовини – 0,2%.

2. *Сухі:* волога – 8%; моно-, дисахара – 2 %; білки – 4%; клітковина – 12%; пектинові речовини – 15%; органічні кислоти – 0,8%; зола – 1,2%; інші органічні речовини – 0,8%.

В наш час відомо багато різних способів отримання пектинових сполук (наприклад, технології з використанням ультразвукових кавітаційних технологій, турбулізатора, мікроорганізмів штамів *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus circulans*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus firmus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus pasteurianus*, та аналогічні штами або мутантні штами цих бактерій), але традиційним способом залишається кислотна - термічний гідроліз бурякового жому, яблучних, виноградних і цитрусових вичавок. Умовно виділяють чотири основні групи технологічних процесів: підготовка яблучних вичавків, процес гідроліз-екстрагування HNO₃, концентрування до вмісту сухих речовин 6-7%, осадження пектинових речовин спиртом 90-95%. Пектин, отриманий з вичавок яблук, застосовують в основному в кондитерській промисловості для виробництва зефіру, мармеладу, желейних цукерок, також у виробництві молочних, м'ясних і рибних виробів, і безпосередньо у виробництві косметичних засобів та в фармацевтиці.

У світі нині виробляється 40-45 тис тонн цитрусового і яблучного пектину. "Цей "клуб" виробників налічує всього сім компаній. І тільки два з них виробляють яблучний пектин. Український бізнес *T.B.Fruit* став третім в світі виробником яблучного пектину. Інвестиції в будівництво і запуск заводу становили 25 млн євро [2].

Література

1. Крапивницька І.О. Технологія пектину та пектинопродуктів. [Електронний ресурс]: курс лекцій для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми навчання. К.: НУХТ, 2016. 110 с

2. На Львівщині запрацював третій в світі завод з виробництва пектину. URL: <https://www.seeds.org.ua/na-lvivshhini-zapracyuvav-tretij-v-sviti-zavod-z-virobnictva-pektinu/> (дата звернення 23.03.23)

36. Перспективи використання вітаміну F в доглядовій косметичці

Карина Ситник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вітамін F має широке застосування у косметології його можна знайти в різних формах і входить він до складу багатьох різних засобів по догляду за шкірою. Від сироваток до масел і кремів, вітамін F є цінним інгредієнтом, який використовують багато брендів.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, об'єктом дослідження якого є вітамін F. Незважаючи на свою назву вітамін F не є вітаміном, він є комбінацією двох незамінних жирних кислот – альфа-ліноленової кислоти та лінолевої кислоти з сімейства жирів Омега-3 та Омега-6 відповідно.

Результати. Дефіцит вітаміну F приводить до пошкоджень гідроліпідного бар'єру, і шкіра втрачає захист – починає в'янути і старіти. Косметика з вітаміном F, проникаючи вглиб шкірних шарів, допомагає утримувати вологу і захищати шкіру від негативних впливів. Тому, купуючи косметику, особливо антивікову, варто переконатися, що в її складі є вітамін F.

Переваги вітаміну F для шкіри:

- *Зберігає вологу:* вітамін F, який вважається незамінною жирною кислотою омега-6, є зволожуючим інгредієнтом, який також захищає шкірний бар'єр і утримує вологу.
- *Зменшує запалення:* Вітамін F може бути надзвичайно корисним для людей із запальними проблемами шкіри, такими як дерматит і псоріаз.
- *Бороться з акне:* дослідження 1998 року показало, що ті, хто відчуває акне, змогли зменшити розмір пустули на 25% всього за один місяць, застосовуючи місцево лінолеву кислоту.
- *Бороться з псоріазом:* найкраще підходить для пацієнтів із дуже чутливою шкірою та такими захворюваннями, як atopічний дерматит, псоріаз, себореїчний дерматит та схильні до вугрів.
- *Блокує подразники:* Вітамін F також відомий як лінолева кислота, незамінна жирна кислота, яка використовується для виробництва керамідів, які допомагають будувати зовнішній шар шкіри. «Вони забезпечують «цемент», який утримує клітини разом, щоб блокувати подразники, інфекційне ультрафіолетове світло, забруднюючі речовини та виявляти протизапальні властивості».

Висновок: Косметика, що містить вітамін F, сприяє відновленню ліпідного балансу шкіри і створює захисний бар'єр. Особлива роль незамінних жирних кислот у шкірі робить вітамін F важливим у терапевтичному та профілактичному догляді за сухою, зневодненою, жирною шкірою та шкірою, схильною до вугрів.

Ефективність вітаміну F у кремах для обличчя досягається завдяки створенню системи гіперемулсії «масло у воді», яка легко проникає у верхній шар шкіри.

Література

1. Amy Lawrenson, Dendy Engelman, MD, Facms, Faad. About Vitamin F Dermatologists say it helps with everything from acne to dry skin. 2022;1330
URL: <https://www.byrdie.com/vitamin-f-for-skin#citation-3>

37. Протипухлинна дія екстракту часнику

Тайсія Зомчак, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рак є однією з найпоширеніших причин смертності. Все більше досліджень повідомляють, що часник (*Allium sativum*) протипухлинні властивості, в кількох пухлинах, що діють на різних стадіях канцерогенезу.

Матеріали і методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно впливу екстракту часнику та його сполук на рак молочної залози.

Результати. Серед численних переваг часнику для здоров'я протираковий ефект, ймовірно, найбільш помітний. Епідеміологічні та лабораторні дослідження показали, що споживання часнику знижує певні випадки раку шлунка, товстої кишки, молочної залози, шийки матки, тощо.

Численні міжнародні організації, в тому числі Американський інститут дослідження раку (AICR) і всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), рекомендували пов'язувати споживання часнику в щоденному раціоні зі зниженням ризику раку. Лабораторні дослідження показали, що сполуки часнику допомагають відновлювати ДНК, затримувати ріст ракових клітин і зменшувати запалення. Різні сірковмісні сполуки та інші фітокомпоненти часнику екстрагували очищали та широко вивчали їх властивості. Аліцин є основною активною сполукою сірки, і він утворює багато як жиророзчинних, так і водорозчинних сполук алілової сірки з протипухлинною активністю, такі як діалілсульфід, діалілдисульфід, діалілтисульфід, S-аліцистеїн і S-алілмеркаптоцистеїн. Ці сполуки, які впливають на різні шляхи, такі як переривання клітинного циклу, інгібування сигнального шляху, індукція апоптозу, аутофагія та антиоксидантна активність, взаємодіють з різними стадіями розвитку ракових клітин та метастазування.

Екстракт часнику був протестований на клітинах MCF7-низькоінвазивній клітинній лінії пухлини молочної залози, в якій раніше було продемонстровано вплив часнику на клітинний цикл, а також на неінвазивній клітинній лінії MCF10DCIS, які є переважно протоковою карцею високого ступеня. Результати підтвердили дані, які вказують на те, що в MCF7 сіркоорганічні сполуки, отримані з часнику, індукують зупинку клітинного циклу, і вперше продемонстрували, що часник зменшує ріст клітин пухлини молочної залози з неінвазивним фенотипом, блокуючи їх прогресування через клітинний цикл. Показано, що введення екстракту часнику сильно протидіє підвищеній модуляції CD133-маркеру ракових стовбурових клітин інтуктованих низьким вмістом кисню в обох клітинних лініях MCF7 і MCF10DCIS.

Висновки. Показано, що часник демонструє протиракові властивості. Водно-етанольний екстракт, збагачений сіркоорганічними сполуками, може відігравати захисну роль проти маркерів стовбурових клітин, які відіграють вирішальну роль у еволюції пухлини. Даний екстракт можна розглядати як новий підхід для запобігання прогресуванню пухлин грудей.

Література

1. Brugnoli, F.; Tedeschi, P.; Grassilli, S.; Maietti, A.; Brandolini, V.; Bertagnolo, V. Ethanol-Based Garlic Extract Prevents Malignant Evolution of Non-Invasive Breast Tumor Cells Induced by Moderate Hypoxia. *Biomed. Pharmacother.* 2021, P.142.
2. Y. Zhang, X. Liu, J. Ruan, X. Zhuang, X. Zhang, Z. Li Phytochemicals of garlic: promising candidates for cancer therapy. *Biomed. Pharmacother.*, P.123. 2020

38. Дослідження біологічно активних компонентів екстракту лаванди

Анастасія Куць, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В останні роки на ринку збільшується попит на лікарські препарати та косметичні засоби рослинного походження, що можна пояснити їх ефективністю, безпечністю та економічною доступністю. Для визначення біологічно активних складників екстракту та його властивостей використовують хроматографічний метод.

Метою роботи є вивчення біологічно активних компонентів рослинної сировини за допомогою хроматографічного методу аналізу.

Матеріали і методи. Проведено огляд науково-технічної літератури та розглянуто перспективи використання рослинної сировини на основі її складників. Описано біологічні складники екстракту лаванди, які було виявлено методом хроматографічного аналізу.

Результати та обговорення. Основною групою БАР лаванди є терпени. Серед них домінуючими є: ліналілацетат, ліналоол і герніарин. Відомо, що ліналілацетат виявляє заспокійливу, спазмолітичну дію та стимулює синтез гормону серотоніну. Ліналоол виявляє бактерицидну, антисептичну та протизапальну дії. Герніарин пригнічує ріст *Curvalaria lunata* і *Aspergillus niger*.

У фармакопейному аналізі для визначення флавоноїдів і похідних коричної кислоти методом ТШХ/ВЕТШХ застосовують стаціонарні фази з різним розміром частинок – ТШХ (5–40 мкм)/ВЕТШХ (2–10 мкм).

Ідентифікацію хлорофілів у спиртовому екстракті трави лаванди вузьколистої проводять за допомогою двовимірної ТШХ у системах гексан – ацетон (8:2) і гексан – ацетон (8:4) у порівнянні із достовірними зразками хлорофілів а і b. Було ідентифіковано хлорофіли а і b, що виявляли червону флуоресценцію в УФ-світлі.

Для виявлення кумаринових сполук розчин екстракту хроматографували на папері в системах хлороформ (формамід 25%), гексан (формамід 25%) та на пластинках Silicagel 60 F 254 (Merck) в системі «бензол – етилацетат» (3:2). При перегляді хроматограм у фільтрованому УФ світлі та обробці 10% спиртовим розчином калію гідроксиду та діазореактивом виявлено не менше трьох речовин кумаринової природи, які у порівнянні зі стандартами були ідентифіковані як кумарин, метилумбеліферон та герніарин. Після обробки двовірної хроматограми парою аміаку та 2% спиртовим розчином алюмінію хлориду плями аглікони набули яскраво-жовтої флуоресценції, а темно-коричневі плями стали жовто-зеленими, що характерно для флавонових глікозидів [1].

Висновки. Отже, результати показали, що до екстракту лаванди входять такі БАР як терпени та флавоноїди, що виконують бактерицидну та протизапальну дії. Тому при оптимальній концентрації екстракт лаванди є гарним складником лікарських та косметичних засобів.

Література

1. Ізопреноїдний склад спиртового екстракту трави *Lavandula angustifolia* Mill. А.С.Гейдеріх та ін. Національний фармацевтичний університет. 2012. №1 – 2. С.122.

39. "Клік-хімія" – від витоків до Нобелівської премії з хімії 2022

Ангеліна Ляшенко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нобелівська премія з хімії - одна з найпрестижніших нагород, що вручається за наукові досягнення в галузі хімії. Престижну міжнародну премію у 2022 році було присуджено хімікам: Каролін Р. Бертоцці, Мортен Мелдалу та К. Баррі Шарплессу за дослідження в галузі клік-хімії та біоортогональної хімії.

Матеріал та методи. Проведено аналіз літературних даних щодо виникнення нового напрямку в хімічній науці – *клік-хімії* та вчених, які розробили її основні підходи та стали переможцями престижної міжнародної Нобелівської премії з хімії.

Результати. "Клік-хімією" називають розділ науки, що займається вивченням способів з'єднання розрізаних молекул в єдине ціле (з різними цілями). Важливою умовою є те, що зв'язок, через який поєднують молекули, повинен бути абсолютно "нейтральним", тобто не впливати на хімічні властивості сполуки, яку отримали. Новим нобелівським лауреатам вдалося її вирішити за допомогою вуглецево-азотного зв'язку. На одну із сполучуваних молекул "навішують" ланцюжок з трьох атомів азоту (азид), що йдуть один за одним, на іншу - два атоми вуглецю (алкін). У присутності каталізатора (іонів міді) дві частини "пряжки" зчіплюються в стабільне кільце триазолу, що міцно утримує обидві частини, з яких зібраний наш хімічний конструктор.

Баррі Шарплесс перший запропонував концепцію *клік-хімії*. Її головна ідея – це зробити так, щоб молекулярні будівельні блоки швидко й ефективно з'єднувалися разом. У 2001 році він опублікував статтю, в якій виступив за новий і мінімалістичний підхід у хімії. Замість того, щоб намагатися змусити неохочі атоми вуглецю реагувати один з одним (майже усі біомолекули мають структуру з пов'язаних атомів вуглецю), Баррі Шарплесс закликав своїх колег почати з менших молекул, які вже мають повний вуглецевий каркас. Потім ці прості молекули можна з'єднати разом за допомогою містків з атомів азоту або кисню, якими легше керувати. Якщо хіміки обиратимуть прості реакції - вони уникнуть багатьох побічних реакцій і будуть втрачати матеріал по мінімуму. Вподальшому Мортен Мелдал і Баррі Шарплесс – незалежно один від одного – відкрили каталітичний процес - каталізоване міддю азид-алкінове циклоприєднання. Каролін Бертоцці розробила подібні реакції, які можна використовувати всередині живих організмів. Відкриті нею біоортогональні реакції, які відбуваються без порушення звичних біохімічних процесів у клітині, використовуються в усьому світі для вивчення того, як клітини функціонують. Деякі дослідники зараз вивчають, як ці реакції можна використовувати для діагностики та лікування раку.

Висновки. Вчені хіміки Баррі Шарплесс і Мортен Мелдал заклали основу для створення клік-хімії (клікової хімії). Це поняття описує хімічні реакції, пристосовані для швидкого та надійного отримання хімічних речовин шляхом з'єднання між собою окремих дрібних елементів. Концепція виникла через пошук нових підходів до генерування великих кількостей структур-кандидатів фармацевтичних препаратів. Вчена Каролін Бертоцці почала використовувати клік-хімію при дослідженні живих організмів. Вивчені нею біоортогональні реакції тепер використовуються при лікуванні раку і це далеко не єдине їхнє застосування.

Література. За матеріалами подкасту Довколаботаніка URL:
<https://dovkolobotanika/posts/pfbid02wnhcMKF66PCAbTY3ZTPyVF8hk9kNNkD5q8iRvBiZV6fHK1z2FooNekYgx3k4Mj4Xl>

40. Про деякі застереження при використанні бензойної кислоти у косметичних кремах

Марина Гульцяєва¹, Галина Біла¹, Надія Антрапцева²

¹Національний університет харчових технологій

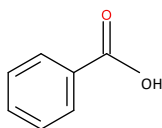
²Національний університет біоресурсів та природокористування України

Вступ. Український споживач косметики за останні роки все частіше використовує косметичні засоби корейського та японського виробництва. Їх основна дія спрямована на відбілювання шкіри, вирівнювання тону обличчя, усунення пігментації, захист від УФ-променів, усунення подразнень та почервонінь. Всі ці властивості характерні для бензойної кислоти. Вона також є консервантом, бо має чудові бактерицидні та антигрибкові властивості.

Метою роботи є вивчення деяких властивостей бензойної кислоти у косметичних кремах, що може призвести до алергічної реакції.

Матеріали і методи. Під час дослідження проведено аналіз інтернет-джерел та пошукових систем наукових публікацій [1-5], щодо властивостей бензойної кислоти і використання її у складі косметичних кремів та впливу на шкіру та організм людини.

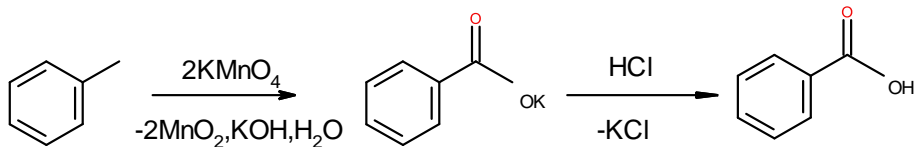
Результати.



Бензойна кислота є найпростіша одноосновна ароматична карбонова кислота, хімічна формула C_6H_5COOH . За звичайних умов це порошкоподібна кристалічна структура голчастої форми з неясково вираженим приємним аромат. Розчинна в бензолі, чотирьохлористому вуглецю, ацетоні і спиртах. Взаємодіє з металами, їх оксидами, основами та солями кислот.

В природі в незначній кількості міститься в корі, листі та плодах вишневого дерева, сливових деревах, у великій кількості міститься у ягодах малини, журавлини, брусниці, у плодах деяких рослин, багато міститься її в бензойній смолі.

Основним способом штучного синтезу є метод добування бензойної кислоти з толуолу шляхом каталітичного окислення (каталізатори – кобальтові солі та сполуки марганцю) за температури від $+136\text{ }^\circ\text{C}$ до $+160\text{ }^\circ\text{C}$, при тиску 0,2-0,7 МПа. Синтетично виділену бензойну кислоту використовують частіше, оскільки її виробництво набагато доступніше та дешевше, і вона ефективніше справляється зі збудниками різних хвороб.



Бензойна кислота має статус "загально визнано безпечної" (GRAS). Чинить антивікову, заспокійливу та зволожуючу дію. Крім того, основна похідна бензойної кислоти, фенольна вератрова кислота, містить високу концентрацію антиоксидантів, які допомагають нейтралізувати вільні радикали, присутні в навколишньому середовищі.

Як консервант, бензойна кислота має широкий спектр застосування у косметичних кремах для стабілізації продукту, ароматизації та пом'якшення. Найчастіше її використовують у сонцезахисних креми, помадах та лосьйонах. Вона також допомагає регулювати рН і захищати цілісність інгредієнтів, відіграє роль у зміцненні бар'єрної функції шкіри, таким чином сприяючи здатності шкіри утримувати вологу, здатна

покращити якість як шкіри, так і засобів для догляду за нею. В лікувальній косметичці застосовується для лікування акне, сонячних опіків, лущення, профілактики гіперпігментації, при проблемній та жирній шкірі, для регенерації пошкоджених тканин шкіри.

Однак, при використанні бензойна кислота має й побічні ефекти: викликає алергічні реакції та контактний дерматит. До симптомів включають подразнення шкіри, печіння, свербіж, почервоніння або набряк, шкірні висипання, садна, кропив'янку або навіть анафілактичний шок, також може супроводжуватися шишкою на шкірі або навіть пухирями, які можуть перерости у виразку. Якщо продукт містить високу концентрацію інгредієнта, можуть бути такі симптоми, як низький артеріальний тиск і судоми.

Також бензойна кислота може спричинити реакцію фото чутливості, тобто інгредієнт може реагувати з УФ-променями, роблячи шкіру більш чутливою, ніж зазвичай. Це може призвести до негативних наслідків, таких як сильне подразнення шкіри, печіння, почервоніння та набряк шкіри або навіть утворення пухирів чи виразок.

Бензойну кислоту пов'язують із захворюванням "втома надниркових залоз", яка спричинена вживанням продуктів, що містять надмірну її дозу та вживаються упродовж тривалого періоду часу. Симптомами такого захворювання є низький артеріальний тиск, запаморочення, втрата апетиту, біль у суглобах, безсоння та часте сечовипускання вночі.

Висновки.

Отже, в результаті дослідження наукових джерел встановлено, що додавання бензойної кислоти до складу косметичного крему може значно покращити його антисептичні, антивікові, протигрибкові, ліфтингові, загоюючі, відбілюючі, сонцезахисні властивості.

Проте, можливі і такі побічні ефекти на шкіру та організм людини як почервоніння, свербіж, анафілактичний шок тощо, тому слід бути дуже обережним та дотримуватися максимально допустимої норми щоб не мати неприємні наслідки від застосування.

Література

1. Final report on the safety assessment of Benzyl Alcohol, Benzoic Acid, and Sodium Benzoate. Nair B. *International Journal of Toxicology*, 01 Jan 2001, 20.
2. URL: <https://www.echemi.com/cms/910912.html/> (дата звернення 19.03.23).
3. URL: <https://him-element.com.ua/uk/news/186/> (дата звернення 19.03.23).
4. URL: <https://www.lorealparisusa.com/ingredient-library/benzoic-acid/> (дата звернення 19.03.23).
5. URL: <https://zmorshki.in.ua/sekrety-kрасy/benzoic-acid-y-kosmetici-ta-ii-himichni-vlastivosti/> (дата звернення 19.03.23).

41. Порівняльний аналіз методів отримання екстрактів розторопші плямистої

Володимир Смольницький, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) є однорічною рослиною із родини складноцвітих. Рослина відома своїми властивостями покращувати травлення, зокрема використовується при функціональних порушеннях жовчовивідних шляхів та відновлювати функції печінки. Крім того, розторопша має протизапальні, знеболюючі та антивітамінні властивості. Екстракт розторопші є потужним гепатопротекторним засобом, має загальнозміцнювальну, протиалергійну, імуномодельючу дію, корегує порушення ліпідного обміну.

Матеріали і методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно способів отримання екстрактів розторопші, впливу його сполук на процеси травлення.

Результати. Силімарин – загальна назва біологічно-активних речовин (флаволигнанів), що входять до складу плодів розторопші плямистої. Основними сполуками силімарину є: силібінін, или силібін (на його частку приходиться 60–70%), силікрістин (20%), силідіанін (10%) і ізосилібін (5%). Силібін – найбільш біологічно активний інгредієнт екстракту розторопші вперше був виділений і встановлений Пельтером і Хензелем. Він вважається безпечним, не має серйозних побічних ефектів, за винятком незначного шлунково-кишкового розладу, і через його дуже низьку загальну токсичність. Управління з контролю за продуктами й ліками США (FDA) схвалило його використання як фітопрепарату для лікування захворювань печінки.

Для розторопші плямистої характерним є одержання водних екстрактів. При цьому екстрагент подається під високим тиском 15,5 МПа в капіляр попереднього нагріву екстрагенту, де розчинник нагрівається від 100°C до 250°C, а далі в екстрактор з сировиною, що в свою чергу знаходиться в термостаті. Екстракт попадає в охолоджуючий капіляр, де рідина охолоджується до 20°C. Екстракція триває протягом 40–60 хвилин. При використанні води в субкритичному стані в якості екстрагенту значно збільшується частка екстракційних речовин. Максимальне виділення силібіну і силідіаніну при екстракції субкритичною водою спостерігається за температури 250 °C, а для таксифоліну і силікрістіну - за температури 150°C. Це пов'язано з тим, що дані речовини менш термічно стабільні, ніж силібін і силідіанін. Наведені дані характерні для водних екстрактів, хоча цим способом можна одержувати спиртові, спиртово-ефірні екстракти із значною кількістю силімаринів.

Одержання як всього спектру біологічно активних речовин, так і окремих діючих речовин з рослинної сировини є можливим при застосуванні мікрохвильового поля в поєднанні з обробкою ультразвуком.

Висновки. Показано, що ультразвуковим впливом частотою 19–44 кГц з рослин можна екстрагувати флавоноїди, дубильні речовини, феноглікозиди, зв'язані кумарини, фенокарболові кислоти зі скороченням тривалості процесу екстракції. Причому, найбільш ефективно ультразвукові коливання діють на об'єкт, що знаходиться в рідкому середовищі (наприклад, замочування рослинної сировини), оскільки в цьому випадку при інтенсивності випромінення більше 1–2 Вт/см² виникає специфічний процес - ультразвукова кавітація.

Section 18

**Power equipment,
heat and power systems
of industry enterprises**

Секція 18

**Енергетичне обладнання, системи
тепло-електропостачання промислових
підприємств**

18.1.

Industrial power

Chairperson – professor Valentyn Petrenko

Secretary – Roman Gryshchenko

18.1.

Промислова теплоенергетика

Голова – професор Валентин Петренко

Секретар – Роман Грищенко

1. Можливість зберігання електричної енергії, виробленої відновлюваними джерелами, за допомогою акумуляторів холоду

Дмитро МИХАЙЛІЧЕНКО, Олексій ПИЛИПЕНКО
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомо, що невпинно зростає частка зеленої енергії як в країнах європейського союзу так і в Україні. Використання відновлюваної енергії може бути інтегровано у виробництвах харчової промисловості, які використовують у своїх процесах штучне охолодження.

Матеріали і методи. Аналітичний огляд інформаційних джерел в частині відновлювальної енергетики. Аналіз результатів математичного моделювання за допомогою програм Google таблиць та MathCad.

Результати. Покрівлі промислових будівель можуть бути задіяні у генерації електричної енергії за допомогою сонячних панелей. Відомо, що в середньому на широтах України, на горизонтальну поверхню, припадає близько 333 МДж/м² сумарної сонячної енергії на місяць. Розглянуто можливість використання сонячних панелей для акумуляції низькопотенціальної енергії на основі льоду. Розрахунок показав, що необхідна площа сонячної станції для забезпечення пікових потужностей становить від 515 м² до 2786 м². За допомогою відкритих даних Google maps визначено площі покрівель виробничих цехів ПрАТ "Вімм-Білл-Данн Україна" та ДП "Старокосянтинівський молочний завод" в 2 800 м² та 4520 м² відповідно, на яких можливе розміщення сонячних панелей. Розрахунком встановлено, що у похмурий день на площі в 1 960 м² (70% від загальної площі в 2800 м²) є можливість отримати від 8,38 кВт електричної потужності, а в сонячний - 35,03 кВт (800 Вт/м²). Таким чином, якщо вироблену енергію не використовувати на виробництво, а акумуляувати в льодоакумуляторах отримуємо можливість накопичувати енергію для подальшої компенсації виробничих піків. Згідно розрахунків за день генерація низькопотенційної енергії може коливатися від 47 кВт·год до 245 кВт·год (1000 Вт/м²), в залежності від часу роботи сонячної станції.

Габаритні розміри акумулятора залежать від товщини льоду накопиченого в ньому та загальної кількості енергії яку потрібно накопичити. Експериментальні дані обумовлюють граничні дані щодо товщини льоду. Так є можливість досягти 12 мм при температурі кипіння -5°C, 18 мм при температурі кипіння -20°C. Зниження температури кипіння для отримання додаткових 6 мм буде не енергоефективним, тому прийнято товщину в 12 мм та час його утворення в 6000 с.[1] Таким чином, згідно розрахунку з 1960м² площі покрівлі за день можливо отримати до 295 кВт·год накопиченої енергії. Використання знижує пікове споживання електричної енергії не використовуючи при цьому енергію з мережі.

Висновки: Впровадження відновлювальних джерел енергії у виробничі потужності харчової промисловості дозволить зменшити капітальні витрати на холодильне обладнання та знизить викиди шкідливих речовин, які утворюються при спалюванні вичопного палива необхідного для компенсації добових піків у енергосистемі країни.

2. Вибір схемного рішення та режимних параметрів роботи холодильної установки льодової арени на території спорткомплексу НУХТ.

Вадим КАЛИТА, Олексій ПИЛИПЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто можливість розміщення на території спорткомплексу НУХТ сезонної льодової арени. Для подовженої роботи ковзанки передбачається встановлення холодильної установки. Ефективність роботи якої залежить від схемного рішення та можливості використання вторинної теплоти.

Матеріали і методи. Виконані натурні та аналітичні дослідження вільної території спорткомплексу НУХТ. Проведено математичне моделювання системи охолодження льодового покриття на базі різних схемних рішень.

Результати.

За допомогою супутникових знімків сайту Google Maps визначено чотири перспективні зони розміщення льодової арени. Натурне обстеження території спорткомплексу НУХТ підтвердило можливість використання ділянки зайнятої футбольним майданчиком. Максимально можливий розмір ковзанки з врахуванням обмежень геометрії майданчику та наявною на її території тепломагістраллю становить $58\text{м} \times 22\text{м}$.

За допомогою варіативного розрахунку теплонадходжень на систему холодопостачання льодової арени встановлено, що для температур повітря навколишнього середовища від $+3^{\circ}\text{C}$ до $+10^{\circ}\text{C}$ навантаження змінюється від 227кВт до 366,5кВт.

Аналіз коливання температури повітря за 2019-2021 роки з жовтня по квітень, демонструє можливість роботи ковзанки з початку листопада до кінця березня. Але за умови що холодильна машина буде розрахована на роботу до $+10^{\circ}\text{C}$. Таким чином, період роботи системи холодозабезпечення ковзанки співпадатиме з опалувальним періодом.

Проведено теплові розрахунки двох схемних рішень системи холодопостачання ковзанки за температур конденсації $+20^{\circ}\text{C}$ та $+50^{\circ}\text{C}$. Схеми холодильних установок відрізнялися присутністю регенеративного теплообмінника. Температура конденсації $+20^{\circ}\text{C}$ обумовлена використанням повітряного конденсатору та скиданням теплоти конденсації у навколишнє середовище, а $+50^{\circ}\text{C}$ – можливістю встановлення проточного конденсатору з використанням теплоти конденсації на потреби ГВП або опалення спорткомплексу.

Розрахунок показав, що за проектної холодопродуктивності холодильної установки 360 кВт, можливо передавати системі теплопостачання спорткомплексу близько 472 кВт теплової енергії.

Холодильний та тепловий коефіцієнти схеми з РТО працюючої на R507a становить: для $t_k=+20^{\circ}\text{C}$ – $\varepsilon=4,37$; для $t_k=+50^{\circ}\text{C}$ – $\varepsilon=5,04$ та $\text{COP}=7,83$. Для схеми без РТО на тому ж холодоагенті: $t_k=+20^{\circ}\text{C}$ – $\varepsilon=4,26$; для $t_k=+50^{\circ}\text{C}$ – $\varepsilon=4,866$ та $\text{COP}=7,58$.

Висновки. Розміщення льодової арени на території спорткомплексу НУХТ є можливим. Для холодозабезпечення ковзанки доцільно використовувати схемне рішення з РТО та з використанням теплоти конденсації на потреби системи теплопостачання спорткомплексу.

3. Аналіз і прогнозування ефективності роботи твердопаливного парогенератора в умовах впливу експлуатаційних чинників

Віталій ЯРЕМЧУК, Богдан ГЕРАСИМЕНКО, Михайло МАСЛІКОВ
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найважливішим завданням енергетики є ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів. Експлуатація парогенератора з максимально можливим ККД дозволяє вирішувати це завдання.

Методи досліджень. Математичне і комп'ютерне моделювання твердопаливного вертикального водотрубного парогенератора з природною циркуляцією та проведення обчислювального експерименту.

Результати і обговорення. Розроблена розрахункова комп'ютерна модель твердопаливного вертикального водотрубного парогенератора з природною циркуляцією, яка на основі розрахунку енергетичного балансу дозволяє отримувати інформацію про ефективність роботи парогенератора в умовах зміни чинників, що впливають на його експлуатацію: калорійності твердого палива, його вологості, зольності; температури довкілля; витрати природного газу для «підсвічування».

Адекватність моделі перевірена співставленням результатів розрахунку з експлуатаційними і паспортними показниками роботи парогенератора БКЗ 220-100 ГЦ. Комп'ютерна модель розроблена у Microsoft Excel, що робить її доступною для використання технічним персоналом ТЕЦ. Головне меню введення експлуатаційних даних і виведення основних результатів розрахунку показано на рис. 1.

Головне меню			
Вугілля	Нижча теплота згорання	5000	ккал/кг
	Вміст золи	14	%
	Вміст вологи	12	%
Природний газ	Нижча теплота згорання	8100	ккал/м ³
Розподіл часу роботи та еплопродуктивності	теплопродуктивність	129	Гкал/год
	тривалості роботи	744	Год
Теплова частка спаленого палива	Природного газу	0	%
Температура	Температура зовнішнього	-10	°С
Пуски котів	Кількість	0	пусків
ККД котла бруто		90,1	%
Номінальна витрата палива	умовного	15210	т
	вугілля	21294	т
	природного газу	0	тис.м³

Рис. 1. Головне меню моделі

Висновок. За допомогою розробленої комп'ютерної моделі проведено обчислювальний експеримент по визначенню техніко-економічного потенціалу парогенератора та режимів його роботи. Проведено аналіз отриманих результатів і прогнозування значення ККД та витрати палива в умовах зміни чинників, що впливають на експлуатацію парогенератора

4. Оцінка процесів інтенсифікації теплообміну в низхідному кільцевому паро-рідинному потоці в режимі протитечії фаз

Максим НАЛИВАЙКО, Артем БРАМІРСЬКИЙ, Валентин ПЕТРЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Концентрування густих розчинів, навіть у плівковому режимі відбувається за низької інтенсивності теплообміну внаслідок високої в'язкості.

Методи досліджень. Дослідження виконано на основі аналізу літературних даних з експериментального вивчення процесів гідродинамічної стійкості протитечійних двофазних потоків в трубах.

Результати і обговорення. В протитечійних масообмінних апаратах з насадкою максимальна інтенсивність протікання масообмінних процесів припадає на режим «емульгування» газо-рідинного потоку, за яким настає режим «захлинення». Аналогічні процеси відбуватимуться і у каналах випарних апаратів за протитечійного руху фаз. Якщо у верхній частині парогенеруючого каналу характер руху наближається до режиму «захлинення», на більшій частині труби стікання плівки рідини супроводжується потужним хвилеутворенням, що і є інтенсифікуючим теплообмін фактором.

Витратні параметри, за якого має місце режим «захлинення» ідентифікується співвідношенням Уолліса [1]

$$n \sqrt{\frac{w_1 \sqrt{\rho_1}}{\sqrt{g D (\rho_1 - \rho_2)}}} + \sqrt{\frac{w_2 \sqrt{\rho_2}}{\sqrt{g D (\rho_1 - \rho_2)}}} = C$$

де n, C - постійні коефіцієнти, які залежать від в'язкості рідини, ρ_1, ρ_2 - густина рідини та пари, відповідно. w_1, w_2 - приведені до діаметра труби швидкості фаз, D - діаметр каналу. Діапазон зміни приведених швидкостей, за яких порушується процес вільного стікання плівки рідини по поверхні труб діаметрами 20 та 30 мм наведено на рис. 1,

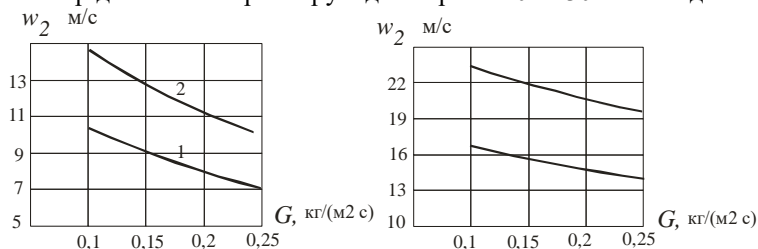


Рис. 1 Залежність швидкості пари «заклинення» від витрати рідини в трубі діаметром А) - 20мм; В) – 30 мм. при атмосферному тиску – 1 бар (1) та під розрідженням 0,5 бар (2).

З графіків видно, що в діапазоні зміни масової витрати рідини, який характерний для роботи плівкових випарних апаратів харчової промисловості, існує широка межа реалізації протитечійного руху фаз (особливо у області розрідження), де можлива інтенсифікація тепловіддачі за рахунок протитечії руху компонентів паро-рідинного потоку в трубних пучках довжиною 4 – 5 м.

Висновки. Активізація процесів поверхневого хвилеутворення на поверхні стікаючих плівок за рахунок реалізації протитечійного руху фаз видається ефективним методом інтенсифікації теплообміну у випарних апаратах з незначною довжиною труб.

5. Heat transfer through a multi-layer, combined with an air layer, enclosing structure, taking into account the thermal effect of solar radiation

Volodymyr MARTEYIUK, Oleksandr NEDBAILO
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. It is necessary to optimize the thermal effect of insolation and the environment on the building by improving its geometric and thermal performance. Passive and coordinated attraction and/or prevention of atmospheric air energy and solar radiation heat, depending on the time of day and seasons, serve as a powerful reserve for increasing the energy efficiency of buildings.

Materials and methods. Such method is mathematical modeling with the solution of a system of differential equations in partial derivatives with appropriate boundary conditions.

On the basis of solving the equations of the mathematical model of the non-stationary complex heat exchange by the method of running for a multi-layered combined enclosing structure with an air layer, it was possible to calculate the thermal and energy integral characteristics for such structures with their different orientations around the world [1].

The air layer is optionally designed for the supply (removal) of heat, and will also perform thermal insulation functions if it is structurally closed. Thermophysical properties of layer materials are taken as reference.

The action of insolation leads to a significant fluctuation of the temperature of the outer surface during the day: from 7°C in the cold period of the year to 14°C in the warm period.

The appearance of areas with positive temperature gradients indicates the possible accumulation of heat in the wall structure at any time of the year.

Neglecting the action of solar radiation reduces the determining values of the temperature of the internal and external surfaces, narrows the range of daily fluctuations of the temperature of the external surface to 1...5°C, and also distorts the heat perception of the wall material.

Minimum temperatures, of course, occur during the dark hours of the day. If in winter it reaches a zero value about 12 hours a day, then at other hours there is a change of sign to the opposite for a long period, which causes the accumulation of heat in the wall structure.

The main reason for this behavior of the functions is the influence of solar radiation, regardless of the time of year. At the same time, if in spring and summer the temperature of the outer surface in 6 hours is greater than that in 24 hours, then in winter and autumn the trend is opposite.

Conclusions. If we assume that the external wall, conventionally with a height of 3 m, corresponds to an internal room with a width of 6 - 7 m, then if solar radiation is not taken into account, we will get an annual specific heat consumption for heating of approximately 50 kWh/(m²·year), which corresponds to modern standards indicators in domestic construction. When using the annual heat of insolation, it is possible to focus on a specific consumption of up to 37 kWh/(m²·year).

References

Басок Б.І., Недбайло О.М., Божко І.К., Мартенюк В.О. Особливості аналітичного розрахунку параметрів теплопередачі через багатшарову огорожувальну конструкцію в нестационарному режимі. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. Т. 42, 2022. С. 46 – 51. DOI: 10.32347/2409-2606.2022.42.33-37

6. Peculiarities of the Decomposition of an Urea Water Solution for Environmental Application

Włodzimierz PRZYBYLSKI, Igor VOLCHYN

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Thermal Energy Technology Institute of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. The use of technologies for flue gas cleaning against sulphur dioxide and nitrogen oxides based on ammonia will allow compliance with the requirements of European Directive 2010/75/EU and Directive 2015/2193/EU regarding emission limit values. They correspond to the principles of HELE (High Efficiency and Low Emission) and Zero Wastes and the conditions of European BAT (Best Available Techniques). But the problems related to the transportation, storage, and use of ammonia as a sorbent due to its toxic properties force the energy companies to look for a replacement. An alternative can be urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ as a source of ammonia. Therefore, studying the peculiarities of the complete decomposition of urea into components (ammonia and carbon dioxide) is an actual task.

Methods. An analysis of the decomposition of urea solution at atmospheric pressure was carried out. The conditions for the effective use of urea as a reagent in boilers for desulphurisation and denitrification of flue gas have been determined.

Results and Discussion. The use of an urea solution (AddBlue) in the processes of selective catalytic reduction and selective non-catalytic reduction of nitrogen oxides experimentally proved that urea, which is well soluble in water, can be a source of ammonia when its thermolysis reaction proceeds sequentially at temperatures above 80 °C with the formation of ammonia and of isocyanic acid: $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{HNCO}$, and hydrolysis reactions of isocyanic acid HNCO in an aqueous solution: $\text{HNCO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$. According to Raoult's law, the release of gas (ammonia) from the liquid into the gas increases as the temperature of the liquid increases. Therefore, the most intensive emission of ammonia occurs during the boiling of the urea solution, which is accompanied by the release of water vapor. It was experimentally determined that when boiling a urea solution, the mass consumption of water is more than 5 times greater than the urea consumption. Since the specific energy of water evaporation is 2454 kJ/kg, for the decomposition of 100 kg per hour of urea, it is necessary to spend energy only on the evaporation of water at least 1227 MJ per hour or 340 kW of thermal capacity, while the content of water in flue gas will increase. The rate of evaporation of water from the surface A can be described by the dependence: $dm/dt = k_e \cdot A \cdot (p_s - p)$, where k_e is the evaporation coefficient; p_s is the pressure of saturated water vapor near the liquid surface, which is a function of the temperature and pressure of the gas phase; p – partial pressure of water steam in gas phase. In the case of using an external flow of water steam as a carrier of ammonia over a vessel with a urea solution heated by an external source, the partial pressure of water p will not be less than p_s . Therefore, there will be no evaporation of boiling water even at temperatures above the boiling point of the solution. The external thermal energy will be spent only on heating fresh urea to the operating temperature, which requires almost 20 times less energy.

Conclusions. The generation of ammonia from a water solution of urea occurs by the thermolysis reaction with the formation of ammonia and isocyanic acid and the subsequent hydrolysis reaction of isocyanic acid to ammonia and carbon dioxide. Ammonia output increases with increasing solution temperature. The use of an external flow of water steam to transport ammonia to the boiler prevents the boiling process of the urea solution, which allows to very reduce the energy consumption for heating the solution and increase the working temperature of the decomposition of the urea solution.

7. Економічна ефективність використання «вихлопної» електричної енергії ТЕЦ промислових підприємств.

Тарас ПРИХОДЬКО, Віталій ФІЛОНЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Предметом дослідження є економічних умов використання «вихлопної» електричної енергії промисловим підприємством (на прикладі цукрового заводу), отриманої від ТЕЦ, укомплектованої турбоагрегатами на базі протитискових парових турбін типу «Р-...».

Матеріали і методи.

- матеріали власних експериментальних досліджень паротурбінних установок;
- фінансова інформація енергоринку України.

Результати та обговорення.

Вирішення цієї проблеми набуває актуальності для підприємства, які мають або отримують в результаті реконструкції взаємну не збалансованість обсягів споживання теплової та електричної енергії і як експлуатаційний наслідок – наявність в структурі генерації в ТЕЦ «теплофікаційної» електроенергії, що має ККД з її відпуску не нижче 80 %, частки (до 15-20 %) «вихлопної електроенергії», що має ККД генерації не вище 22 %.

Оскільки, функціонально в системі ПСУ виділити «вихлопну» частину електроенергії неможливо, то визначено середньо-вагову заводську собівартість «змішаної» електроенергії, складовими якої є частково «теплофікаційна» і частково «вихлопна», рис. 1.

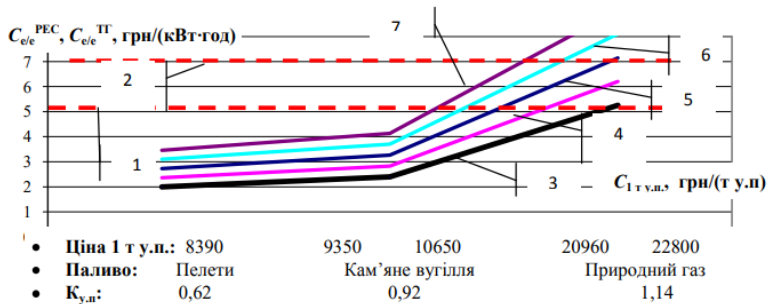


Рис. 1. Співставлення цін електричної енергії:

1,2 – вартість e/e від РЕС; 3,4,5,6,7,8 – заводська собівартість e/e, залежно від частки «вихлопної» e/e в її структурі: 3- 0%; 4- 5 %; 5- 10 %; 6- 15 %; 7- 20 %.

Як засвідчує рис. 1, підприємства можуть собі дозволити удосконалювати систему тепло споживання, знижуючи питоме споживання теплової енергії, і виходити за межі балансової невідповідності тепло- та (допускаючи вихлоп частини відпрацьованої в паровій турбіні пари в атмосферу) і не купувати e/e в РЕС, лише за умови ринкової вартості закупівлі палива, ціна 1 т у.п. якого, не перевищує 9200 грн/(т у.п.).

Висновок. Заводська собівартість вихлопної електроенергії ніяк не залежить від параметрів (початкових і кінцевих) роботи турбоагрегату, а залежить виключно від вартості палива та експлуатаційних витрат. Фінансову доцільність допуску частки «вихлопної» електроенергії власної генерації в ТЕЦ визначає співвідношення закупівельних цін на паливо і електроенергію від енергосистеми (РЕС).

8. Інтеграція теплового насоса 250 кВт в систему теплопостачання та повітряного опалення гіпермаркету

Павло ВИХРИЩУК, Олександр ГОЛУБ, Марія МИРОШНИК, Олександр РЯБЧУК
Національний університет харчових технологій. Київ Україна

Вступ. Системи теплопостачання гіпермаркетів побудовані на власних газових котельнях чи теплопунктах, теплоносієм в яких є гаряча вода з теплових мереж або з центральних котельень ТРЦ. Важливим фактором енергозбереження є раціональне використання вторинних енергоресурсів центральних систем холодопостачання – теплоти холодильних парів.

Матеріали та методи. Виконано аналіз існуючих схем теплопостачання гіпермаркетів, проведено порівняння різних варіантів теплопостачання. Розроблений проект теплопостачання гіпермаркету з встановленням теплового насоса потужністю 250 кВт.

Результати та обговорення. Холодильна установка, що працює на охолодження торгових меблів та камер гіпермаркетів, цілодобово протягом року генерує велику кількість низькопотенційного тепла, тепловий потенціал $+30...+45$ °С, чого не достатньо для традиційних систем опалення. Для підвищення теплового потенціалу доцільно використати тепловий насос. Переваги такого ТН в тому що потенціал теплоти набагато вищий в порівнянні з повітрям (до -25 °С) та ґрунтовими водами (до 0 °С). Використання такого високого потенціалу теплоти як низькопотенційного джерела теплоти для ТН дозволяє отримати COP 7,5.

Розроблений проект модернізації системи холодопостачання гіпермаркету та виконано впровадження з встановленням теплового насоса, потужністю 250 кВт, та графік роботи встановленого ТН зображено на рис.1. Джерелом низькопотенційної теплоти, для теплового насоса є пари холодоагента, що дає змогу не лише обігрівати приміщення, а й зменшувати викиди тепла та шкідливих речовин в навколишнє середовище.



Рис. 1. Графік роботи встановленого теплового насоса

Висновки. Проект можна впроваджувати для систем теплопостачання об'єктів, де використовується системи централізованого холодопостачання. Використовуючи тепло отримане від ТН, зменшується споживання енергоресурсів та негативний вплив на навколишнє середовище від роботи котельні та холодильної станції.

**9. Модернізація відкритого торгівельного холодильного обладнання:
 встановлення дверей з енергозберігаючими склопакетами**

Артем ФЕДОРИШИН, Марія МИРОШНИК, Олександр РЯБЧУК

Національний університет харчових технологій. Київ Україна

Вступ. Близько 40% електроенергії, споживаної супермаркетами, витрачаються на роботу холодильного обладнання. Різниця температури повітря в приміщенні і всередині відкритого торгівельного холодильного обладнання складає в середньому 18. Встановивши на холодильне обладнання кришки або дверцята з енергозберігаючими склопакетами, можна значно зменшити енергоспоживання.

Матеріали та методи. Виконано аналіз існуючого холодильного торгівельного обладнання та виробників енергозберігаючих дверей для нього, проведено порівняння різних варіантів. Розроблений проект.

Результати та обговорення. З метою зменшення витрати енергоресурсів, а саме, електроенергії споживаної холодильними установками розроблений проект з встановлення скляних дверей на холодильне торгівельне обладнання.

Для реалізації проекту необхідно виконати модернізацію конструктиву холодильного обладнання, встановити двері з енергозберігаючими склопакетами та виконати налаштування автоматики обладнання де заплановано встановлення дверей і холодильних установок. На рис.1 та рис.2 наведені графіки споживання електроенергії холодильним обладнанням до та після встановлення енергозберігаючих дверей.

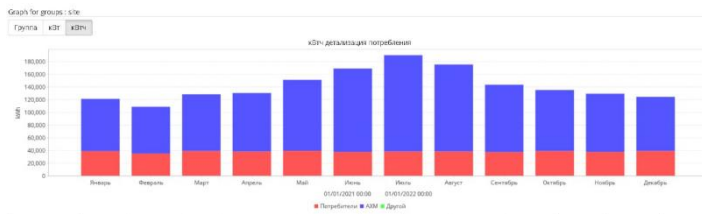


Рис. 1. Графік енергоспоживання холодильним обладнанням до модернізації



Рис. 2. Графік енергоспоживання холодильним обладнанням після модернізації

Висновки. При встановленні дверей споживання «холоду» зменшується на 40%. Реалізовані заходи дозволяють зменшити споживання електроенергії холодильними установками, зменшити напрацювання роботи холодильного обладнання та витрату теплоти на установки повітряного опалення. Термін окупності запропонованого технічного рішення складає менше двох років.

10. Вимірювання температури за наявності потужних променевих полів

Алла ФРАНЦІШКО, Марія МИРОШНИК

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оскільки спай термопар є учасником комплексного теплообміну, температура термопар у загальному випадку може не дорівнювати фактичній температурі вимірюваного середовища. Це обумовлене тим, що термопара, як така, може абсорбувати і одночасно віддавати тепло, набуваючи при цьому власної температури, відмінної від температури потоку димових газів, що її обтікають.

Матеріали і методи. У багатьох працях переважно розглядається питання вимірювання температури у процесах горіння у межах факела чи поблизу нього при наявності охолоджуваних стінок, а також при вимірюванні температури порівняно холодних потоків газу при наявності високотемпературних огорожень, які знаходяться у прямій експозиції до термопар.

Результати та обговорення. Якщо термопара вимірює температуру газового потоку поза світним факелом, то її покази вірогідно даватимуть завищені значення температури, оскільки корольок термопарі сприйматиме променевий потік від факела. Оскільки, як відомо, густина променевого потоку пропорційна 4-й степені температури, очевидно, що при вимірюванні високотемпературних процесів вплив променевого потоку буде значним, і корольок термопарі випромінюватиме значно інтенсивніше, ніж сприйматиме конвективний потік теплоти. Це особливо характерно для вимірювань у безпосередній близькості від факела, коли навколишнє середовище має нижчу температуру має можливість поглинати променевий потік, тобто є оптично частково проникним, або у випадку, коли навколо потоку наявні стінки, що мають нижчу, ніж сам факел температуру. Шеннон та Батлер наводять математичну модель, що враховує тепловий баланс королька термопарі:

$$\left[\varepsilon_{\text{факела}} \sigma T_{\text{факела}}^4 - \varepsilon_{\text{королька}} \sigma T_{\text{королька}}^4 \right] \cdot F_{\text{факел-корольок}} - \left[\varepsilon_{\text{королька}} \sigma T_{\text{королька}}^4 - \varepsilon_{\infty} \sigma T_{\infty}^4 \right] \cdot (1 - F_{\text{корольок}}) = \\ = \alpha A_{\text{королька}} (T_{\text{возд}} - T_{\text{королька}}) \text{ де } -F \text{ функція, що враховує взаємне опромінення.}$$

Прийнято гранично спрощену модель, згідно з якою вважається, що термопара за допомогою випромінення віддає усе тепло, отримане конвекцією від потоку:

$$(T_{\text{факела}} - T_{\text{королька}}) = \frac{\sigma \varepsilon}{\alpha} (T_{\text{королька}}^4 - T_{\infty}^4)$$

Комбінуючи (1) та (2), можна приблизно визначити похибку показів термопарі від перевипромінення:

$$(T_{\text{факела}} - T_{\text{королька}}) \sim \frac{d^{0.55}}{U^{0.45}} (T_{\text{королька}} - T_{\infty})$$

Висновок. З аналізу наведеного співвідношення очевидними є наступні висновки: зменшення похибки може бути досягнуте за рахунок зменшення королька термопарі або зменшення частки променевого теплообміну між газовим потоком та корольком.

11. Моделювання радіаційного теплообміну

Алла ФРАНЦІШКО, Марія МИРОШНИК

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У високотемпературних процесах, до яких належать і процеси спалювання біомаси, радіаційний теплообмін виявляється домінантним у сенсі перенесення теплоти. Процес горіння твердого палива у факелі, який по своїй сутності являється суперпозицією процесів аеродинаміки, масообміну, хімічної взаємодії і теплообміну, процесів, які включають конвективну та радіаційну складову.

Матеріали і методи. Відомо, що рівняння перенесення променевої енергії має вигляд:

$$\frac{dI_{\lambda}}{ds} = -(K_{a\lambda} + K_{s\lambda})I_{\lambda} + K_{a\lambda}I_{b\lambda} + \frac{K_{s\lambda}}{4\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{4\pi} \Phi(\vec{s}' - \vec{s}; \lambda' - \lambda) I_{\lambda}'(\vec{s}') d\Omega' d\lambda' / 4\pi$$

де - I_{λ} , $I_{b\lambda}$ спектральна радіаційна інтенсивність газу та абсолютно чорного випромінювача, відповідно; $K_{a\lambda}$, $K_{s\lambda}$ - спектральний коефіцієнт поглинання та розсіяння середовища, відповідно.

Усі величини беруться при довжині хвилі λ і є постійними на певній смужці довжин хвиль $\lambda + d\lambda$; $\Phi(\vec{s}' - \vec{s}; \lambda' - \lambda) I_{\lambda}' d\Omega' d\lambda' / 4\pi$ - враховує вірогідність того, що випромінювання відбувається у межах напрямку $\vec{s}' - \vec{s}$, на довжині хвилі λ у діапазоні довжин хвиль $\lambda' - \lambda$, у межах тілесного кута $d\Omega'$;

$K_{e\lambda}$ - коефіцієнт випромінювання газового середовища на довжині хвилі λ' ,

$(K_{a\lambda} + K_{s\lambda})I_{\lambda}$ - визначає зниження інтенсивності випромінювання, що надходить до контрольного об'єму, внаслідок поглинання частини випромінювання у об'ємі та розсіяння частини енергії при проходженні променями відтинку шляху ds ;

$I_{\lambda}' = K_{e\lambda}I_{b\lambda}$ - відображає інтенсивність власного випромінювання контрольним об'ємом.

Результати та обговорення. Як наслідок, з певними припущеннями, отримуємо рівняння згідно із законом Кірхгофа для певної частоти випромінювання (довжини хвилі) коефіцієнти випромінювання та поглинання є рівними, $K_{a\lambda} = K_{e\lambda}$. По відношенню до продуктів згорання справедливим є припущення щодо можливості нехтування незначним розсіюванням падаючого випромінювання ($K_{s\lambda} = 0$), тобто подвійним інтегралом у рівнянні (1) можна знехтувати, тоді рівняння (1) після інтегрування по усьому діапазоні довжин хвиль і за припущення, що $K_{a\lambda}$ та $K_{e\lambda}$ є постійними в усьому діапазоні довжин хвиль (K), набуде вигляду:

$$\frac{dI}{ds} = -KI + K \left(\sigma_0 \frac{T^4}{\pi} \right)$$

де- σ_0 - постійна Стефана-Больцмана,

I_b - інтенсивність випромінювання абсолютно чорного випромінювача.

Висновки. Тобто після певних перетворень після застосування теореми Гауса-Остроградського, отримаємо

$$\int_{\Delta\Omega_i} \int_{\Delta A} I_i(\vec{s}_i, \vec{n}) dA d\Omega_i = \int_{\Delta\Omega_i} \int_{\Delta V} [-KI + K(I_b)] dV d\Omega_i$$

12. Біометан, як джерело енергетичної незалежності України

Дмитро ОСТАПЕНКО, Володимир БОЙКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Внаслідок повномасштабного вторгнення, весною та літом минулого року суспільство спіткала справжня паливна криза, що вдарила не тільки по транспортній галузі, але і частково «паралізувала» промисловість та сільськогосподарський сектор (зокрема, виникли проблеми і з посівною кампанією, що є життєво важливим не тільки для України, а і для десятків країн, у які ми експортуємо дану продукцію). Ринок моторних палив в Україні потребує диверсифікації разом з поступовим підвищенням частки відновлюваних видів палив.

Методи досліджень. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи.

Результати та обговорення. За даними Біоенергетичної асоціації України [1]: близько 80% усіх рідких моторних палив споживається на автомобільному транспорті, близько 14% – в сільському господарстві. Частка рідких біопалив (біоетанол та/або біодизель) складала лише 1%. Біогаз/біометан на транспорті в Україні досі не використовується. Існуюча Енергетична стратегія України до 2035 р. [2] не містить в собі жодних згадок про біометан як такий, та на транспорті, зокрема. Останнім часом активно лобіюється споживання біоетанолу та біодизелю, без акцентування окремої уваги на біометані. Очевидною є необхідність розробки та впровадження в Україні механізмів фінансового та інших видів стимулювання виробництва та споживання біометану як моторного палива. Варто скористатись досвідом країн, де біометан на транспорті активно розвивається (Швеція, Італія, Фінляндія, Естонія). Біометан, як близький аналог природного газу може використовуватися для виробництва теплової та електричної енергії, а також в побуті та як сировина для хімічної промисловості. Оцінений потенціал виробництва біометану близько 10 млрд м³/рік є достатнім, щоб повністю покрити довоєнні потреби в імпорті. Виробництво біометану відповідає ідеї циркулярної економіки, оскільки воно перетворює потоки побічної продукції сільського господарства або промислових та побутових відходів в енергію, одночасно забезпечуючи рециркуляцію поживних речовин до сільськогосподарських угідь, яких у нашій державі значна кількість.

Висновки. Отож, використання біометану в якості моторного палива для комунального транспорту та в сільському господарстві, це відмінна можливість для сільгоспвиробників отримувати паливо за рахунок відходів і вторинних продуктів власного виробництва. Використання біометану як палива для громадського транспорту може значно поліпшити забруднення повітря у великих містах.

Біометан можна використовувати у всіх двигунах, що працюють на природному газі. На ринку представлено багато сучасних газових двигунів для автомобілів, важких транспортних засобів, кораблів і поїздів, які можуть працювати на біометані.

В Україні існують традиції використання стисненого природного газу (СПГ) у якості моторного палива для автобусів та важких транспортних засобів. Понад 200 тисяч автомобілів працювали на СПГ, існує досить добре розвинена мережа з приблизно 300 заправних станцій, що розповсюджені по всій країні. Це створює гарну інфраструктурну базу для подальшого розвитку в даному напрямку.

Література:

1. Перспективи виробництва біометану в Україні Аналітична записка UABIO № 29 Гелетука Г.Г., Кучерук П.П., Матвєєв Ю.Б. URL: <https://uabio.org/materials/uabio-analytics/> (дата звернення 18.03.2023).
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» від 18.08.2017 № 605-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (дата звернення 18.03.2023).
3. Потенційні ринки споживання біометану в Україні. URL: <https://saf.org.ua/news/581/> (дата звернення 18.03.2023).

13. Еко-дизайн та сталий розвиток у контексті післявоєнної відбудови України

Роман ГРИЩЕНКО, Андрій ФОРСЮК, Дмитро ОСТАПЕНКО
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Триває динамічний розвиток проектної діяльності у результаті чого більшість парадигм проектування були переглянуті. Зокрема, серйозних змін зазнав нормативний підхід до дизайну та ергономіки. Вони зближуються в областях теорії та методології проектування. Частково завдяки програмам оцінки відповідності та кодексам зеленого будівництва (DGNB, BREEAM, LEED)

Матеріали та методи. Метою роботи є визначення шляхів реалізації принципів та цілей SDGs (Sustainable Development Goal's) у контексті еко-проектування на рівні містобудування, проектування окремих будівель, підприємств, а також промислово-міських агломерацій.

Результати та обговорення. У рамках нашої держави зусилля щодо розширення концепції еко-проектування «sustainability design» у містах, вимагатимуть значних інвестицій: модернізація та підвищення енергоефективності існуючого будівельного фонду та обладнання; розвиток нових інфраструктурних систем, зокрема в енергетичному та транспортному секторах; інноваційні дослідження та розробки в нових «зелених» технологіях.



Рис. 1. Структура викликів та можливостей сталого дизайну

У кожній групі може бути одне або кілька різних актуальних питань (наприклад: енергоефективність, якість повітря чи води, тверді відходи і т.д.). Для кожної групи планується обговорити державну політику, яка може застосовуватися для вирішення проблеми, і потенційні економічні наслідки, хоча для кращого кількісного визначення таких ефектів потрібен більш глибокий аналіз. Там, де можливо, також будуть наведені докази економічної вигоди від заходів адаптації до зміни клімату, а також функціональної адаптації будівель.

Висновки. Вивчивши відповідні заяви Президента, представників Уряду та Верховної Ради України, а також позиції міжнародних партнерів можливо зробити висновок, що *головна вимога: відбудова нашої держави – це не повернення до довоєнного стану, а повноцінна розбудова та інтегрування до Європейського співтовариства, на засадах сталого розвитку та з урахуванням Європейського зеленого курсу, що також є запорукою виконання Копенгагенських критеріїв вступу до ЄС. Тому реалізація основних принципів еко-дизайну, сталого розвитку, а також кодексів зеленого будівництва набирає більш широкого масштабу.*

14. Рекомендації щодо використання нових та існуючих технологій термічної переробки палив з твердих побутових відходів для виробництва теплової та електричної енергії

Софія БОЙКО, Людмила ГАПОНІЧ

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні накопичено та продовжує накопичуватись значна кількість несортованих твердих побутових відходів (ТПВ), що зберігаються на тисячах полігонів, більшість з яких є несанкціонованими звалищами сміття. Кількість ТПВ на особу, що щорічно утворюється, приблизно становить 300 кг.

Результати та обговорення. Сьогодні в Україні переробляють тільки близько 5% ТПВ, в тому числі піддають термічній переробці близько 2%. Але за Національною стратегією управління відходами в Україні до 2030 р. рівень переробки ТПВ має бути збільшеним до 50%, в тому числі їх термічної переробки – до 10%. Цих показників планується досягти будівництвом нових заводів термічної утилізації ТПВ.

Основна тенденція в управлінні ТПВ в країнах ЄС полягає у їх комплексній переробці – окремому збиранні, сортуванні, механіко-біологічній обробці, компостуванні/анаеробному зброджуванні фракцій ТПВ, що біологічно розкладаються, та виробництві RDF з фракцій ТПВ, що залишилися. Виробництво та використання в енергетиці RDF здатне частково замінити дефіцитні в Україні органічні палива при виробництві електроенергії та теплоти.

Висновки. Рекомендації щодо використання нових та існуючих технологій термічної переробки таких палив в енергетиці з урахуванням екологічних вимог ЄС наступні. 1. **Спалювання несортованого ТПВ у щільному шарі на решітці** слід вважати застарілим. Воно потребує значних витрат природного газу на підтримання спалювання відходів, не забезпечує якості золошлакових відходів, необхідної для їх подальшого використання. Метод слід вважати неперспективним для поширення в Україні з огляду на відсутність можливості інтеграції в концепцію «роздільного збирання» та ресайклінгу; можливим є застосування лише за певних умов: глибоке очищення продуктів згоряння і т.п. 2. **Спалювання RDF у щільному/рухомому шарі на решітці** слід вважати можливим та перспективним засобом утилізації палив з ТПВ з огляду на відпрацьованість процесу, його дешевизну та надійність роботи обладнання. Водночас, необхідною вимогою впровадження є укомплектування таких заводів очисним обладнанням (від викидів оксидів азоту, двооксиду сірки та пилу). 3. Незважаючи на привабливість отримання синтез-газу та вторинних субпродуктів (металів тощо), перспектива впровадження **парокисневої газифікації несортованих ТПВ** в Україні вкрай обмежена з огляду на відсутність можливості інтеграції в концепцію «роздільного збирання» та значних фінансових витрат. **Газифікація RDF у циркулюючому киплячому шарі** на повітряному дутті є помірно перспективною у зв'язку із складністю організації стабільних експлуатаційних показників обладнання. Рішення щодо впровадження технології потребує ретельного аналізу в рамках ТЕО для обраних локальних умов. **Газифікацію RDF у киплячому шарі** з розвиненою внутрішньою циркуляцією на повітряному дутті та формуванням шлаку слід вважати перспективною для впровадження в Україні з урахуванням відпрацьованої потужності установок. 4. **Технологія спалювання RDF у циркулюючому киплячому шарі** є перспективною для впровадження в Україні в межах відпрацьованої потужності установок, у тому числі значної потужності.

15. Енергомодельовання – сучасний інструмент синтезу ефективних систем теплохолодопостачання

Ілля ЯРОШЕВСЬКИЙ, Сергій САМІЙЛЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення енергоефективності та зменшення негативного впливу на довкілля шляхом зменшення споживання енергії і зниження вуглецевого сліду є одними з найактуальніших питань сьогодення. Впровадження комбінованих систем теплохолодопостачання на базі теплових насосів дозволяє скоротити витрати енергії до 50%, позбуваючись залежності від викопних видів палива, як основних джерел теплової енергії. При цьому знижуються викиди вуглекислого газу, який утворюється у процесі згорання палива.

Матеріали та методи. Розроблення ефективних схем теплохолодопостачання вимагає системного аналізу внутрішніх та зовнішніх факторів, які впливають на енергоспоживання будівель. Ефективним методом створення таких систем є енергетичне моделювання з використанням спеціального програмного забезпечення, як, наприклад, DesignBuilder, що дозволяє проводити аналіз різних сценаріїв роботи системи та оцінювати її ефективність.

Результати. У роботі розглянуто синтез та аналіз незалежної системи теплохолодопостачання під час будівництва нового кварталу з будівлями різного цільового призначення. Динамічне енергомодельовання за допомогою програмного забезпечення DesignBuilder дозволило розрахувати енергетичні характеристики комплексу й, відповідно, спрогнозувати необхідне енергоспоживання. Для впровадження оптимальних рішень щодо кожної окремої будівлі комплексу моделювання відбувалося з урахуванням її типу та функціонального призначення.

Результати моделювання (рис.1, рис.2) можуть бути візуалізовані в різних форматах, що покращує їх сприйняття та сприяє комплексній оцінці великого масиву даних.

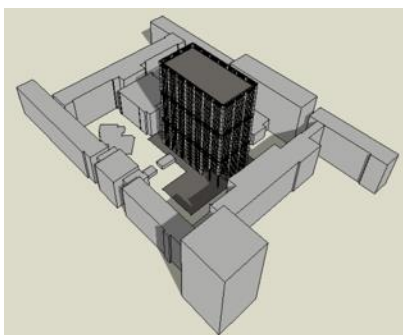


Рис.1. Енергетична модель будівлі

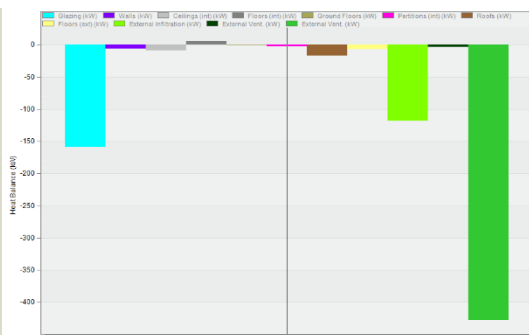


Рис.2. Складові тепловтрати при розрахунку навантаження на систему опалення

Висновки. Енергетичне моделювання, як комплексний багатоваріантний енергетичний аналіз, є першим і обов'язковим етапом синтезу сучасних енергоефективних систем теплохолодопостачання. Даний інноваційний інструмент створює обґрунтовані передумови для наступного етапу, що передбачає порівняльний аналіз альтернативних параметричних та схемних рішень.

16. Дігестат і його роль в біоенергетиці

Максим ВІГОВСЬКИЙ, Наталія ІВАЩЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні на кінець 2021 року були побудовані та мали досвід експлуатації 77 біогазових підприємств [1]. Середній термін їх окупність становить близько 10 років. Підвищити ефективність біогазової промисловості може використання дігестату — залишкам виробництва біогазу з органічної маси .

Матеріали та методи. *Аналіз наукової літератури та інформаційних електронних ресурсів щодо розробки та впровадження ефективних технологій переробки органічних відходів та їх використання для підвищення родючості ґрунтів.*

Результати. *В біогазових установках під час реакції утворюється біогаз і дігестат. Причому вихід останнього не набагато менший за вагу біомаси, яка подається в біогазові установку. Так, з 1 т силосу кукурудзи утворюється 780 кг дігестату, 1 т курячого посліду — 890 кг, 1 т жому — 910 кг, гною ВРХ — 920 кг, а гноївки свиней — 990 кг. На кожний мегават потужності біогазової установки за рік утворюється 40–50 тис. т такого дігестату [2]. Дігестат містить такі компоненти: азот — 2,3–4,2 кг/т, фосфор — 0,2–1,5 кг/т, калій — 1,3–5,2 кг/т. Така субстанція близька за хімічним складом до компосту. Першим підприємством України, що використало дігестат в якості добрива (2020 р.), стала компанія «МХП». Дослідження впливу анаеробного зброджування сировини органічного походження мають високий удобрювальний потенціал, особливо на кислих ґрунтах, з огляду на їх лужну реакцію [3]. Відходи біогазових установок характеризуються низькою зольністю та високим вмістом загального вуглецю.*

Висновок Подальший розвиток ринку біогазової промисловості є одним з важливіших напрямків роботи для енергонезалежності України. За умов правильного менеджменту живлення (підтримання та відновлення родючості ґрунту, використання добрив у сівозміні, визначенні параметрів колообігу елементів живлення з врахуванням зон вирощування і специфіки різних сільськогосподарських культур та охорони довкілля), дігестат може зайняти суттєвий сегмент ринку органічних добрив. Використання дігестату дозволяє суттєво підвищити ефективність біогазової промисловості, відміна державної реєстрації такого добрива суттєво спрощує діяльність біогазових установок і робить дігестат більш доступним.

Література

1. Перспективи виробництва біометану в Україні. Аналітична записка UABIO № 29 Гелетуха Г.Г., Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б. Вересень 2022 . Режим доступу <https://uabio.org/wp-content/uploads/2022/09/UA-Position-paper-UABIO-29.pdf>

2. Малиновський Б. Добрива з біогазових установок, особливості застосування дігестатів – Пропозиція. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yak-u-biogazovyh-ustanovkah-dobryvo-vyrobyayut>

3. Skryl'nyk J., Kutova A., Getmanenko V. Influence of anaerobic fermentation of organic waste to change the content of biogenic elements in the effluent biogas plant. *Visnyk agrarnoi nauky.* 2020. Vol. 98, no. 3. P. 71–76. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-10>

17. Біоенергетика на шляху до енергонезалежності країни.

Олексій Плакся, Наталія Іващенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання залишків сільськогосподарської діяльності для виробництва теплової енергії в Україні – вкрай важлива задача, яка нерозривно пов'язана з вирішенням питань енергетичної безпеки країни.

Матеріали і методи. Аналіз наукової літератури та інформаційних електронних ресурсів щодо сучасної ситуації та перспектив розвитку отримання біогазу та біометану з різних видів біомаси.

Результати. Енергетична Стратегія України ставить амбітну мету досягти 11 млн т н.е. з біомаси, біопалива та відходів у загальному постачанні первинної енергії у 2035 році.

Порівнюємо вартості основних видів палива і енергії в Україні:

Вид палива	Середня вартість (в т.ч. Вартість ГДж енергії транспортування та ПДВ)		Вартість ГДж енергії з ПДВ, грн
Природний газ (населення)	7 420	грн/тис.м ³	221
Природний газ (промисловість)	40 000	грн/тис.м ³	1194
Вугілля	10 800	грн/т	432
Гранули з лузги	7 000	грн/т	400
Стебла кукурудзи в тюках (Wp=15%)	2 000	грн/т	137
Деревна щепка (Wp=40%)	2 500	грн/т	238
Гранули з деревини	9 000	грн/т	529

З урахуванням вартості палива станом на листопад 2022 р, показана вартість одиниці енергії палива (відношення теплоти згоряння палива до середньої вартості палива). Найдорожчим для індивідуального споживача буде опалюватися вугіллям та гранулами з деревини. Економічно привабливішим варіантом є опалення деревною щепкою або стеблами кукурудзи [1].

До найбільш поширених видів біомаси, які використовують в Україні в якості сировини для отримання палива і використання його з метою генерування електричної або теплової енергії, відносять 12 видів, основа яких складається переважно з біомаси аграрного походження. Біля 49% від нього складають пожнивні решки. Перелік видів сировини, що використовується для виробництва біогазу, обмежується 5-ма основними видами, а саме: гній свиней, гній ВРХ, послід курячий, жом цукрових буряків та силос кукурудзи. За оцінкою UABIO, сумарне споживання даних видів сировини складає близько 97% за свіжою масою, а сумарна частка виробленого біогазу з них – біля 92%. Найбільший обсяг біогазу виробляється наразі з жому цукрових буряків (39,8%) та силосу кукурудзи (38,4%). У порівняно незначних кількостях також використовується полова зернових, меляса, жилові флотошлами та деякі інші види сировини.

Висновок виробництво біогазу та біометану із залишків агропродукції може сприяти енергетичній незалежності.

Література

1. Перспективи виробництва біометану в Україні. Аналітична записка UABIO № 29 Гелетуха Г.Г., Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б. Вересень 2022. Режим доступу <https://uabio.org/wp-content/uploads/2022/09/UA-Position-paper-UABIO-29.pdf>

Дослідження гідродинамічних режимів груп циліндричних струменів рідини під час конденсації пари за протетечійного руху парового потоку

Михайло КОРЧИНСЬКИЙ, Володимир БОНДАР, Олексій ПИЛИПЕНКО
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено комплексне теплогідравлічне дослідження процесу конденсації пари з парогазової суміші на поверхні групи циліндричних вільностікаючих струменів рідини з метою визначення граничних гідродинамічних режимів руху.

Матеріали та методи. Досліджувався процес конденсації водяної пари з парогазової суміші на групах циліндричних струменів води за протетечійного руху фаз в діапазоні змін параметрів потоків характерних для харчової промисловості.

Результати та обговорення. Одним із шляхів зменшення металоємності існуючого теплообмінного обладнання харчової промисловості та підвищення його енергоефективності є використання апаратів із безпосереднім контактом фаз. Але на даний момент часу дослідження теплообміну та гідродинамічних характеристик для групи вільностікаючих струменях рідини, що витікають через циліндричні розподільчі пристрої, в діапазоні змін параметрів характерних для теплообмінних апаратів харчової промисловості практично не проводились. І всі існуючі методики розрахунку, внаслідок складності обрахунку поверхні теплообміну диспергованих струменів рідини, рекомендовано використовувати тільки для суцільних струменів рідини. Тому задача визначення меж існування суцільності струменів та встановлення залежностей для розрахунку граничних гідродинамічних режимів досить актуальна. Для проведення експериментального дослідження була спроектована та виготовлена установка, яка змонтована на кафедрі ТЕХТ НУХТ. Під час проведення експерименту досліджувався процес теплообміну під час конденсації водяної пари на поверхні групи циліндричних струменів рідини. Було встановлено, що зі зміною параметрів потоків суцільність струменів рідини зазнавала змін. Так із збільшенням параметрів набігаючого потоку водяної пари група струменів на початку коливалася, поодинокі струмені зливалися між собою, а потім руйнувалися та виносились паровим потоком. А так як дослідження теплообміну необхідно проводити тільки на суцільних струменях рідини, то на початку дослідження необхідно було визначити межі змін параметрів парорідинного потоку, при яких починається диспергування струменів, та на основі отриманих даних розробити закономірності зміни границь існування суцільності та початку руйнування струменя, які дозволять встановити межі використання результатів експериментальних досліджень.

Висновки Отримані результати гідродинамічного дослідження процесу конденсації пари на групах циліндричних струменів рідини дозволять встановити межі використання існуючих методик розрахунку, та розробити нові. Отримані результати теплогідравлічного дослідження також можна використовувати під час проектування тепломасообмінних апаратів з безпосереднім контактом фаз

18.2.

Electricity industry

Chairperson – professor S.M. Baliuta

Secretary – I. Ye. Isvolenskyi

18.2.

Електропостачання промислових підприємств

Голова – професор С.М. Балюта

Секретар – старший викладач І.Є. Изволенський

Герої енергетичного фронту

Роман Кухарик, Петро Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Основною ціллю артилерійських та ракетних атак з боку РФ стали розподільчі мережі(обленерго), магістральні мережі (Укренерго) та об'єкти генерації(ТЕЦ, ТЕС, ГЕС). Внаслідок обстрілів у системі було пошкоджено 50 % електричних мереж країни. Найбільших уражень зазнали північний, південний, східний та західний регіони. Під час війни внаслідок артилерійських обстрілів були пошкоджені електромережі (обленерго): 1. ДТЕК Київські РЕМ; 2. ДТЕК Донецькі електромережі; 3. АТ «Харківобленерго»; 4. АТ «Херсонобленерго»; 5. АТ «Миколаївобленерго»; 6. ПАТ «Запоріжжяобленерго»; 7. АТ «Чернігівобленерго»; 8. ВАТ «Сумиобленерго». Пошкодження магістральних електричних мереж (УКРЕНЕРГО): Найбільших пошкоджень зазнали північні, південні, східні та західні регіони. Пошкоджено близько 30 підстанцій різної напруги.



Пошкодження об'єктів енергетичної інфраструктури

російська федерація випустили по енергетичним об'єктам орієнтовно 700 дронів, ракет і незліченну кількість артилерійських снарядів. Ворог майже повністю зруйнував інфраструктуру Донецької, Херсонської, Луганської та Харківської областей. Важка ситуація також у Київській, Чернігівській, Сумській та Одеській областях. Фахівці системи генерації(ТЕЦ, ТЕС), системи передачі(Укренерго) та системи розподілу(обленерго) відновлювали електропостачання клієнтів під обстрілами.

Відновлення електричних мереж, які найбільш постраждали:

Херсонська область. Після звільнення міста Херсону, фахівці «Херсонобленерго» у складних умовах воєнного часу працювали над відновленням електропостачання в області. Працювали з побратимами-енергетиками з «Кіровоградобленерго», «Чернівціобленерго», «Житомиробленерго» та «Рівнеобленерго». Електроенергія в оселі херсонців, з'явилася 26 листопада 2022 року.



Миколаївська область. Фахівці «Миколаївобленерго» у складних умовах воєнного часу працювали над відновленням електропостачання в області. Працювали з побратимами-енергетиками з ПАТ "Черкасиобленерго", "Львівобленерго", "Прикарпаттяобленерго", АТ "Хмельницьобленерго", ВАТ "Тернопільобленерго».



Герої енергетики, які відновлюють електропостачання

Донецька та Запорізька області. Найскладніша ситуація з відновлення електропостачання спостерігається в Донецькій та Запорізькій областях. Енергетики ДТЕК Донецькі електромережі та ПАТ "Запоріжжяобленерго" під постійними обстрілами відновлюють подачу електроенергії.



Герої енергетики, які відновлюють електропостачання

Харківська область.



Герої енергетики, що відновлюють подачу електроенергії

Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. – Київ: НУХТ. – Ч.2.

Укренерго. Фахівці "Укренерго" відновили електроживлення на підстанції 750, 550, 330, 220 кВ.



Героїв енергетики, які відновлюють електропостачання ТП 330/110 кВ

Міжнародна допомога західних партнерів. Західні партнери допомагають трансформаторами та іншим електротехнічним обладнанням. Обладнання необхідне для відновлення електропостачання деокупованих територій та населених пунктів, які найбільше постраждали під час бойових дій.



Міжнародна допомога західних партнерів

Ремонтні роботи тривають цілодобово. Енергетики роблять усе можливе, аби в українців була електроенергія. Зокрема – ризикують життям. За 2022 рік загинуло під час виконання службових обов'язків 98 енергетиків, поранено – вдвічі більше. Такою є ціна кожного кіловату електроенергії.

За час війни енергетики відзначені високими державними нагородами, за виконання професійного обов'язку.

Ваш подвиг завжди залишиться в наших серцях. Слава Україні!!!

Дослідження частотно-регульованого електроприводу насоса водогрійного котла

Василь Йовбак, Максим Кондрашевський, Сергій Балюта
Національний університет харчових технологій

Вступ. Використання асинхронного електроприводу (АЕП) з перетворювачем частоти (ПЧ) відкриває нову технологію енергозбереження, оскільки забезпечує економію електроенергії та підвищення надійності систем водозабезпечення.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є частотно-регульований асинхронний електропривод живильного насоса K150-125-315 водогрійного котла на базі ПЧ МІКРО-MASTERvektor та АД марки 4A200L4У3. Розрахункові дослідження проводилася шляхом імітаційного моделювання в середовищі Matlab-simulink.

Результати та обговорення. Визначені параметри елементів силової схеми ЕП, розраховані механічні характеристики насосного агрегату та АЕП з ПЧ при квадратичному законі частотного регулювання (рис. 1).

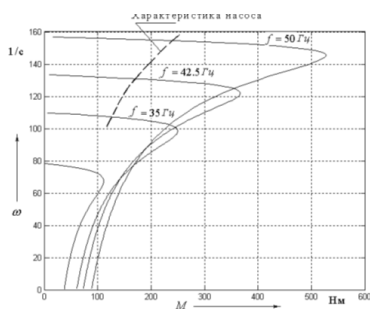


Рис. 1. Механічні характеристики електроприводу з ПЧ та живильного насоса

В середовищі Matlab-simulink розроблено імітаційну модель ЕП та здійснено моделювання перехідних процесів при прямому та частотному пуску. Отримані динамічні характеристики системи у вигляді осцилограм фазних струмів статорної обмотки і годографів вектора напруги статора. Встановлено, що при прямому пуску струм АД збільшується в 7,5 рази, а при пуску з ПЧ з поступовим плавним наростанням частоти напруги живлення струм АД може бути знижений до фактичного, споживаного двигуном в сталому робочому режимі.

Висновки. Використання частотно-регульованого ЕП з ПЧ в системах водопостачання забезпечує зменшення динамічних перевантажень, уникнення перевищень тиску в магістрал та перегріву АД, збереження теплової енергії і скорочення витрат води за рахунок виключення її витоків внаслідок відсутності перевищення тиску в магістралі в процесі регулювання витрати, а також економію електроенергії мінімум 30%.

Література

1. Dr.-Ing. GerdScheffel Variable Frequency Drives as Pump Prime Movers // Energy Efficient Hydraulics. – Speech @ Fluid Power Society Conference in Chicago on 28.10.2012. – 2013. – 3 pp.
2. LakhyaJyoti Phukon1, NeelanjanaBaruah A Generalized Matlab Simulink Model of a Three Phase Induction Motor // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. -2015. - Vol. 4, Is-sue 5. pp 2926 – 2934.

Компенсація реактивної потужності при повторно-короткочасному графіку навантаження

Антон Жовтук, Володимир Шестеренко, Олег Мащенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системам компенсації реактивної потужності підприємств притаманна ієрархічна структура та висока складність, критерієм оптимальності при оперативному керуванні компенсацією є мінімум втрат електроенергії.

Матеріали та методи. Використовувались теорія графів, положення теорії автоматичного керування, фізичне та математичне моделювання процесів.

Результати обговорення. Витрати на компенсацію складаються з витрат на компенсуючі, регулюючі та супутні пристрої, з витрат на регулювання реактивної потужності та передачу її по елементах мережі. Ці витрати включають складові, що не залежать від величини реактивної потужності, і ті, що залежать від неї в першому або другому ступені. реактивну потужність, що передається до електроприймачів, необхідно знижувати (компенсувати) до економічно обгрунтованого рівня. При зниженні реактивної потужності, що передається, втрати активної потужності зменшуються до 0,12 кВт/квар і залежать від віддаленості до джерела живлення. При компенсації необхідно враховувати такі загальні вимоги: на відміну від активної реактивну потужність можна генерувати в будь-якій точці мережі; наближення джерел реактивної потужності до споживачів сприяє розвантаженню мережі; баланс реактивної потужності має бути витриманий для всіх вузлів системи електропостачання. Заходи щодо зниження реактивної потужності, що передається споживачам, можна поділити на дві групи: заходи, що не потребують додаткових капітальних вкладень і спрямовані на раціоналізацію режимів роботи електрообладнання у напрямку зменшення реактивних навантажень; заходи з додатковими капітальними вкладеннями, які полягають у встановленні спеціальних джерел реактивної потужності. Першочерговою при проектуванні є перша група заходів. Але недостатні можливості її вимагають застосування спеціальних пристроїв для компенсації. На промислових підприємствах використовують для компенсації реактивних навантажень конденсатори і синхронні двигуни.

Для різко змінних навантажень, коли техніко-економічним аналізом доведена недоцільність схемних рішень, здатних знизити до необхідного рівня вплив ударного навантаження, рекомендується передбачити пристрої динамічної та статичної компенсації реактивної потужності.

У разі використання принципу прямої компенсації ступінчастим підключенням до мережі конденсаторів або фільтрів з тиристорним вимикачами потужність КП для компенсації перемінної складової реактивної потужності навантаження $Q_{ст} \leq U_{т доп} K_{\dots}$.

Реактивна потужність кожної ступені визначається з умови

$$Q_{ст} \leq \frac{U_{т доп} S_k}{100}$$

Визначається стала складова реактивної потужності, що компенсується з допомогою нерегульованих батарей конденсаторів або фільтрів.

При використанні принципу непрямої компенсації за схемою з керованими /тиристорними/ реакторами потужність групи $Q_{тир} \geq \delta Q_{ек} K_{\dots}$.

Потужність, що генерується нерегульованою частиною БК /фільтра/,

$$Q_{БК} \geq (Q_{ср} + Q_{тир}) K_{ср}$$

Для групи однакових ДСП

$$Q_{тир} \geq S_{пт} \sqrt[4]{N} - V_{т доп} S_k / 100;$$

$$Q_{БК} \geq (S_{пт} \sqrt[4]{N} - V_{т доп} S_k / 200) K_{ср};$$

Для групи печей різної потужності

$$Q_{тир} \geq S_{пт макс} \sqrt[4]{\sum S_{пт i} / S_{пт макс}} - V_{т доп} S_k / 100$$

$$Q_{БК} \geq (S_{пт макс} \sqrt[4]{\sum \frac{S_{пт i}}{S_{пт макс}}} - \frac{V_{т доп} S_k}{100}) K_{ср}$$

Висновки. Результати даних досліджень можуть бути застосовані на підприємствах з різко змінним навантаженням. Вказаний спосіб відзначається високою надійністю.

Управління генерацією ФЕС з використанням накопичувача електроенергії в умовах балансуючого ринку.

О.Я. Столяров

Національний університет харчових технологій

Відповідно до розрахунків за даними ДП «Гарантований покупець» тільки за березень - квітень 2022 року обсяг системних обмежень ФЕС складав 573 ГВт.год (приблизно 30% від потенційної генерації), у фінансовому вигляді це 2,5 млрд. грн.

В роботі розглянуто сценарії роботи ФЕС потужністю 8 МВт.год без використання та з використанням СНЕ в умовах балансуючого енергетичного ринку .

Таблиця - Фактичні та розрахункові значення генерації електроенергії ФЕС

Время, дата	ком. ПС 110/35/10 РУ-10 кВ, 2х-10х3, 3Л-10 кВ Ф- 15 ФЭС (63023377)		ФЭС + сторидж, кВтч		ТУ	Объем из сториджа, кВтч			
	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022		12.07.2022	12.07.2022		
00.00-01.00	0,000	0,000	8000,00						
01.00-02.00	0,000	0,000	8000,00						
02.00-03.00	0,000	0,000	8000,00						
03.00-04.00	0,000	0,000	8000,00						
04.00-05.00	0,000	0,000	8000,00						
05.00-06.00	42,000	42,000	8000,00						
06.00-07.00	254,000	254,000	8000,00						
07.00-08.00	1132,000	1132,000	8000,00						
08.00-09.00	3152,000	3152,000	8000,00						
09.00-10.00	3926,000	3926,000	8000,00						
10.00-11.00	5271,000	5271,000	8000,00						
11.00-12.00	4492,000	5271	8000,00	-62%	0,00				
12.00-13.00	634,000	5271	8000,00	-52%	4637,00				
13.00-14.00	226,000	5271	8000,00	-52%	5043,00				
14.00-15.00	534,000	5271	8000,00	-62%	4737,00				
15.00-16.00	731,000	5271	8000,00	-62%	4540,00				
16.00-17.00	640,000	5271	8000,00	-62%	4631,00				
17.00-18.00	2336,000	2338	8000,00	-242%	0,00				
18.00-19.00	2407,000	2407	8000,00	-232%	0,00			Пенсія	
19.00-20.00	734,000	734	8000,00	-90%	0,00			Період обмеження СКО	
20.00-21.00	83,000	83	8000,00	-9539%	0,00			Задіяваний сторидж	
21.00-22.00	2,000	2	8000,00	-399900%	0,00				
22.00-23.00	0,000	0,000	8000,00						
23.00-24.00	0,000	0,000	8000,00						
Итого	26602,000	50969,00				23588,00			

Результати розрахунку значень генерації електроенергії ФЕС за період обмеження СКО в роботі ЕОВ 12.07.2022 року за період з 11:52 до 16:47 (див. рис. та табл.): умовна уставка виходячи з попереднього періоду за годину до обмеження -5271 кВт.год; загальний обсяг електроенергії, яку використали зі СНЕ під час обмеження складає 23588 кВт.год; обсяг компенсації електроенергії «Еталонним» методом НЕК «Укренерго» - 21940 кВт.год.; обсяг, який може бути компенсований за умови роботи СНЕ згідно Закону України « Про ринок електроенергії» складає 1648 кВт.год.

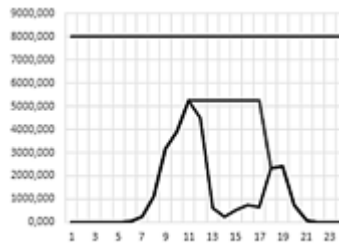


Рис. Графік генерації електроенергії ФЕС за сценаріями

Висновок: є необхідність у наявності запасу накопиченої енергії із встановленою потужністю накопичувача, який перевищував би потужність за ТУ ФЕС не менше ніж у 2 рази (покриття періодів обмежень тривалістю не менше 6 год).

Література

- Ross, M., Hidalgo, R., Abbey, C., Joos, G.: 'Energy storage system scheduling for an isolated microgrid', IET Renew. Power Gener., 2011, 5, (2).
- Optimal Allocation and Economic Analysis of Energy Storage System in Microgrids. IEEE Transactions on Power Electronics. 2011. Vol. 26. № 10.

Герої енергетичного фронту

Роман Кухарик, Петро Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною ціллю артилерійських та ракетних атак з боку РФ стали розподільчі мережі (обленерго), магістральні мережі (Укренерго) та об'єкти генерації(ТЕЦ, ТЕС, ГЕС). Внаслідок обстрілів у системі було пошкоджено 50 % електричних мереж країни.

Матеріали і методи. У дослідженні використано загальнонаукові та спеціальні методи: порівняльного аналізу, узагальнення.

Результати та обговорення. Російська Федерація випустила по енергетичним об'єктам орієнтовно 700 дронів, ракет і незліченну кількість артилерійських снарядів. Ворог майже повністю зруйнував інфраструктуру Донецької, Херсонської, Луганської та Харківської областей. Важка ситуація також у Київській, Чернігівській, Сумській та Одеській областях. Найбільших уражень зазнали північний, південний, східний та західний регіони. Під час війни внаслідок артилерійських обстрілів були пошкоджені електромережі (обленерго): 1. ДТЕК Київські РЕМ; 2. ДТЕК Донецькі електромережі; 3. АТ «Харківобленерго»; 4. АТ «Херсонобленерго»; 5. АТ «Миколаївобленерго»; 6. ПАТ «Запоріжжяобленерго»; 7. АТ «Чернігівобленерго»; 8. ВАТ «Сумиобленерго». Пошкодження магістральних електричних мереж (УКРЕНЕРГО): Найбільших пошкоджень зазнали північні, південні, східні та західні регіони. Пошкоджено близько 30 підстанцій різної напруги.

Фахівці системи генерації(ТЕЦ, ТЕС), системи передачі(Укренерго) та системи розподілу(обленерго) відновлювали електропостачання клієнтів під обстрілами.

Відновлення електричних мереж, які найбільш постраждали:

Херсонська область. Після звільнення міста Херсону, фахівці «Херсонобленерго» у складних умовах воєнного часу працювали над відновленням електропостачання в області. Працювали з побратимами-енергетиками з «Кіровоградобленерго», «Чернівціобленерго», «Житомиробленерго» та «Рівнеобленерго». Електроенергія в оселі херсонців, з'явилася 26 листопада 2022 року.

Миколаївська область. Фахівці «Миколаївобленерго» у складних умовах воєнного часу працювали над відновленням електропостачання в області. Працювали з побратимами-енергетиками з ПАТ "Черкасиобленерго", "Львівобленерго", "Прикарпаттяобленерго", АТ "Хмельницькобленерго", ВАТ "Тернопільобленерго».

Донецька та Запорізька області. Найскладніша ситуація з відновлення електропостачання спостерігається в Донецькій та Запорізькій областях. Енергетики ДТЕК Донецькі електромережі та ПАТ "Запоріжжяобленерго» під постійними обстрілами відновлюють подачу електроенергії.

Укренерго. Фахівці "Укренерго" відновлюють енергоживлення на підстанціях 330, 220 кВ.

Міжнародна допомога західних партнерів. Західні партнери допомагають трансформаторами та іншим електротехнічним обладнанням. Обладнання необхідне для відновлення електропостачання деокупованих територій та населених пунктів, які найбільше постраждали під час бойових дій.

Висновки. Ремонтні роботи тривають цілодобово. Енергетики роблять усе можливе, аби в українців була електроенергія. Зокрема – ризикують життям. За 2022 рік загинуло під час виконання службових обов'язків 98 енергетиків, поранено – вдвічі більше. Такою є ціна кожного кіловату електроенергії. За час війни енергетики відзначені високими державними нагородами, за виконання професійного обов'язку.

Ваш подвиг завжди залишиться в наших серцях. Слава Україні!!!

Управління електричним навантаженням

Сергій Галанзовський, Олександр Серьогін, Ігор Ізволенький
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Актуальність проблеми управління використанням електричної енергії є суттєвою для всіх країн світу, де є значна нерівномірність споживання електричної енергії протягом доби, у робочі та вихідні дні тижня, у різні сезони року, а також при нестачі маневрових енергогенеруючих потужностей.

Здійснення необхідних заходів у напрямку управління використанням електричної енергії потребує значно менших коштів, ніж введення у дію нових енергоблоків, проте може забезпечити зниження сучасної потреби енергетики є генеруючих потужностях не менш як на 10-15 відсотків.

Доцільність управління енерговикористанням не знижується навіть в умовах наявності в енергетичній галузі необхідних резервних та маневрових потужностей, оскільки заходи в цьому напрямку здебільшого економічно більш ефективні, ніж еквівалентний розвиток паливно-енергетичного комплексу держави, необхідний у зв'язку з некерованим зростанням попиту споживачів на електричну потужність та енергію.

Ефективне управління використанням електричної енергії залежить від комплексного розгляду принципових питань: розробки та запровадження прогресивної системи тарифів на електричну енергію, яка стимулювала б створення і використання у споживачів маневрового електричного навантаження (споживачів-регуляторів електричної енергії); створення моделей, методів та програмного забезпечення для управління електричним навантаженням споживачів та їх електроспоживанням; створення та забезпечення постачальників і споживачів електроенергії сучасними технічними засобами обліку та управління електроспоживанням; розробки і впровадження дієвої нормативно- правової бази управління використанням електричної енергії.

В працях НУХТ та нашої кафедри була запропонована концепція узагальненої оптимізації режимів електроспоживання промислових підприємств, яка передбачала комплексне дослідження питань створення вимірювально-інформаційних систем та інформаційних систем керування електроспоживанням, інформаційних потоків електроспоживання, що утримуються в темпі функціонування режимів електроспоживання підприємств на основі розробленої єдиної інформаційної бази, включаючи оперативне та автоматичне управління споживачами- регуляторами електричної енергії .

В умовах автоматизованого збирання інформації про електроспоживання виникла проблема відбирання корисної інформації, що реєструється вимірювально-інформаційними системами.

Завдання моделювання графіків електричних навантажень розв'язувалось у два етапи; ідентифікація та оцінка параметрів добових графіків навантаження, автоматична класифікація і групування ідентифікованих графіків навантаження .

Енергозберігаючі аспекти впровадження когенераційних установок на базі діючих опалювальних котелень комунальної теплоенергетики

Микола Маслій, Олександр Серьогін, Ігор Ізволеньський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Перспективним напрямком в технічному переозброєнні теплогерел є переведення котелень в режим комбінованого виробництва теплової і електричної енергії за рахунок їх надбудови газотурбінними установками. Такі міні-ТЕЦ дають змогу отримувати електроенергію разом із тепловою енергією за рахунок утилізації тепла відхідних газів в котлоагрегатах. Призначені вони перш за все для забезпечення власних потреб котельні в електроенергії, а також можуть використовуватися для теплоелектрозабезпечення багатоквартирних житлових будинків, готелів, об'єктів курортної та туристичної сфери, в сільській місцевості. Першочерговим завданням потрібно вважати модернізацію водогрійних та парових котелень продуктивністю понад 7-10 Гкал. Міні-ТЕЦ дають змогу досягти високого використання первинної енергії - до 90% і вище. При цьому 30-35% енергії перетворюється в електричний струм і до 60% - у теплову енергію.

Реконструкція котелень з переобладнанням в міні-ТЕЦ повинна ґрунтуватись на техніко-еко-мічних розрахунках.

З огляду на ситуацію з енергоносіями, яка склалася в Україні, для застосування міні-ТЕЦ відкриваються широкі перспективи, а в деяких випадках міні-ТЕЦ можуть стати єдиною альтернативою теплоелектропостачання малих населених пунктів, малих і середніх виробництв, об'єктів соціальної інфраструктури й індивідуальних житлових будинків або пікових джерел тепла й електроенергії. Міні-ТЕЦ здобули визнання й активно розробляються і впроваджуються у цілому світі.

При впровадженні міні-ТЕЦ в Україні необхідно враховувати можливість виготовлення серійно як малих газових турбін (НВО "Турбоатом", м. Харків, підприємства військово-промислового комплексу, так і газогенераторів (Харківський завод ім. Малишева), які мають шанси на успіх завдяки конкурентоспроможній вартості та тривалому терміну служби.

Слід відзначити, що розвиток альтернативних джерел теплоелектропостачання в західноєвропейських країнах підтримується урядовими програмами. Наприклад, у Німеччині установки когенерації звільнені від екологічного податку за рахунок зниження викидів CO₂ в атмосферу. Завдяки цьому в Німеччині щорічно вводиться в експлуатацію декілька сотень блочних міні-ТЕЦ. Річний економічний і екологічний ефект від їхньої експлуатації в масштабах країни є дуже вагомим.

Отже, застосування міні-ТЕЦ є перспективною інвестицією і вже сьогодні може принести значні вигоди як у плані повної енергонезалежності, так і в плані скорочення споживання палива, використання нетрадиційних видів палива і зменшення негативного навантаження на екологічне середовище.

Система опалення будинків з використанням теплових pomp та сонячних колекторів

Тарас Гончарук, Олександр Серьогін, Ігор Изволеньський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Теплова помпа — це механічне обладнання з електричним приводом для транспортування низькотемпературного тепла природного "палива", накопиченого із сонячної енергії у ґрунті, воді й повітрі, до середньотемпературних систем опалення (підлогового, кліматизаційних обмінників тощо). Воно здатне і обігрівати, і охолоджувати.

Для "приводу" теплової помпи достатньо 1/3 електроенергії, а отримується "безкоштовно" близько 2/3 теплової із сонячного випромінювання. Отже, на 2/3 обмежується емісія забруднень у повітря, яка властива традиційним системам опалення.

Теплові помпи можна застосовувати всюди, де є потреба в дешевому й екологічно безпечному опаленні чи охолодженні об'єктів: державної та місцевої адміністрації, житлових, комунальних, сакаральних пам'яток історії, готелів, мотелів, центрів відпочинку, басейнів, а також зі складною специфікою користування.

Рекомендується використовувати їх в об'єднаних і багатосхемних системах із сонячними колекторами, котельнями, "виробниками" утилізаційного тепла.

Перед встановленням теплової помпи об'єкт треба модернізувати. Її монтаж значно дорожчий, ніж традиційних котелень, тож слід обмежити тепловтрати. Завдяки універсальності функцій одна система теплових pomp без зайвих витрат здатна оптимізувати мікроклімат - виконувати функції обігрівання і охолодження приміщень. Компресорна теплова помпа працює за принципом:

Тепло з нижнього джерела у випаровувачі помпи спричиняє випаровування холодоагента, компресор стискає і нагнітає пару у скраплювач, вона конденсується і віддає тепло до верхнього джерела. В охолоджувальному циклі триходовий зворотний клапан міняє функції: скраплювач стає випаровувачем, і навпаки.

Коефіцієнт продуктивності системи з тепловою помпою — COP (Coefficient of Performance) — це відношення теплової потужності до привідної, тобто: (енергія докільця + привідна потужність) / привідна потужність. COP від 1,9 до 5,4 означає, що зі споживаної приводом компресора потужності 1 кВт отримуємо від 1,9 до 5,4 кВт теплової потужності.

Теплові помпи можна монтувати в старих і модернізованих системах опалення, причому в будь-який момент, якщо визначено функції та потреби об'єкту.

Теплова помпа найчастіше живиться з легкодоступних на об'єкті джерел: повітря (зовнішнє й витяжне), ґрунтових вод (колодязі й вертикальні зонди), водоєм (колектори), ґрунтів і скель, водоїгнної води, стічних і технологічних вод (рекуперація тепла).

Площа, яку потребує ґрунтовий обмінник — горизонтальний колектор або вертикальний "колодязь" (зонд) залежить від потужності теплової помпи, типу ґрунтового обмінника й ґрунту. На невеликій площі — вертикальні обмінники для pomp потужністю 2-12 м²/кВт, на більшій — горизонтальні колектори для pomp 50-95 м²/кВт, а горизонтальні спіральні — для pomp 25-50 м²/кВт.

Найефективнішими верхніми джерелами тепла вважаються підлоговий і стіновий теплообмінники, каналний обмінник або скраплювач для розводки нагрітого повітря,

а також низькотемпературні радіатори зі збільшеною поверхнею теплообміну. Альтернативою їм є пристінові, пристельові або кесонні конвектори.

ЕКОНОМІЧНІСТЬ І ЕКОЛОГІЧНІСТЬ системи опалення з тепловими помпами не викликає вже жодного сумніву. У цілому світі замість традиційних використовуються власне такі системи.

У їх перевагах переконують технічні, економічні і екологічні аспекти:

- подвійна функціональність — обігрівання й охолодження;
- гнучкість при роботі з іншими системами опалення;
- низькі вартість експлуатації та обслуговування;
- довговічність і надійність — майже 20 років для теплової помпи і 50 — для обмінника нижнього джерела;
- безаварійність, простота обслуговування;
- висока енергетична продуктивність;
- незалежність від цін на традиційне паливо;
- ◆ свобода формування системи опалення;
- гарантія теплового комфорту й ГВП;
- екологічність.

Чому такі системи досі не набули поширення у нас? Ми бачимо кілька причин:

- Екологічні системи опалення з тепловими помпами — це технології майбутнього, тож потрібні промоція і час.
- Вартість звичайної системи опалення у 2-3 рази нижча, хоча експлуатація значно дорожча.
- Для системи з тепловою помпою — навпаки: початкова інвестиція — дорожча, а після окупності (через 3-7 років), вартість її експлуатації нижча щонайменше на 50%.
- Останні 10 років традиційні системи опалення потужно рекламувалися на ринку.

Вартість експлуатації системи з тепловою помпою найнижча. Дешевшою є лише енергія з біомаси. Кошти на експлуатацію теплової помпи обмежуються двотарифною (денною і нічною) оплатою електроенергії, спожитої приводом двигуна помп. Так, при коефіцієнті 3-4 споживається 25-30% електроенергії відносно до повної теплової енергії, що виробляється системою опалення.

ЕНЕРГООЩАДНИЙ ДІМ із системою опалення з тепловими помпами і сонячними колекторами забезпечує реалізацію нових інвестицій та модернізацію споруд, виконує об'єднані системи опалення: тепла помпа (центральне обігрівання) + сонячні колектори (гаряча вода для побутових потреб) + рекуперація (забір тепла з вентиляційного повітря).

Електропостачання промислових підприємств власними даховими СЕС

Владислав Корнієнко, Ігор Ізволєнський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Промислові підприємства споживають значну частину електричної енергії з об'єднаної енергосистеми України тим сам створюючи значне навантаження на неї, вносять певні спотворення електроенергії у вузлі приєднання (зменшення загального рівня напруги, частоти, підвищення коефіцієнтів нелінійного спотворення напруги та струму). Тому впровадження дахових сонячних електростанцій для промислових підприємств є актуальним завданням для сучасної енергетики.

Матеріали і методи. Дослідження проводилося на основі аналізу сучасного зарубіжного та вітчизняного досвіду влаштування дахових сонячних електростанцій на промислових об'єктах. Проведений аналіз електроенергетичного та економічного ефекту від впровадження дахових СЕС на промислових об'єктах в результаті встановлення даних СЕС. Методи дослідження – аналіз вітчизняного та практичного досвіду впровадження дахових СЕС.

Результати і обговорення. Будівлі та споруди які знаходяться на території промислових підприємств мають значну вільну (незайману технологічним обладнанням, металевими конструкціями або іншими системами) площу покрівлі. Покрівлі на промислових об'єктах можуть як мати певний кут нахилу (від 10 до 20 °) так і не мати його – плоскі покрівлі. Дані покрівлі на стадії проектування їх стропильних систем завжди розраховують з певним запасом по навантаженню, яке на них можливо додатково навантажити (додаткове навантаження, до ваги снігового покриву на 1 м²). Тому, виходячи з вищенаведених результатів обстеження більшості покривель будівель і споруд промислових об'єктів, можемо констатувати що багато чинників сприяють встановленню дахових СЕС.

Потужність й ефективність встановлення дахових СЕС залежить від площі, яку вони займають, оптимального кута нахилу, орієнтацію відносно сторін світу, відсутність затінь, напруги постійного струму послідовно підключених фотоелектричних модулів (стрінг). Середнє значення отриманої потужності сонячної енергії з 1 м² площі даху знаходиться в діапазоні 220 – 240 Вт, при оптимальних кутах нахилу від 15 до 23° фотоелектричних модулів, за умови орієнтації сонячного масиву на Пд (можлива орієнтація на Пд-Сх та Пд-Зх сторони світу). Велику роль в ефективності перетворення сонячної енергії інверторами має напруга постійного струму стрінга фотоелектричних модулів – найбільший ККД ($\eta=98,8\%$ при використанні інвертора Huawei SUN2000-100KTL-M1) перетворення енергії постійного струму в енергію змінного струму досягається за пари 618 Vdc.

Висновок. На промислових підприємствах України тенденція до встановлення дахових сонячних електростанцій набирає стрімких обертів за рахунок економічного й електроенергетичного ефекту від реалізації даного заходу. За рахунок впровадження даного заходу в період з ранньої весни до середини осені можливо покрити добове споживання електроенергії не споживаючи при цьому з об'єднаної енергосистеми України жодного кВт*год електроенергії

Section 19

Automation and computer-integrated technologies

Секція 19

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

19.1.

Automation and computer-integrated technologies

19.1.

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Мережеві моделі в системах керування

Дмитро Крищенко, Антон Горпинченко, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Реалізація стратегій керування в рамках сучасних систем керування складними організаційно-технічними комплексами вимагає використання адекватних за структурою системи керування мережевих математичних моделей.

Матеріали і методи. З урахуванням аналізу технологічних комплексів спиртової та цукрової галузі харчової промисловості для моделювання та використання в алгоритмах керування складними нелінійними об'єктами, що мають різнорідну поведінку, включаючи і хаотичну, обрано апарат мереж Петрі, що дозволяє описувати паралельні процеси та динаміку поведінки систем.

Результати. Використовувались такі види розширень мереж Петрі: часова мережа — перехід може спрацювати лише коли він був дозволений в певний момент часу; стохастична мережа — затримки є випадковими величинами; функціональна мережа — затримки визначаються, як функції деяких аргументів; кольорова мережа — мітки характеризуються складним набором атрибутів, значення яких впливає на спрацювання переходів мережі; інгібіторна мережа — спрацювання переходів забороняються, якщо в позиції, пов'язаній з переходом інгібіторної дуги знаходиться мітка; E-мережі — мережа включає декілька типів вершин, в тому числі і таких, що задають правила спрацювання переходу тощо. Інтерпретація мереж Петрі заснована на поняттях умови й події. Стан системи описується сукупністю умов. Функціонування системи складається в здійсненні послідовності подій. У мережі Петрі умови моделюються позиціями, події – переходами. Передумови події представляються вхідними позиціями відповідного переходу, постумови – вихідними позиціями. Технологічні процеси спиртової та цукрової промисловості за своєю природою є динамічними з великим рівнем невизначеності, отже, при їхньому моделюванні та керуванні доцільно використовувати динамічні мережеві моделі, що реалізують умовно-подійні системи. З теоретичної точки зору мережі Петрі є достатньо формалізованими для моделювання будь-яких систем. Кольорові мережі Петрі дозволяють більш компактно та детально побудувати модель досліджуваного процесу, на відміну від звичайних мереж Петрі чи моделі станів та переходів. В результаті імітаційного моделювання та аналізу ефективності використання різноманітних варіантів мереж Петрі було розроблено загальну динамічну модель розвитку, прогнозування та керування складними технологічними комплексами у вигляді ієрархічної кольорової мережі Петрі з часовими затримками.

Пропонована комплексна динамічна модель технологічних комплексів харчової промисловості, крім моделювання та врахування часових характеристик розвитку об'єкта керування, дозволяє:

- отримати прогноз розвитку технологічних комплексів в часі за заданим початковим значенням;
- моделювати взаємодію процесів керування;
- прогнозувати динаміку характеристик розвитку технологічних комплексів, а також величину технологічних втрат та витрат ресурсів з урахуванням прийнятих заходів.

Висновки. Застосування мереж Петрі дозволяє спостерігати та аналізувати систему у реальному часі, а також моделювати як послідовні, так і паралельні операції. Моделювання на основі динамічної моделі прогнозування розвитку об'єкта керування дозволяє спрогнозувати і зафіксувати параметри розвитку технологічного комплексу.

Огляд міжнародних стандартів щодо стратегій технічного обслуговування виробничого обладнання

Максим Паровенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Міжнародні стандарти відіграють вирішальну роль у забезпеченні керівних принципів і найкращих практик для розроблення та впровадження стратегій технічного обслуговування у виробничій промисловості.

Матеріали і методи. В роботі було досліджено ряд міжнародних стандартів щодо стратегій технічного обслуговування виробничого обладнання.

Результати. Технічне обслуговування виробничого обладнання є важливим аспектом успішної роботи та продуктивності виробництва, оскільки обумовлює забезпечення надійності та безпеки, продовження терміну служби обладнання, забезпечення якості продукції та зменшення витрат. У роботі проаналізовано ключові міжнародні стандарти, що стосуються стратегій технічного обслуговування виробничого обладнання:

ISO 55000 Series - Asset Management. Серія ISO 55000 забезпечує основу для керування фізичними активами, включаючи виробниче обладнання. Серія складається з трьох стандартів: ISO 55000 (огляд, принципи та термінологія), ISO 55001 (вимоги до системи керування активами) та ISO 55002 (керівні принципи впровадження системи керування активами).

ISO 17359 - Condition Monitoring and Diagnostics of Machines. Стандарт містить рекомендації щодо розробки та впровадження програм моніторингу стану та діагностики машин. Він охоплює різні методи моніторингу та діагностики, такі як аналіз вібрації, термографія та аналіз масла, які допомагають організаціям передбачити та запобігти несправностям обладнання.

ISO 13381 - Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – Prognostics. ISO 13381 зосереджується на прогнозуванні, тобто процесі прогнозування майбутньої продуктивності та залишкового терміну служби машин на основі даних моніторингу їх стану. Цей стандарт містить рекомендації щодо розробки та впровадження прогностичних методів і моделей, допомагаючи організаціям оптимізувати свої стратегії технічного обслуговування та мінімізувати час простою.

ISO 14224 - Collection and Exchange of Reliability and Maintenance Data for Equipment. Стандарт містить вказівки щодо збору та обміну даними про надійність обладнання та технічне обслуговування. Він охоплює процеси збору даних, аналізу та звітності, допомагаючи організаціям покращити свої програми технічного обслуговування шляхом визначення тенденцій, оптимізації стратегій технічного обслуговування та підвищення продуктивності обладнання.

IEC 60300 Series - Dependability Management. Серія IEC 60300 зосереджена на управлінні надійністю, включаючи такі аспекти, як надійність, ремонтпридатність і доступність. Ця серія стандартів містить керівні принципи для життєвого циклу обладнання та систем, від проектування до виведення з експлуатації. IEC 60300 дозволяє розробити та впровадити ефективні стратегії технічного обслуговування, які мінімізують час простою обладнання та покращують загальну продуктивність.

Висновки. Ці міжнародні стандарти забезпечують міцну основу для розроблення та впровадження ефективних стратегій технічного обслуговування виробничого обладнання. Дотримання цих стандартів забезпечує безпеку, надійність і ефективність обладнання, зрештою підвищуючи продуктивність і знижуючи витрати на обслуговування.

Аналіз програм для збору даних та дистанційного керування аквапонними системами на базі Arduino

Роман Залозний, Наталія Заєць.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Arduino є відкритим та досить доступним мікроконтролером, з його допомогою можна створювати індивідуальні та ефективні системи аквапоніки залежно від потреб користувача.

Матеріали і методи. Програмні пакети для збору даних та керування аквапонними системами на базі Arduino дозволяють контролювати та збирати дані з датчиків, що встановлюються в системі, та віддалено керувати її параметрами.

Результати. Деякі з найпопулярніших програмних пакетів для аквапоніки на базі Arduino:

ThingSpeak - це веб-сервіс для збору даних з датчиків та їх відображення. ThingSpeak дозволяє користувачам створювати власні канали для збору даних та налаштовувати їх відображення на веб-сторінках. Крім того, ThingSpeak підтримує інтеграцію з різними IoT-пристроями, включаючи Arduino.

Blynk - це платформа для створення мобільних додатків, які можуть керувати пристроями IoT, включаючи системи аквапоніки на базі Arduino. З допомогою Blynk можна створювати власні мобільні додатки для контролю та керування системою, включаючи налаштування параметрів та відображення даних з датчиків.

OpenHAB - це програмне забезпечення для автоматизації будинку (Home Automation), яке підтримує різні пристрої IoT, включаючи системи аквапоніки на базі Arduino. З допомогою OpenHAB можна налаштовувати різні сценарії автоматизації, наприклад, вимкнення насосів, якщо рівень води в системі досягає максимальної або мінімальної межі. Крім того, OpenHAB дозволяє налаштовувати різні варіанти сповіщення, наприклад, відправку повідомлень на мобільний телефон або електронну пошту, якщо якийсь з параметрів системи виходить за межі встановлених значень.

Home Assistant - це ще один програмне забезпечення для автоматизації будинку, що підтримує системи аквапоніки на базі Arduino. Home Assistant дозволяє контролювати та керувати різними параметрами системи, включаючи вологість, температуру, рН та рівень води, а також налаштовувати автоматичні дії на основі даних, отриманих з датчиків.

Adafruit IO - це хмарна платформа для збору даних з датчиків та віддаленого керування пристроями IoT, включаючи системи аквапоніки на базі Arduino. Adafruit IO дозволяє створювати власні сторінки для відображення даних з датчиків та керування системою, а також відправляти повідомлення та сповіщення на мобільний телефон або електронну пошту, коли якийсь з параметрів системи виходить за межі встановлених значень.

Висновки. Проаналізовано існуюче програмне забезпечення, що дозволяє користувачам контролювати та керувати системою аквапоніки на базі Arduino з використанням датчиків та інших пристроїв, які підключаються до платформи. Крім того, вони надають можливість віддаленого керування та моніторингу системи, що дозволяє забезпечувати ефективне та стабільне функціонування аквапонних систем.

Література.

1. Adafruit IO - The Internet of Things for Everyone: <https://io.adafruit.com/>
2. Arduino Aquaponics" : <https://www.hackster.io/arduino-projects/arduino-aquaponics-99e03b>

Аналіз вимірювального обладнання для визначення показників якості стічних вод в реальному часі

Андрій Роговик, Наталія Заєць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка систем автоматичного управління установками очистки стічних вод ускладнюються тим, що більшість параметрів води, які впливають на процес очистки, неможливо вимірювати в режимі реального часу.

Методи досліджень. В таблиці 1 наведено перелік основних якісних параметрів стічних вод які контролюються на очисних станціях і наявність вимірювальних пристроїв в реальному часі.

Таблиця 1. Наявність вимірювальних пристроїв якісних показників.

№	Показник якості стічних вод	Наявність вимірювальних пристроїв
1	pH	Наявні
2	Біологічне споживання кисню (БСК)	Відсутні (до 5 днів на лабораторні виміри)
3	Хімічне споживання кисню	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
4	Зважені речовини	Наявні
5	Азот загальний	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
6	Фосфор загальний	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
7	Нафта і нафтопродукти	Наявні
8	Рослинні і тваринні жири	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
9	Хлориди	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
10	Сульфати	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
11	Сульфіти	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
12	Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
13	Феноли	Відсутні (до 1 дня на лабораторні виміри)
14	Залізо	Наявні

Результати і обговорення. Недоліками відсутності датчиків реального часу для систем автоматизації станцій водоочистки є обмежена можливість вимірювання параметрів системи та втрата точності в результаті відсутності актуальної інформації. Це може призвести до недостатньої ефективності контролю за процесом та погіршення якості очищеної води. Крім того, відсутність датчиків реального часу може ускладнити виявлення та вирішення проблем у системі, що може призвести до збільшення часу зупинки установки та витрат на ремонт.

Інтелектуальні методи керування можуть допомогти замінити відсутні датчики реального часу. За допомогою аналізу даних, зібраних від існуючих датчиків, можна отримати інформацію про необхідні параметри, які можуть бути виміряні та контрольовані. На основі цієї інформації можна створити алгоритми, які будуть заміщувати відсутні датчики, що знизить складність системи та покращить її ефективність.

Висновок.

Отже, розробка інтелектуальних методів керування може допомогти вирішити проблеми, пов'язані зі складністю автоматичного управління та недоліками відсутності датчиків реального часу.

Література

1. Заєць Н.А., Штепа В.М. Систематизація електротехнологічних комплексів водоочищення харчових виробництв // Енергетика і автоматика: електрон. Наук. Фах. Вид. – 2018. - № 4. - С. 49-62.

Мікроелектромеханічні системи

Крещенко Павло, Полупан Володимир
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У міру того як МЕМС стають більш ефективними та дешевими у виробництві, вони, як очікується, відіграватимуть вирішальну роль в IoT та домашній автоматизації. МЕМС дозволяють об'єднати в одному пристрої безліч функцій, таких як датчики, мікропроцесори, мікропомпи і т.д, це дозволяє виробляти вбудовані мікросистеми, тренд актуальності яких невинно зростає останні роки. Таким чином дослідження та покращення мікроелектромеханічних систем має беззаперечно високу значимість у розвитку автоматизації та інтернету речей

Матеріали і методи. Методи дослідження МЕМС включають використання різних методів мікро- та нанобробки, таких як фотолітографія, напилення, нанесення іонної плазми та електрохімічне травлення. Дослідження проводяться за допомогою методів атомно-силової мікроскопії, оптичної мікроскопії, рентгенівської дифракції та інших методів аналізу.

Результати обговорення. Одним із матеріалів, які активно досліджуються, є кремній. Оскільки мікроструктури з кремнію можуть бути створені з високою точністю та повторюваністю, вони є незамінними для створення різних датчиків та мікропроцесорів. Методи дослідження кремнію включають використання атомно-силової мікроскопії, рентгенівської дифракції та електронної мікроскопії.

Скло також є важливим матеріалом для створення МЕМС, так як воно має високу прозорість і міцність. Дослідження скла включають вивчення його структури та властивостей, а також методів його обробки, таких як фотолітографія та іонна плазма.

Вивчення полімерів підштовхує до створення гнучких та легких МЕМС. Дослідження полімерів включають вивчення їх механічних властивостей, оптичних властивостей та методів їх обробки, таких як напилення та нанесення іонної плазми.

Таким чином, дослідження матеріалів та методів виробництва МЕМС є важливим для розробки нових пристроїв та покращення існуючих. Дослідження проводяться за допомогою різних методів аналізу та інструментів, які дозволяють отримувати точні та надійні дані про властивості матеріалів та пристроїв.

Висновок: Дослідження МЕМС є актуальною темою, оскільки створення нових пристроїв та оптимізація виробництва сучасних технологій неможливе без використання МЕМС. Розроблені методи та матеріали дозволяють створювати більш точні та функціональні МЕМС, що покращить покази в усіх сферах науки та промисловості де вони використовуються, або будуть використовуватись.

Література:

1. "Microelectromechanical systems (MEMS) and nanotechnology for smart systems" (Дж. Френд та ін., 2021)
2. "MEMS: Design and Fabrication" (Н. Махмудіан та ін., 2020)
3. "MEMS Handbook: Second Edition" (Мохамед Гад-эль-Хак, 2018)
4. "Micro- and Nanoelectromechanical Biosensors" (Д. Філіппіні та ін., 2018)
5. "Introduction to Microelectromechanical Systems Engineering" (Н. Малуф та ін., 2010)

Система автоматизації відділення СІП мийки на молочному виробництві з використання голосового управління

Чумаченко Кирило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із важливих етапів у процесі виробництва молока є мийка обладнання. Використання голосового управління в системі автоматизації мийки обладнання може підвищити ефективність та знизити час проведення процедури мийки.

Матеріали і методи. У дослідженні було використано дані з різних джерел - наукові статті, звіти. Для реалізації системи автоматизації відділення СІП мийки на молочному виробництві з використання голосового управління, необхідно створити програмний продукт, який буде працювати на мікроконтролері. У розробці програмного продукту необхідно використовувати мову програмування Python, бібліотеки для розпізнавання голосу та бібліотеки для забезпечення взаємодії з мікроконтролером.

Результати. Система автоматизації відділення СІП мийки на молочному виробництві з використанням голосового управління вплинула на процес мийки позитивно з декількох причин.

По-перше, голосове управління спростило процес мийки та зменшило ймовірність помилок. У миттєвій доступності користувач може відмінити інструкції з голосового помічника та надійно підтверджувати свої дії. Це робить процес мийки більш простим та зрозумілим для користувача.

По-друге, голосове управління дозволяє збільшити швидкість проведення мийки, оскільки не потрібно витрачати час на пошук необхідних кнопок чи інших засобів управління. Крім того, голосовий помічник може автоматично реагувати на дії користувача, які не відповідають процедурі мийки, тим самим запобігаючи можливим помилкам.

По-третє, голосове управління дозволяє знизити вірогідність помилок, які можуть статися під час мийки вручну. Наприклад, користувач може не помітити деякі ділянки обладнання, які потребують додаткової уваги при мийці. У такому випадку система голосового управління може нагадати користувачу про необхідність провести мийку на цих ділянках, зменшуючи тим самим ймовірність помилок.

Таким чином, голосове управління є ефективним засобом для автоматизації процесу мийки обладнання на молочному виробництві. Воно дозволило підвищити ефективність та продуктивність мийки, скоротити час проведення мийки та знизити ризик помилок. Крім того, голосове управління є більш простим та зрозумілим для користувача, що дозволяє підвищити якість мийки та зменшити навантаження на операторів.

Висновок. Розробка системи автоматизації з використання голосового управління є важливим кроком у вдосконаленні систем автоматизації. Використання голосового управління підвищує ефективність та знижує час проведення процедури мийки обладнання, що позитивно впливає на загальну продуктивність на молочному виробництві.

Автоматизація процесу кристалізації цукру з застосуванням доповненої реальності (AR)

Влад Юрін, Олег Клименко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження системи автоматизації процесу кристалізації цукру з додаванням технологій доповненої реальності.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали AR – програми, маркери, окуляри, які були інтегровані в систему автоматизації процесу кристалізації цукру.

Результати обговорення. Дослідження відбувалось під час практики на підприємстві, яке займається розробкою та впровадженням систем автоматизації (Техінсервіс).

Можливі наступні способами інтеграції AR-технологій в системи автоматизації:

AR-окуляри, наприклад Microsoft HoloLens, використовуються для створення віртуальної моделі процесу кристалізації цукру. Оператори та інший персонал, надягаючи окуляри, можуть не тільки спостерігати за даними і станом в якому перебувають прилади, а й контролювати параметри процесу, взаємодіяти з віртуальними об'єктами, що дозволяє більш точно керувати процесом.

Окрім, AR-окулярів, можливе використання AR-маркерів. Вони можуть бути розміщені на будь-якому обладнанні та використовуватися для відображення повної інформації про технологічний процес. Наприклад, маркери можуть використовуватись для відображення температури, тиску, рівня рідини в танку та інших параметрів процесу. Оператори можуть просто навести на маркер свій мобільний телефон та отримати доступ до візуальних даних у режимі реального часу.

Усі AR-програми можуть бути розроблені для використання на мобільних пристроях, таких як смартфони та планшети. Вони можуть надати операторам доступ до візуальної інформації про процес кристалізації цукру, включаючи 3D-моделі, графіки та інші дані. Програми можуть бути інтегровані зі смарт-пристроями, такими як AR-окуляри та AR-маркери для створення більш точної та зручної системи управління процесом.

Переваги впровадження технології AR в систему автоматизації процесу кристалізації цукру включають:

- Збільшення точності контролю за процесом кристалізації цукру.
- Зменшення кількості помилок операторів та підвищення їх ефективності.
- Скорочення часу, необхідного для навчання нових операторів та зменшення витрат на навчання.
- Поліпшення можливостей для моніторингу за технологічним процесом кристалізації цукру.

Висновок. Використання доповненої реальності може значно покращити процес кристалізації цукру та підвищити ефективність всієї системи автоматизації. Впровадження доповненої реальності у виробничий процес може стати перспективним напрямком в автоматизації виробництва, що дозволить підвищити ефективність навчання та роботи операторів, підвищити точність ведення процесу, знизити витрати на навчання.

Література. "Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade": Full article: Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade (tandfonline.com).

19.2.

Information technology

Chairperson – professor S.M. Chumachenko
Secretary – associate professor M.P. Kostikov

19.2.

Інформаційні технології

Голова – проф. С. М. Чумаченко
Секретар – доц. М. П. Костіков

Overview of Evolutionary Modeling Algorithms for Contract Scheduling

Illia Kozhushko, Serhii Hrybkov

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The analysis was carried out to determine the advantages and disadvantages between the algorithms and to define the best solution that can be used to support the planning of contract execution.

Materials and methods. Evolutionary modeling algorithms (EMA), genetic algorithm (GA), bee colony algorithm (BCA) and ant colony algorithm (ACA) became the material for research. Empirical research method was used to determine advantages and disadvantages between algorithms.

Results. In the context of contract performance planning, GA can be used to generate optimal project schedules. Each schedule can be represented as a chromosome, where genes represent a sequence of tasks and their execution. Information about each task may include completion time and cost.

GA may require a large number of iterations to find the optimal solution, especially for complex problems. The selection of parameters for GA is a complex task and can affect the speed and accuracy of finding a solution.

BCA is based on the behavior of real bees searching for food. Bee colonies have different types of bees, each of which has its own function in the colony. BCA uses this approach, where the population of agents (bees) is divided into groups with different functional responsibilities.

For example, in a colony there are explorers who search randomly and gatherers who find the most optimal path. It allows maintaining diversity in the population of agents, which increases the probability of finding the optimal solution.

It requires setting many parameters, such as the number of bees and their role in the colony. It may be sensitive to random factors, such as changing conditions at a particular point in time.

On the other hand, ACA is based on the behavior of ants that search for food in nature. In an ant colony, pheromones are used, which serve as a means of communication between ants and indicate the way to food. ACA uses this approach where a population of agents (ants) leave a pheromone trail that helps them determine the best route to food.

Each ant makes a random choice of path and when it reaches the end, it leaves a trail of pheromones. This can work in conditions where information about the task is incomplete or inaccurate. But it may be slow to solve complex problems that have many possible solutions.

Conclusions. The results of the study showed that EMA can be quite effective for solving the problems of planning the execution of contracts. There is no single best EMA for contract execution planning.

Each algorithm has its advantages and disadvantages and can be used depending on the specific needs and requirements of the task. However, ACA may be more efficient for problems with a large number of constraints.

References

1. Hrybkov S., Kharkianen O., Ovcharuk V., Ovcharuk I. (2020) Development of Information Technology for Planning Order Fulfillment at a Food Enterprise, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1(3 (103), pp. 62–73.

Проектування програмного засобу для автоматичного перекладу між редакціями українського правопису

Вероніка Бабич, Микола Костіков

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Після нападу росії на Україну 24 лютого 2022 року збільшився інтерес до історії, мови та культури України, зокрема і до «репресованого правопису 1928 р.» — харківського правопису, чи «скрипниківки».

Матеріали і методи. У роботі досліджено особливості різних редакцій українського правопису і проаналізовано можливості та шляхи програмної реалізації перекладача між ними.

Результати. Харківський правопис — редакція правопису української мови, ухвалена 1928 р. президією Правописної комісії, аби забезпечити належне використання мови у всіх сферах життя та діловодства. «Правопис Скрипника», до якого були причетні багато видатних українських мовознавців та літераторів, становив систему правил, що поєднувала елементи галицької (західноукраїнської) та наддніпрянської (великоукраїнської) правописних традицій. Український правопис 1928 р. став першим, затвердженим на державному рівні. Проте він був репресований радянською владою з метою наближення української мови до російської.

Нова редакція українського правопису 2019 р. частково заснована на харківському правописі 1928 р. Нині багатьом людям складно в повному обсязі усвідомити різницю між різними нормами правопису.

Саме для полегшення процесу переходу на новозатверджену редакцію або давніший, ще більш автентичний варіант, пропонуємо ідею «перекладача» між різними редакціями правопису української мови. За допомогою такої утиліти користувачі зможуть дати машині свій текст (насамперед написаний за вимогами радянської редакції 1990 р.), а на вихід отримати його ж, але за правилами нового або оригінального харківського правопису.

Робота має поділятися на два етапи.

1. Аналітичний підготовчий етап, коли ми маємо зібрати докупи й формалізувати всі правила, за якими можна «переносити» окремі слова між редакціями.

2. Прикладний етап, коли всі зібрані правила мають бути описані у програмі й протестовані.

Обидва етапи, ймовірно, вікликають певні труднощі. До прикладу, таких повних списків чітких правил, наскільки нам відомо, наразі не існує (особливо для старшого харківського правопису); а інструменти аналізу української мови є недосконалими.

Програма потребуватиме реалізації функцій токенізації тексту та його морфологічного аналізу. Окремо ці функції можуть виконувати програмні бібліотеки для української мови *tokenize_uk* та *rumorphy3* відповідно. Проте їхня точність недостатня, особливо в *rumorphy3*, адже морфологічний аналіз й лематизація у ній виконуються без урахування контексту. Натомість вважаємо найдоцільнішим скористатися функціями бібліотеки *stanzas*, яка токенізує слова української з точністю 99,75%, а лематизує — 96,23%. На жаль, морфологічні характеристики слів визначаються не так точно — 92,47%. Проте, враховуючи те, що вони можуть бути застосовані лише в обмеженій кількості правил, така результативність видається задовільною для досягнення поставленої мети.

Висновки. Перспективою подальшого дослідження є програмна реалізація й тестування проєктованого засобу.

Прогнозуюче технічне обслуговування із використанням технологій IoT

Владислав Безуглий, Мирослава Гладка

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. У дослідженні розглянуто теоретичні основи концепції прогнозуючого технічного обслуговування з використанням IoT для автоматизованих систем, представлено інформацію про методи та процедури в промисловому управлінні, окреслено існуючі виклики щодо надійності роботи обладнання.

Матеріали і методи. Дослідження засноване на використанні IoT технологій для моніторингу роботи технологічних та промислових комплексів. Застосовані методи аналізу даних, синтезу та узагальнення.

Результати. Ефективні стратегії техобслуговування дозволяють уникнути несподіваних зупинок виробництва, зменшити витрати і навіть збільшити термін служби промислових машин. Превентивні підходи до технічного обслуговування суттєво впливають на показники стабільної роботи обладнання. (рис. 1) [1].



Рис. 1. Еволюція підходів до технічного обслуговування з часом

Прогнозуюче обслуговування передусім формується на основі даних показників з IoT пристроїв. Для досягнення кінцевої мети цифровізації — підтримки прийняття рішень для оптимального впливу на фізичні системи, IoT необхідно доповнити можливостями Data Science із чітко визначеними алгоритмами та сценаріями [2]. При побудові автоматизованих систем для прогнозуючого технічного обслуговування є декілька важливих аспектів, які необхідно брати до уваги. Виявлення аномалій, що дозволяє видаляти надлишкові або помилкові дані та виявляти відповідні події, які можуть бути використані для покращення методів прогнозування; методи прогнозування, що стосуються прогнозування стану промислового обладнання; та архітектури, які дозволяють розгортання методів виявлення аномалій і прогнозування в режимі реального часу та в різних промислових сценаріях [1].

Висновки. Застосування технологій IoT для прогнозування обслуговування обладнання забезпечує підвищення надійності його роботи за рахунок виконання превентивних та попереджуючих заходів.

Література

1. Nunes P., Santos J., Rocha E. (2023) Challenges in predictive maintenance – A review, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 40, pp. 53–67.
2. Compare M., Baraldi P., Zio E. (2020) Challenges to IoT-Enabled Predictive Maintenance for Industry 4.0, *IEEE IoTJ*, vol. 7, no. 5, pp. 4585–4597.

Підсистема підтримки та контролю діяльності автотранспортного підприємства

Назар Беценко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нині автотранспортне підприємство відіграє досить важливу роль у сфері послуг, здійснюючи перевезення будь-якого вантажу по всій Україні, а деякі й по всьому світу. Цим самим покращує економіку країни, тому на сьогодні актуальним є розробка автоматизованої підсистеми підтримки та контролю діяльності автотранспортного підприємства.

Матеріали і методи. Дослідження роботи підприємства проводиться за допомогою функціональної моделі, що побудована відповідно до основних принципів методології структурного аналізу та проектування SADT. Для розробки підсистеми підтримки та контролю діяльності автотранспортного підприємства використовується система керування базами даних MS SQL Server, реалізація інтерфейсу користувача та обробки даних здійснюється за допомогою засобів Visual Studio з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування C++.

Результати. Підсистема підтримки та контролю діяльності автотранспортного підприємства розробляється для автоматизації роботи автотранспортного підприємства, усунення складнощів у роботі в цілому, але перш за все працівників та керівників, на яких покладена функція контролю та перевірки діяльності, а також менеджера по роботі з клієнтами. Дана підсистема має допомагати в зберіганні необхідної інформації про працівників, клієнтів та їх замовлення, послуги, які надає компанія, автотранспорт компанії та надавати можливість легко і швидко знайти, відредагувати та додати нові дані, а також швидко формувати звітну документацію.

У підсистемі реалізовується можливість автоматизації виконання наступних функцій:

- формування замовлення;
- додавання, видалення та редагування записів про параметри вантажу;
- пошук та вибірка інформації за введеними даними;
- ведення обліку персоналу (працівників компанії) та замовників;
- аналіз діяльності працівників компанії;
- ведення журналів виконаних замовлень;
- формування звітної документації за запитами;
- ведення обліку транспорту;
- планування маршрутів;
- організації роботи з даними про ремонт техніки;
- формування прайс-листу.

У підсистемі використовується приємний та зрозумілий інтерфейс, який відповідає всім потребам та вимогам користувача і завдяки якому користувач зможе без зайвих зусиль отримати потрібну інформацію та виконати необхідні дії. Дана підсистема доступна та досить проста в управлінні, що сприятиме підвищенню ефективності та конкурентоспроможності діяльності автотранспортної компанії в цілому.

Висновки. Підсистема підтримки та контролю діяльності автотранспортного підприємства розробляється для автоматизації діяльності підприємства в цілому та для підвищення ефективності та конкурентоспроможності компанії у сфері послуг.

Модель IoT-системи для мобільного додатку з використанням технології AR

Віталій Бідочка, Мирослава Гладка

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Сучасні промислові підприємства використовують велику кількість датчиків, девайсів, станків та іншого обладнання для моніторингу всіх показників їх діяльності. Забезпечення якісного зв'язку, отримання оперативних даних та управління цими пристроями підвищують продуктивність усього підприємства.

Матеріали і методи дослідження. Методами досліджень був комплексний аналіз основних понять для реалізації системи, а саме: дослідження технології AR, AI та «комп'ютерне бачення». Розробка системи керування підприємством з використанням технології AR та мобільного додатку, що реалізує доступ до даних з датчиків та пристроїв забезпечить якісне управління підприємством: представлення всіх потрібних показників; перевірка правильності налаштування; перегляд стану магістралі з'єднання з головним шлюзом, рух пакетів даних в реальному часі, тощо.

Результати. Переваги використання технології AR у системах IoT для управління підприємством:

- підвищена ефективність: технологія AR може забезпечити візуалізацію даних у режимі реального часу, полегшуючи для менеджерів моніторинг процесів і виявлення вузьких місць;
- підвищена безпека: технологія AR може допомогти працівникам візуалізувати небезпечні зони та надати вказівки щодо безпечного переміщення в них;
- покращене навчання: технологію доповненої реальності можна використовувати для створення інтерактивних навчальних модулів;
- покращена комунікація: технологія AR може сприяти спілкуванню в реальному часі між працівниками та менеджерами, покращуючи співпрацю та прийняття рішень;
- кращий досвід клієнтів: технологію AR можна використовувати, щоб надати клієнтам більш інтерактивний і захоплюючий досвід, покращуючи задоволеність і лояльність.

Для розробки мобільного додатку управління підприємством обрані оптимальні технології для написання ПЗ, а саме мова програмування Python для бекенд частини і Javascript з бібліотекою Vue 3 для фронтенд частини. На основі всіх вище описаних досліджень та обраних технологій була розроблена IoT система, яка включає в собі: DNS-сервер, сервер сертифікації пристроїв, API, програмний продукт для ноди, фронтенд додаток, а також безпосередньо сам мобільний додаток.

Висновки. Проведене дослідження показало, що технологія AR може надати значні переваги при використанні в системах IoT для управління підприємством. Використання технології AR може підвищити ефективність, підвищити безпеку, покращити навчання, полегшити спілкування та забезпечити кращий досвід клієнтів. Таким чином, підприємствам рекомендується розглянути можливість використання технології AR у своїх системах IoT для покращення загального процесу управління.

Література

1. PTC (2023) *Unleashing the Power of Data with IoT and Augmented Reality* [online]. URL: <https://www.ptc.com/en/resources/iiot/white-paper/unleashing-power-data-ar-and-iiot>.

Реалізація додатка-помічника для читання нот

Олексій Бондар, Микола Костіков

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Більшість музичної літератури містить в собі словесні позначення, які написані переважно італійською мовою. Перекладачі погано справляються з перекладом такої термінології, адже не сприймають музичний контекст більшості висловлень, що може ввести музиканта-початківця в оману.

Матеріали і методи. Для розв'язання наявної проблеми планується використати технології створення баз даних, методи комп'ютерної лінгвістики (зокрема корпусної лінгвістики) та реалізації програмного засобу з використанням сучасних мов програмування високого рівня (наприклад, Python із бібліотеками NLTK для лінгвістичних завдань і tkinter чи подібними для реалізації графічного інтерфейсу).

Результати. Основна мета дослідження полягає у створенні зручного електронного довідника, який зможе пояснити користувачу значення термінів, які трапляються в нотах. В українському інформаційному просторі наразі немає аналогів такого додатку, що робить цю ідею актуальною.

Пропонується реалізувати додаток із наступним функціоналом. На вхід програма отримує запит користувача у вигляді певного позначення італійською мовою. Натомість на вихід мають видаватись переклади та пояснення позначень українською мовою.

Також у додатку можна помістити метроном для наочної демонстрації темпу, зазначеного користувачем. За зразок реалізації можна взяти наявний онлайн-засіб [3]. Така опція буде хорошим і корисним доповненням до основних функцій створюваної програми.

Загалом проєктований довідник технічно може бути створено шляхом реалізації наступних етапів:

1. Спершу має бути укладено спеціальну базу даних, яка міститиме типові музичні висловлення. Ці висловлення планується подати як італо-український паралельний корпус.

2. Другим етапом буде створення додатку з графічним інтерфейсом користувача з використанням сучасних мов програмування високого рівня (наприклад, Python із бібліотекою tkinter або іншою для розроблення GUI). Додаток буде надбудовою над створеною базою даних, і його основною функцією має бути пошук по ній для користувача.

Висновки. У результаті реалізації описаного електронного довідника життя більшості музикантів має полегшитись, адже такий додаток дозволить їм заощадити досить багато часу, який вони досі витрачали на самостійний підбір доцільного перекладу для музичних термінів.

Література

1. Bird S., Klein E., Loper E. (2023) *Natural Language Processing with Python* [online]. URL: <https://www.nltk.org/book>.
2. Lane H., Howard C., Napke H. M. (2019) *Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python*. Shelter Island: Manning, 544 p.
3. iMusicSchool (2023) *Online Metronome* [online]. URL: <https://www.imusic-school.com/en/tools/online-metronome>.

Використання нового модуля MySQLi для роботи з базами даних на веб-сайті

Данііл Булій, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. База даних (БД) — це організована структура, призначена для зберігання й опрацювання інформації. При створенні БД для веб-сайту часто використовують мову програмування PHP, яка взаємодіє із MySQL — системою керування БД.

Матеріали і методи. У дослідженні розглянуто методи роботи з БД на веб-сайті з використанням мови програмування php, системи керування БД MySQL і розширення драйвера MySQLi (MySQL improved).

Результати. Для керування реляційними БД використовується система з відкритим кодом MySQL, яка була розроблена компанією «ТсХ» для підвищення швидкодії опрацювання великих БД. Її було створено як альтернативу комерційним системам. MySQL використовується для створення динамічних веб-сторінок, оскільки має ефективну підтримку з боку різноманітних мов програмування. Зокрема її використовують у таких популярних веб-додатках, як WordPress, Drupal, Joomla, Facebook і Twitter.

Однак система MySQL має ряд недоліків, зокрема: проблеми зі стабільністю, відносно низьке масштабування продуктивності (іноді не справляється з занадто великою кількістю операцій в певний момент часу), обмежена функціональність, включаючи зберігання даних, відмовостійкість та діагностику продуктивності.

Оновленою версією драйвера PHP MySQL є покращений модуль MySQLi (від англ. *MySQL improved*). Його використання дозволяє підвищити ефективність роботи з БД. MySQLi — розширення драйвера реляційних БД, що використовується в мові програмування php для надання доступу до БД MySQL. Модуль MySQLi було розроблено для надання можливості програмістам повною мірою скористатися функціоналом MySQL-сервера версії 4.1.3 і вище.

Удосконалена система MySQLi відрізняється від стандартної MySQL роботою кешу. Це новий варіант драйвера, створений спеціально під php 5. Новий модуль підтримує відправлення багатьох запитів за один раз (записаних одним рядком). Для цього використовується функція запиту `mysqli_multi_query`. У звичайному розширенні MySQL цього немає — тільки надсилання окремо взятого запиту через `mysql_query`.

Крім того, MySQLi має ряд переваг і удосконалень у порівнянні з MySQL, які полягають у наступному: об'єктно-орієнтований інтерфейс, підтримка попередньо підготовлених запитів, підтримка мульти-запитів, підтримка транзакцій, поліпшені можливості відлагодження, підтримка вбудованого сервера. Поряд із об'єктно-орієнтованим інтерфейсом, модуль надає і процедурний інтерфейс. Покращений модуль збирається за допомогою фреймворку модулів php, його вихідний код розташований у директорії `ext/mysqli`.

На відміну від модуля MySQL, MySQLi не має окремої функції для створення постійних з'єднань. Аби відкрити постійне з'єднання, під час створення під'єднання до імені хоста потрібно додати префікс `p:`. У модулі є вбудований функціонал, що здійснює автоматичне очищення з'єднань шляхом виклику C-API функції `mysql_change_user()`, і переводить їх у стан, придатний для використання.

Висновки. Використання MySQLi дозволяє програмістам повністю скористатися функціоналом MySQL сервера версії 4.1.3 і вище, підвищити стабільність, продуктивність і функціональність системи.

Переваги використання месенджера Telegram для створення системи онлайн-навчання

Ілля Васильченко, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В умовах пандемії COVID-19 та повномасштабної війни в Україні дедалі зростає попит на онлайн-навчання. Дистанційний режим навчання та матеріали в електронному форматі дозволяють використовувати час максимально ефективно. Проте не кожен має змогу навчатись за персональним комп'ютером, а сайти дистанційного навчання здебільшого мають незручну мобільну версію сайту.

Матеріали і методи. У дослідженні розглянуто, проаналізовано й порівняно між собою можливості сучасних LMS і месенджерів для забезпечення онлайн-навчання.

Результати. Означену проблему можливо вирішити перенесенням функціоналу LMS-системи до одного з месенджерів. Такі засоби, як Microsoft Teams, Telegram, Slack забезпечують спільну роботу команд і можуть стати платформою для навчання. Така LMS може містити матеріали, які студенти можуть використовувати в будь-який час, а також функції для тестування та зворотного зв'язку з викладачами. Проте необхідно враховувати й деякі виклики, пов'язані зі створенням LMS у месенджері — такі, як обмеження на розмір файлів, нестабільність мережі й обмежені функції редагування тексту. Також необхідно розробити відповідні методики та стандарти навчання для використання в таких системах.

За результатами аналізу, Telegram є одним з найкращих месенджерів для створення LMS системи. Його перевагами є наступні.

1. Telegram API є потужним інструментом для створення ботів, у т.ч. і для навчання. У той же час Telegram API досить простий у використанні, що дозволяє швидко розробляти та налаштовувати LMS через бота.

2. Підтримка ботів. Telegram має добре розроблену систему ботів, що дозволяє розробникам легко створювати та налаштовувати ботів для різних цілей.

3. Багатофункціональність. Бот Telegram може виконувати різні функції, такі як надсилання повідомлень, створення опитувань, завантаження файлів, спілкування в групових чатах тощо, що дозволяє створювати багатофункціональну LMS.

4. Захист даних. Telegram має високий рівень захисту даних, що важливо для LMS, яка містить конфіденційну інформацію.

5. Безкоштовність. Використання бота в Telegram є безкоштовним, що дозволяє зекономити кошти на створенні та розгортанні LMS.

Тим часом інші проаналізовані месенджери, такі як Slack та Microsoft Teams, теж мають деякі переваги у використанні для навчання, проте в порівнянні з Telegram вони можуть бути менш доступними або гірше підходити для окремих потреб

Висновки. Отже, створення системи онлайн-навчання з використанням Telegram може бути ефективним і економічним рішенням, що забезпечить зручне й безпечне проведення навчання, а також конфіденційність та захист даних користувачів.

Література

1. Костіков М. П. (2022) Використання Telegram-ботів для реалізації розподілених IoT-рішень, *Наук. пр. IV міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій», 1–2 лютого 2022 р. (Київ, Україна)*, К.: НУХТ, с. 93.

Моделювання процесу приймання та виконання замовлення для підтримки діяльності логістичного комплексу

Дмитро Вороньков, Олена М'якшило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Моделювання процесу руху товарів на складі логістичного комплексу, який надає послуги транспортування товарів, є важливим етапом в автоматизації виконання замовлень для визначення функцій інформаційної системи підтримки діяльності складу.

Матеріали і методи. Метою моделювання є створення моделі процесу приймання та виконання замовлення, що дозволяє проаналізувати етапи виконання замовлення, які стосуються складу.

Результати. Автоматизований процес приймання та виконання замовлення починається зі створення паспорту товару. Після створення паспорту товару відбувається перевірка товару (вміст, кількість). Система має забезпечувати сортування товару, відповідно до умов зберігання і місце його розміщення на складі. Модель бізнес- процесу в середовищі Bizagi наведено на рис. 1:

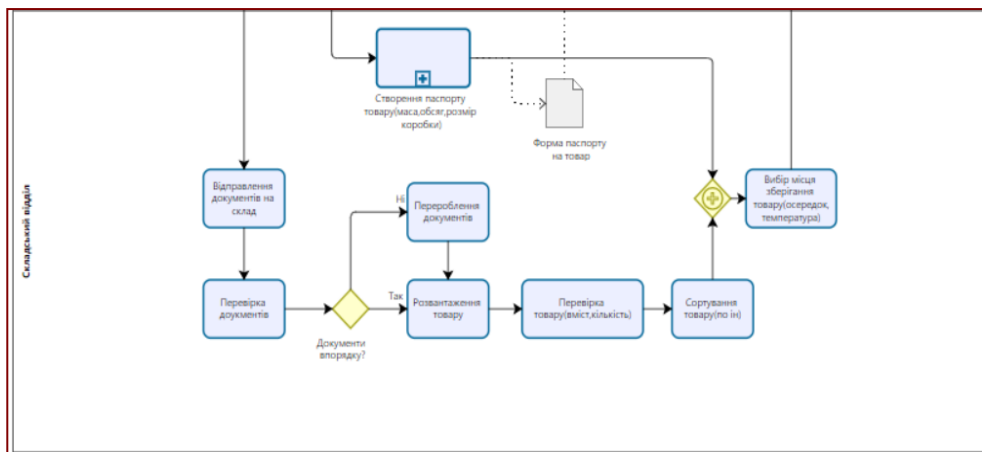


Рис. 1. Діаграма TO-BE для складського відділу логістичного комплексу

Моделювання процесу приймання та виконання замовлення для підтримки діяльності складу дозволило визначити головні завдання інформаційної системи для збільшення ефективності роботи логістичного комплексу.

Висновки. Моделювання бізнес-процесів є дієвим способом аналізу та формування завдань в процесі створення інформаційної системи підтримки діяльності складу логістичного комплексу.

Література

1. Grabchenko A. I., Fedorovych V. O., Harashchenko Y. M. (2009) Methods of scientific research: Education. guide. Kh.: NTUU «KhPI», 142 p.
2. Kharkianen O., Myakshylo O., Hrybkov S., Kostikov M. Development of Information Technology for Supporting the Process of Adjustment of the Food Enterprise Assortment, *EEJET*, vol. 1, no. 3(91), pp. 77–87.

Актуальність розробки IoT екосистеми реабілітаційного центру відновлення після поранень, травм, нападів та операцій

Альона Ворох, Ростислав Лісневський

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. IoT покликаний полегшити життя користувачів та зробити його якомога комфортніше, виключивши вплив людини з більшості процесів. Сучасна медицина є однією із провідних галузей, де активно застосовуються новаторські IoT-рішення.

Матеріали і методи. У дослідженні проаналізовано можливості технологій IoT.

Результати. IoT — технологія для взаємодії пристроїв один з одним та зовнішнім середовищем. Програмні рішення — комплексна система з датчиків, обладнання, каналів зв'язку та ПЗ. У режимі реального часу відстежується робота різних систем, контролюються пристрої та об'єкти. У світовій охороні здоров'я IoT дозволяє підвищувати ефективність лікування, проводити швидке діагностування захворювань, відстежувати показники здоров'я пацієнта. У режимі реального часу можна збирати дані з медичних пристроїв, які призначені для відстеження динаміки сну, серцевого ритму та інших фізіологічних параметрів. Нині в Україні продовжує працювати потужний реабілітаційний центр Next Step Ukraine, відкритий у 2018 відомим благодійним фондом зі США Revived Soldiers Ukraine («Відродження Захисників України»), який спеціалізується на наданні медичної допомоги та реабілітаційних послуг українським бійцям АТО/ООС. На підготовку, пошук партнерів пішло три роки. Лише вартість одного обладнання, яке зараз використовується у Центрі, складає \$120 тис. Найдорожче — розумні електростимулятори компанії Restorative Therapies.

Існує дуже багато методів, які можна використовувати при реабілітації опорно-рухового апарату людини, але я хочу заострити увагу саме на ЛФК (лікувальна фізична культура). Кожне тренування потребує пильного нагляду лікаря, тому що тренажери мало оснащені давачами для контролю стану пацієнта. В результаті чого виникає потреба у розробці реабілітаційного центру з тренажерами з давачами та впровадженою технологією IoT. Архітектура проекту складається з тренажерів з давачами та модулем Wi-Fi для передачі даних в хмару з базою даних, після чого кінцевий користувач, тобто лікар, може отримувати доступ до цих даних, обробляти їх, моніторити показники та вносити план тренувань для кожного пацієнту. При оснащенні тренажерів необхідними давачами, відбуватиметься збір даних життєво важливих показників стану пацієнта, для того щоб зробити реабілітацію як можна безпечнішою та автоматизованою. В результаті виникає необхідність обробки зібраних даних за допомогою математичних методів. Лінійна регресія — це основний і широко використовуваний тип прогнозного аналізу. Загальна ідея регресії полягає в тому, щоб дослідити дві речі: перше — чи добре набір змінних провідника справляється з прогнозуванням результатної (залежної) змінної, друге, які змінні, зокрема, є значущими прогнозами змінної результату, і яким чином вони — позначаються величиною та ознакою бета-оцінки — впливають на змінну результату.

Висновки. Реабілітаційних центрів із використанням IoT в Україні мала кількість. Більшість з них використовують імпортні тренажери та пристрої з більш технологічно розвинених країн. Спираючись на сьогодишню статистику постраждалих людей в Україні, виникає потреба у розробці більшої кількості центрів для відновлення опорно-рухової системи людини. А впровадження IoT технологій в систему медицини може значно підвищити результативність та показники одужання.

Побудова системи контролю кліматичних показників теплиці на основі Інтернету речей

Антон Гусенко, Мирослава Гладка

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Запровадження новітніх IoT-технологій у агропромисловому комплексі, зокрема при вирощуванні рослин у теплицях, збільшує конкурентоздатність виробників на ринку агропродукції.

Матеріали і методи. Метою дослідження є розробки в сфері імплементації IoT технологій в тепличне господарство. Реалізація системи ґрунтується на методі експертних знань, у відповідності до правил та вимог у вирощуванні рослин. На основі параметрів даних значень оптимальних кліматичних показників усіх рослин, що вирощуються в господарстві, розроблено алгоритм перевірки рослин на сумісність та умов одночасного вирощування.

Результати. У теплиці важливо підтримувати необхідні для рослин кліматичні умови, щоденно виконуючи дії для цього. Незабезпечення необхідних умов може негативно вплинути на врожай.

Рослини потребують різних температурних режимів на різних етапах розвитку, а найвибагливіші можуть потребувати щогодинних змін. Тільки при гарантії дотримання всіх необхідних показників результатом може стати нормальний ріст, розвиток та плодоносіння всіх вирощуваних у теплиці рослин.

Оскільки рослини, які мають вирощуватися разом, можуть мати різні вегетаційні стадії різної тривалості, було розроблено алгоритм, який дає зрозуміти системі, коли саме має відбуватись зміна меж оптимальних кліматичних показників і в які саме моменти перевіряти, чи сумісні рослини. Цей алгоритм дозволяє проаналізувати сумісність рослин із різними початковими точками висіву/висадки.

1. На початку користувач обирає рослини, після чого з бази даних підтягується інформація по них.

2. Далі вираховується тривалість сценарію вирощування (зокрема найдовший період росту рослини) та встановлюються критичні точки (час закінчення кожного вегетаційного стану у кожної з рослин). У цей момент інші рослини можуть все ще знаходитись на етапі іншого вегетаційного стану, тому важливо перевірити, чи дозволять кліматичні вимоги рослин підтримувати комфортні для всіх показники.

3. Потім починається проходження по критичних точках.

4. Для кожної з критичних точок виконується функція перевірки сумісності, тобто чи вдається для критичної точки встановити комфортний діапазон показників для всіх рослин.

5. Наприкінці алгоритму виводиться результат проведеної перевірки.

IoT-рішення по аналізу та контролю кліматичних показників оперує великою кількістю вхідної інформації. Джерелами вхідних даних є датчики, що зчитують значення кліматичних показників і на їх основі система приймає рішення по підтримці їх в оптимальних межах.

Висновки. Розроблено алгоритм, який дозволяє системі змінювати показники відповідно до вегетаційного стану кожної рослини та перевіряти сумісність між ними на різних стадіях вегетації. IoT-рішення засноване на датчиках та забезпечує автоматичний контроль, аналіз кліматичних показників та встановлення оптимальних параметрів в теплиці у відповідності до стадії вирощування всіх наявних рослин.

Інформаційна система відділу по роботі з клієнтами в салоні краси

Єлізавета Діброва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відділ по роботі з клієнтами займається зв'язком із клієнтами салону. Є ключовим у діяльності салону краси, оскільки виконує основну роль салону – реалізацію надання послуг клієнтам. Тому для автоматизації роботи відділу, покращення якості та швидкості надання послуг, необхідно розробити автоматизовану інформаційну систему, яка зможе з легкістю організувати всі необхідні процеси для повноцінної роботи в один додаток.

Матеріали і методи. Для дослідження роботи відділу по роботі з клієнтами було створено функціональну модель з використанням CASE-засобу ERwin Process Modeler. При проектуванні моделі даних використовується CA ERwin Data Modeler. Для створення інформаційної системи відділу по роботі з клієнтами використовується система управління базами даних — MS SQL Server, для зручної взаємодії користувача та інформаційної системи за допомогою інструментів Visual Studio з використанням мови програмування C# реалізується інтерфейс користувача.

Результати. Розроблюється інформаційна система, яка буде невід'ємною складовою функціонування відділу по роботі з клієнтами в салоні краси. Дана система є помічником в зберіганні необхідної інформації про записи, співробітників, клієнтів, товари та послуги, а також надає можливість швидко та зручно знаходити, редагувати та додавати нову інформацію.

В процесі розроблення інформаційної системи реалізовується виконання наступних функцій:

- оброблення та реєстрація замовлень, що поступили до салону краси.
- запис даних про клієнтів, співробітників, товари та послуги;
- пошук повної інформації та фільтрація даних за певними критеріями.
- додавання, редагування та видалення даних для всіх таблиць бази даних.
- розрахунок вартості наданих послуг та генерація чеку на оплату.
- формування звітної документації.
- ведення статистики продажу послуг та товарів.

Виконання зазначених функцій дозволить забезпечити чітку та якісну роботу відділу по роботі з клієнтами в салоні краси.

Система повинна бути наділена простим та зрозумілим інтерфейсом для користувача, бути легкою у використанні та забезпечувати виконання всіх необхідних функцій.

Система має функціонувати в діалоговому режимі. Діалог реалізовується за принципом вибору відповідного пункту меню користувачем та заповнення форм. Меню в вигляді рядка даних розміщено зверху екрана і залишається в цій позиції протягом діалогу [1].

Висновки. Розроблена інформаційна система дозволить підвищити якість та ефективність діяльності відділу по роботі з клієнтами, а також служитиме для усунення складнощів в роботі відділу.

Література

1. Коваленко О. С., Добровська Л. М. (2020) *Проектування інформаційних систем: Загальні питання теорії проектування ІС*. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 192 с.

Особливості впровадження документообігу в університеті

Сергій Доля, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Впровадження ефективного документообігу є важливим етапом у забезпеченні успішної діяльності будь-якої організації, в тому числі і університету. Оскільки університети займаються викладанням та науковим дослідженням, вони мають значний потік документів, що потребують обробки та зберігання.

Матеріали і методи. Матеріалами для дослідження стали джерела у відкритому доступі, застосовувалися методи постановки завдань, аналізу та синтезу.

Результати. Особливості впровадження документообігу в університеті можуть бути наступними: визначення мети і завдань документообігу, які необхідно вирішити; університет повинен мати чіткі правила та процедури щодо документообігу; університет може використовувати спеціальні інструменти для автоматизації документообігу, такі як електронні документообігові системи або програмні продукти для електронного документообігу; персонал університету повинен бути навчений роботі з електронними системами документообігу та повинен мати чітке розуміння процедур та правил їх використання; забезпечення безпеки даних; організація доступу до документів; моніторинг та оцінка результатів, що дозволить виявити проблемні місця та вносити відповідні зміни для забезпечення більш ефективного документообігу.

Існує багато різних систем документообміну, і кожна з них має свої переваги та недоліки. До основних систем документообміну необхідно віднести: електронна пошта, Google Documents, SharePoint, OneDrive. У кожній системі документообміну є свої переваги та недоліки.

Вибір конкретної системи залежить від потреб користувача та вимог до захисту конфіденційної інформації.

Paperless — це система документообміну, що дозволяє організаціям ефективно обробляти документи, зменшити залежність від паперових документів та поліпшити доступність даних. Основні функції системи документообміну paperless включають:

- зберігання й управління документами — зберігати, організувати та керувати всіма видами документів в електронному вигляді, що допомагає запобігти втраті документів, покращує доступність даних та спрощує їх пошук;
- електронний обмін документами — ефективно обмінюватися документами між різними користувачами системи, що допомагає зменшити час та зусилля, необхідні для передачі документів, і забезпечує швидкий та надійний обмін даними;
- пошук та фільтрація документів — швидко та ефективно знаходити необхідні документи, використовуючи різні фільтри та параметри пошуку, що допомагає зменшити час, необхідний для пошуку документів, та поліпшити доступність даних.

Використання електронно-цифрового підпису від Приват банку, який є у всіх користувачів вказаного банку.

Висновки. На даний момент прийнято рішення почати процес впровадження документообміну на основі безкоштовної системи від Приват банку paperless.com.ua На подальшу перспективу планується детально дослідити основні бізнес процеси ходження документів в університеті між відділами та розроблення власної концепції повноцінного документообігу.

Використання NLP для підвищення якості розрахунку індексу підтримки споживача

Дмитро Драгомерецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Індекс підтримки споживача (англ. *Net Promoter Score* — *NPS*) — це один із популярних управлінських інструментів, що використовується для оцінки лояльності споживчих відносин. Поширеною проблемою компаній під час розрахунку значення індексу є некоректність даних.

Матеріали і методи. Для розрахунку індексу NPS проводиться анкетування клієнтів компанії, що в більшості випадків складається з двох запитань:

1. Загальна оцінка (від 0 до 10) задоволення послугами.
2. Коментар до оцінки.

Результати. Результати анкетування зберігаються в СКБД та використовуються для розрахунку метрики NPS на базі загальної оцінки. У разі низької оцінки працівники відділу по роботі з клієнтами аналізують коментарі та делегують результати аналізу у відповідний департамент компанії для усунення проблеми. Такий процес є стандартним для багатьох компаній по всьому світі.

Шляхом ручного аналізу тестової вибірки з 200 тис. анкет було виявлено велику кількість розбіжностей між загальною оцінкою та настроями клієнтів у коментарях до цієї оцінки. Це призводить до того, що розрахований показник NPS не відповідає дійсності, оскільки враховує некоректні анкетні дані.

Для розв'язання проблеми аналізу якості даних було використано технології опрацювання природної мови (англ. *Natural Language Processing* — *NLP*). Було створено ETL-процес визначення тональності тексту (*Sentiment Analysis*) та пошуку іменованих сутностей (*Named Entities Processing*) за допомогою хмарного сервісу Amazon Comprehend. Результатом роботи ETL-процесу є анкетні дані, збагачені наступними характеристиками:

1. Тональність тексту (Позитивний / Негативний / Нейтральний);
2. Точність визначення тональності тексту;
3. Іменовані сутності.

Використання значення тональності тексту дає можливість виключити з розрахунку дані, де висока оцінка супроводжується негативним текстом, і навпаки. Після запровадження підходу виявилось, що похибка розрахунку в деяких випадках сягала 37%.

Висновки. Описаний метод дозволяє підвищити якість розрахунку індексу NPS на 10–37% і автоматично класифікувати позитивні й негативні властивості продукції або послуг компанії, які необхідно скеровувати у відділи розроблення та маркетингу.

Література

1. Reichheld F., Markey R. (2011) *The Ultimate Question 2.0: How Net Promoter Companies Thrive in a Customer-Driven World*. Boston, MA: Harvard Business Review Press, p. 52.
2. Bird S., Klein E., Loper E. (2023) *Natural Language Processing with Python* [online]. URL: <https://www.nltk.org/book>.
3. Lane H., Howard C., Napke H. M. (2019) *Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python*. Shelter Island: Manning, 544 p.

Проектування програмного засобу для автоматичного визначення мови ворожнечі

Катерина Дьогтяр, Микола Костіков

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі величезна кількість людей щодня спілкується в соціальних мережах і месенджерах. Тож актуальною є проблема виявлення мови ворожнечі (англ. *hate speech*), яка може міститись у текстових повідомленнях, публікаціях і коментарях в інтернеті.

Матеріали і методи. Джерелами аналізу в дослідженні є інтернет-публікації, застосовуються методи роботи з API, створення БД та комп'ютерної лінгвістики.

Результати. Метою дослідження є створення програмного засобу, який би міг автоматично визначати мову ворожнечі в текстах українською мовою.

Першим етапом на цьому шляху є розроблення та наповнення корпусу текстів із мережі інтернет. Як джерело можна взяти соціальні мережі або месенджери. Зокрема в ході дослідження було вирішено зібрати публікації з одного з Telegram-каналів. Це можна реалізувати як вручну, так і автоматично з використанням Telegram API [1].

Другим етапом є паспортизація отриманого корпусу текстів та збереження отриманого результату як бази даних для подальшого зручного програмного опрацювання.

На третьому етапі має бути створено власне програмний засіб, який визначає в поданих текстах обценну лексику. Слід зазначити, що, на перший погляд, така лексика має свідчити про наявність мови ворожнечі в повідомленні, однак насправді це не завжди так. Як показує аналіз інтернет-повідомлень, обценна лексика може вживатися з різною метою: для створення гумористичного ефекту; як вставні слова та вирази; для підсилення висловлення або навіть для вираження позитивних емоцій.

Отже, наступним і ключовим етапом роботи має бути фільтрування отриманих повідомлень із обценною лексикою, та відсіювання тих, де мови ворожнечі немає.

Одним із можливих підходів до цього є створення автоматизованої системи, яка лише робить вибірку текстів із обценною лексикою та передає її на розгляд людині-модератору. В такому разі саме ця особа робитиме остаточний висновок щодо мови ворожнечі та позначатиме проаналізовані повідомлення відповідним чином.

Іншим підходом може бути спроба реалізації автоматичного тонального аналізу (сентимент-аналізу). Для цього можна використати методи машинного навчання, зокрема бібліотеку NLTK для мови програмування Python [2]. Як тренувальний набір у нашому випадку буде взято повідомлення, розмічені вручну за показником наявності або відсутності мови ворожнечі (як у першому підході). На тестовому ж наборі наша програма вже самостійно визначатиме, де мова ворожнечі є, а де — ні.

Висновки. Перспективою подальшого дослідження є програмна реалізація й тестування проєктованого засобу.

Література

1. Костіков М. П. (2022) Використання Telegram API для збору та опрацювання текстової інформації, *Матер. 88 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ. «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, квітень-травень 2022 р., К.: НУХТ, с. 296.
2. Bird S., Klein E., Loper E. (2023) *Natural Language Processing with Python* [online]. URL: <https://www.nltk.org/book>.

Забезпечення локалізації та гасіння лісових пожеж

Дмитро Загородній, Ростислав Лісневський

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Згідно зі статистикою, основною причиною лісових пожеж є недотримання правил пожежної безпеки при поводженні з вогнем. Також пожежі виникають в наслідок несприятливих погодних умов.

Матеріали і методи. Основними методами гасіння низових лісових пожеж є наступні: нахлюстування або закидання ґрунтом крайки лісової пожежі; гасіння водою або розчинами хімікатів; прокладання мінералізованих смуг; відпал лісових горючих матеріалів або метод пуску зустрічного вогню; гасіння із залученням авіації; штучне викликання опадів; гасіння з використанням вибухових речовин. Різні способи гасіння лісових пожеж мають свої переваги і недоліки.

Результати. Сьогоднішній рівень розвитку технологій надає значних можливостей у боротьбі з лісовими пожежами. Велика кількість компаній та організацій працюють над розробкою та впровадженням інноваційних рішень, які допомагають запобігти виникненню пожеж та швидко і ефективно локалізувати їх.

Однією з найважливіших інноваційних технологій в боротьбі з лісовими пожежами є використання дронів. Дрони дозволяють вогнеборцям швидко та точно визначати місця особливо активного вогню та вчасно реагувати на зміни в пожежній обстановці. Крім того, вони можуть виконувати низку додаткових завдань, таких як моніторинг пожежних зон та збір інформації про погодні умови.

Іншою важливою технологією є використання космічних знімків, що допомагають визначити масштаби ситуації та прогнозувати подальший розвиток пожежі. NASA розробила спеціальну програму, яка надає інформацію про стан природних ресурсів, включаючи лісові масиви та можливі джерела пожеж.

Окрім цього, велику роль у запобіганні та локалізації лісових пожеж відіграють аналітичні дані про погодні умови, моделювання кліматичних змін та вивчення силу та напрямки потоків вітру. Ця інформація дозволяє прогнозувати можливі джерела пожеж та вживати превентивних заходів.

Додатково, є програмні рішення, що використовуються для вирішення проблеми лісових пожеж. системи автоматичного виявлення пожеж можуть реагувати на сигнали від сенсорів, встановлених на лісових масивах та супутників. Ці системи можуть дати оперативну відповідь та забезпечити швидку реакцію вогнеборців.

Нові технології також дозволяють більш точно керувати вогнегасінням. Наприклад, можна використовувати спеціальні супутникові системи, що надають інформацію про найкращі маршрути для переміщення пожежних машин до місця пожежі, враховуючи перешкоди на шляху, які можуть ускладнити рух вогнеборців.

Система автоматичного формування карти локалізації та гасіння пожежі критично необхідна для служб відповідальних за ліквідацію пожеж оскільки враховуючи великий об'єм даних, таких як швидкість та напрям вітру, температуру та вологість повітря та ґрунту, ландшафт території, швидкість реакції відповідальних служб, врахування їх людських, матеріальних і технічних ресурсів зможе сформуванати план за яким буде зрозуміло з якої сторони краще почати локалізувати пожежу, а на що взагалі немає сенсу витратити ресурси.

Висновки. Отже, в сучасних реаліях, де середня температура по всій планеті росте з кожним роком, а люди не дуже люблять дотримуватись правил, ця система може стати критичним фактором у збереженні такого необхідного ресурсу, як ліси.

Дослідження життєдіяльності бджіл із використанням сучасних програмно-апаратних засобів

Володимир Іванишин, Андрій Мошенський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В останні роки технічні засоби дослідження життя бджіл стали все більш доступними і широко використовуються вченими і бджолярами. Одним із найпоширеніших засобів дослідження є система моніторингу бджолиних сімей, яка дозволяє спостерігати за життям бджіл та станом вуликів за допомогою датчиків та спеціального програмного забезпечення.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження виконані в сезон 2022 р. на експериментальній пасіці в м. Київ за допомогою 32-bit мікроконтролера ESP8266 із вбудованим модулем 802.11 та сенсорами, а саме HX711 для вимірювання ваги, вбудованого ADC, AMS2302 для вимірювання живлення та мікроклімату. Фіксацію погодних умов проводили за традиційними методиками.

Результати. Впроваджено систему збору і накопичення даних. Аналіз даних проводився безпосередньо людиною. Рішення про необхідні пасічні роботи приймалися на підставі імперичного досвіду та інформації з профільної літератури [1; 2].

Визначено характерні щодобові коливання ваги вуликів, що дозволяє оптимізувати пасічні роботи. Оперативний контроль температури бджолосімі надав змогу попередити роївні стани та убезпечити сімі від втрати матки і входу у трутовий стан упродовж всього сезону.

Визначено, що одночасний контроль мікроклімату всередині і зовні вуликів та їх ваги надає змогу прогнозування оперативних станів бджіл за допомогою кореляції. Доведено, що постійна робота інформаційної системи знижує трудове навантаження на бджоляра з фізичного осмотру вуликів, спрощує перспективне планування, надає базис для розширення наукових досліджень в галузі.

Висновки. Системи моніторингу бджолиних сімей — це сучасні програмно-апаратні засоби, які дозволяють науковцям і бджолярам спостерігати за станом бджіл і вуликів в реальному часі та отримувати більш точну і своєчасну інформацію.

Вони допомагають виявити проблеми, такі як відсутність матки, зліт бджіл або їх хвороби, входження у роївовий стан та інші. Це дозволяє вжити заходів по відновленню і зміцненню бджолиних сімей, попереджає втрату сімей та загалом сприяє поліпшенню догляду за бджолами.

Література

1. Мошенський А. О., Горілий В. О. (2019) Програмно-апаратний комплекс для моніторингу торф'яних пожеж на радіоактивно забрудненій території, *Наукові праці НУХТ*, т. 25, № 2, с. 16–21.
2. Yang E.-C., Lin T.-T. (2021) Honey Bee Colony Population Daily Loss Rate Forecasting and an Early Warning Method Using Temporal Convolutional Networks, *Sensors*, 21(11), 3900.
3. Ntawuzuminsi E., Kumaran S., Sibomana L. (2021) Self-Powered Smart Beehive Monitoring and Control System (SBMaCS), *Sensors*, 21(10), 3522.
4. Ngo T. N., Rustia D. J. A., Yang E.-C., Lin T.-T. (2021) Automated monitoring and analyses of honey bee pollen foraging behavior using a deep learning-based imaging system, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 187, is. C.

Вибір оптимального способу передачі даних для створення програмно-апаратного комплексу інформаційної системи виявлення небезпечних речовин

Микола Карпенко, Сергій Чумаченко, Андрій Мошенський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За час проведення дослідження постала необхідність у виборі найкращого радіомодуля по критеріям ваги, дальності зв'язку та розмірам. В роботі представлені результати аналізу радіомодулів, вибір оптимального каналу зв'язку та протоколу комутації.

Матеріали і методи. Використовувалися такі методи як: методи аналізу та елементарного теоретичного синтезу, групування, системного аналізу. Було проведено огляд та аналіз інформації з наукових статей, досліджень та технічної документації, які були знайдені зокрема у відкритих інтернет-джерелах.

Результати. Безпроводовий канал безумовно найкращий вибір для задачі створення безпроводної сенсорної мережі (БСМ). Дані передаються передавальною хвилею. У свою чергу, хвилі за довжиною поділяються на наддовгі, довгі, середні, короткі, ультракороткі та мікрохвилі. Такий умовний поділ дозволяє виділити діапазон частот та довжину хвилі.

Характеристики сигналу включають такі параметри, як частота хвилі, пропускна здатність, дальність передачі, чутливість та потужність передавача. Оптимальним буде вибір ультракороткого діапазону хвилі (УКХ), оскільки завдяки своїм характеристикам (частота 300МГц-3ГГц, довжина 1м— 10 см): вищі частоти означають більшу пропускну здатність; передачу даних на великі відстані; зменшення величини антени за рахунок маленької довжини хвилі; хорошу проникність крізь перешкоди.

Для забезпечення роботи мережі типу mesh(за вимогою проекту) необхідно обрати радіомодуль, який підтримує відповідні протоколи LPWAN. LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) - це група протоколів зв'язку, які дозволяють передавати дані на великі відстані з мінімальним використанням енергії. Відомі наступні протоколи LPWAN: LoRa, SIGFOX, NB-IoT або LTE-M. Найкращий з них LoRa за рахунок великої дальності зв'язку, найвищої енергоефективності та готових рішень для IoT.

Для вибору оптимального УКХ-радіомодуля з підтримкою LPWAN було проаналізовано найвідоміших виробників трансиверів: Semtech, Texas Instruments, Microchip Technology, STMicroelectronics, Silicon Labs, RF Solutions, HopeRF та Murata. Виявлено підприємства на кшталт Texas Instruments, Microchip Technology та STMicroelectronics, деталі яких знаходять в російських ракетах та БПЛА навіть з 2014 року.

Найвищу дальність мають радіомодулі з підтримкою протоколу LoRaWAN (частота, швидкість передачі, дальність зв'язку): Ra-06(410-525МГц, 300Кб/с, 5км), RFM95W (868МГц, 300Кб/с, 8км), Lora32u4 II (868-915 МГц, 300Кб/с, 4-7.2км), N533LS (868-915МГц, 2000 Кб/с, 14км). Усі названі радіомодулі мають малі габарити (від 16×16 у RFM95W до 53×25 в Lora32u4 II) та доволі високі ціни (438,670, 514 грн. в Ra06, Lora32u4 II та N533LS відповідно), окрім RFM95W, який можна знайти на ринку за 271 грн. станом на 17.03.2023.

Висновки. Враховуючи вищевикладене, можна підсумувати, що для створення БСМ оптимальним вибором є використання УКХ радіомодулів із підтримкою протоколу LoRaWAN.

Комп'ютерний зір та машинне навчання у футболі

Олексій Кіриченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Комп'ютерний зір та машинне навчання стають усе популярнішими в різних галузях. Дослідження присвячено тому, чим ці технології корисні зараз, чим можуть бути корисними в майбутньому для навчального, тренувального процесів та спорту взагалі, а також тому, що може обмежити їх використання.

Матеріали і методи. Досліджувалися матеріали, статті та інші наукові праці за останні роки. Методи: синтез і резюмування та компаративний аналіз.

Результати. Зараз деякі з футбольних клубів уже використовують машинне навчання та комп'ютерний зір. Ці технології можуть застосовуватись для:

- Аналіз техніки гри гравців. Можна відстежувати рухи гравців, рухи м'яча, позицію гравців та інші параметри.
- Покращення тактики. Можуть допомогти розробляти ефективні тактичні рішення, враховуючи параметри гри та статистику з минулих матчів.
- Відстеження фізичної форми гравців.
- Аналіз даних з тренувань та матчів. Машинне навчання може допомогти аналізувати велику кількість даних з тренувань та матчів.
- Відеоаналіз гри. Такі системи, як від компанії «Veo Technologies», можуть автоматично виділяти важливі моменти для створення відеооглядів.
- Прогнозування результатів матчів. Прогнозування на основі аналізу статистики та інших параметрів гри.
- Використання роботів на тренуваннях. Машинне навчання може бути використано для створення роботів, які допомагатимуть гравцям розвивати навички.
- Покращення безпеки на полі. Системи можуть виявляти потенційно небезпечні ситуації та сповіщати тренерів і медичний персонал про можливі травми.

В майбутньому можна очікувати додаткового розвитку систем комп'ютерного зору та машинного навчання та їх використання в різних аспектах футболу, таких як покращення фізичної підготовки гравців, вивчення динаміки гри та більш точне визначення правильності рішень. Також можна очікувати збільшення кількості датчиків на полі, які будуть збирати ще більше даних для аналізу.

Та важливо зазначити, що застосування машинного навчання і комп'ютерного зору в футболі може бути обмежене проблемами з доступністю технологій, а також питаннями приватності та етики. Наприклад, збір даних про гравців та їхні дії на полі може порушувати приватність гравців і призвести до зловживання отриманою інформацією. Також важливо пам'ятати, що машинне навчання та комп'ютерний зір не замінюють людину, а лише допомагають у процесі аналізу та вдосконаленні гри. Рішення, які приймають тренери та гравці, все ще базуються на їх досвіді та інтуїції, тому використання машинного навчання має бути розглянуто як додатковий інструмент, а не як заміна для людського аналізу та рішень.

Висновки. Використання машинного навчання та комп'ютерного зору в футболі є дуже перспективним напрямком, що може відкрити нові можливості для аналізу та покращення гри. Однак для успіху в цій області важливо забезпечити доступність технологій і зберегти приватність та етику при зборі та використанні даних.

Українська жестова мова: створення датасету для машинного перекладу

Кирило Кличчів

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Жестова мова (ЖМ) — природна візуально-жестова мовна система з власною лексико-граматичною структурою. У світі існує близько 200–300 ЖМ, зокрема й українська (УЖМ), яка є головним засобом комунікації для 40 тисяч людей і рідною мовою для понад 200 тисяч українців [1]. Часто ЖМ не розглядаються як об'єкт дослідження NLP і при розробці машинних перекладачів ЖМ ігноруються, що зумовлює актуальність створення застосунку для перекладу УЖМ на українську (англ. pose-to-gloss translation).

Матеріали і методи. У дослідженні проведено базовий аналіз особливостей УЖМ та розглянуто можливі шляхи створення датасету, який потім буде використано як тренувальний набір при написанні моделі перекладу з УЖМ на українську мову.

Результати. УЖМ використовує два типи знаків для передачі інформації: мануальні (форма, орієнтація, рух і розміщення долоні) та немануальні (рухи голови, рота, брів, щік, а також погляд і міміка). Окремі знаки УЖМ не існують ізольовано один від одного, так само як літери чи слова природної мови: початок знака може змінюватися залежно від попереднього знака, а кінець — від наступного; таке лінгвістичне явище називається коартикуляцією.

В абетці УЖМ більшість літер є статичними (можуть бути зафіксовані на фото), динамічні (фіксуються на відео) — г, д, є, з, ї, й, к, ц, щ, ь. Існує готовий датасет тільки для статичних знаків УЖМ, що містить по декілька сотень зображень кожної української літери. Однак для того, щоб модель перекладала, а не просто розпізнавала окремі літери, необхідно наповнювати датасет ще й сегментованими на речення відеозаписами з їхніми українськими анотаціями.

Джерелом таких даних можуть слугувати зокрема відеозаписи новин з паралельним сурдоперекладом, які можна знайти на сайтах Українського товариства глухих (сурдопереклад усіх промов і звернень Володимира Зеленського) і ТСН (сурдопереклад щоденних найактуальніших новин). Існує декілька подібних тематичних датасетів, наприклад, RWTH-Phoenix-2014T, який містить відеосегменти записів прогнозів погоди німецькою жестовою мовою та відповідні німецькомовні анотації.

Модель, натренована на такому вузькотематичному датасеті, зможе з високою точністю перекладати тільки тексти подібної тематики. Тому в майбутньому необхідно буде розширювати набір даних, який міститиме ще зразки формальної та неформальної мов різних життєвих ситуацій.

Висновки. Отже, першим етапом створення моделі глибокого навчання для перекладу УЖМ є збирання паралельного корпусу, який міститиме сегментовані на речення відеозаписи з їхніми українськомовними анотаціями. У подальшому застосунок, розроблений на основі такої моделі, зможе полегшити комунікацію тисячам людей, для яких УЖМ є основним засобом спілкування.

Література

1. Радіо Свобода (2021) *У Мінсоцполітики повідомили, скільки людей в Україні послуговуються жестовою мовою* [online], 23.09.2021. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-minsotspolityky-zhestova-mova/31474183.html>

Огляд алгоритмів еволюційного моделювання в цілях підтримки планування виконання договорів

Ілля Кожушко, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження з метою визначення переваг та недоліків між алгоритмами та дефініції кращого рішення, яке можна використовувати у цілях підтримки планування виконання договорів.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали алгоритми еволюційного моделювання (АЕМ), а саме генетичні алгоритми (ГА), алгоритми бджолоїної колонії (АБК) та мурашиної колонії (АМК). Для визначення переваг та недоліків між алгоритмами в роботі використовували емпіричний метод дослідження.

Результати. У контексті планування виконання договорів, ГА може бути використаний для генерації оптимальних розкладів виконання проекту. Кожен розклад може бути представлений як хромосома, де гени представляють собою послідовність завдань та їх виконання. Інформація про кожне завдання може включати час виконання та вартість. ГА може потребувати велику кількість ітерацій для знаходження оптимального рішення, особливо для складних задач. Підбір параметрів для ГА є складним завданням і може вплинути на швидкість та точність знаходження рішення.

АБК заснований на поведінці реальних бджіл, які здійснюють пошук їжі. Бджоли колонії мають різні типи бджіл, кожен з яких виконує свої функції в колонії. АБК використовує цей підхід, де популяція агентів (бджіл) поділяється на групи з різними функціональними обов'язками. Наприклад, у колонії є дослідники, які здійснюють випадковий пошук, і збирачі, які знаходять найбільш оптимальний шлях. Дозволяє зберігати диверсність у популяції агентів, що забезпечує збільшення ймовірності знаходження оптимального рішення. Потребує налаштування багатьох параметрів, таких як кількість бджіл та їх роль у колонії. Може бути чутливим до випадкових факторів, таких як зміна умов у певний момент часу.

З іншого боку, АМК заснований на поведінці мурах, які здійснюють пошук їжі в природі. У колонії мурах використовуються феромони, які служать засобом спілкування між мураками і вказують шлях до їжі. АМК використовує цей підхід, де популяція агентів (мурах) залишає слід з феромонів, який допомагає їм визначити найкращий шлях до їжі. Кожна мураха здійснює випадковий вибір шляху і, коли вона доходить до кінця, вона залишає слід з феромонів. Може працювати в умовах, коли інформація щодо задачі є неповною або неточною. Може бути повільним у вирішенні складних проблем, які мають багато варіантів рішення.

Висновки. Результати дослідження показали, що АЕМ можуть бути досить ефективним для розв'язання задач планування виконання договорів. Невизначено єдиного найкращого АЕМ для планування виконання договорів. Кожен алгоритм має свої переваги та недоліки і може бути використаний залежно від конкретних потреб та вимог задачі. Проте, АМК може бути ефективнішим для задач з великою кількістю обмежень.

Література

1. Hrybkov S., Kharkianen O., Ovcharuk V., Ovcharuk I. (2020) Development of Information Technology for Planning Order Fulfillment at a Food Enterprise, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1(3 (103), pp. 62–73.

Дослідження реакцій організму людини на зовнішні впливи інформації засобами IoT

Олександр Кравченко, Мирослава Гладка

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Взаємодія людини з IoT може мати вплив на фізіологію організму і викликати різні реакції. Тому дослідження реакцій організму людини на зовнішні впливи інформації засобами IoT є актуальним і важливим.

Матеріали і методи. Дані для дослідження отримувались з різних джерел: розумні годинники, смартфони, планшети та додатки на них, платформи соціальних мереж, а саме: Telegram, Discord та Facebook, онлайн-опитування, тощо. Зібрані дані було проаналізовано за допомогою статистичних методів з застосуванням кореляційного та регресійного аналізу. Крім цього було проведено експерименти для вимірювання фізіологічних реакцій учасників на різні типи інформаційних стимулів.

Результати. Дослідження показало, що взаємодія з IoT-пристроями може мати вплив на фізіологічні параметри організму людини. Виявлено збільшення пульсу і підвищення кров'яного тиску в період самого використання IoT-пристроїв, таких як смартфони та планшети.

Крім цього? було виявлено, що організм людини по-різному реагує на різні типи інформаційних стимулів, включаючи позитивні та негативні новини, пости в соціальних мережах і рекламу. Виявлена залежність між типом інформаційних подразників і фізіологічними реакціями, такими як частота серцевих скорочень та артеріальний тиск.

На основі фізіологічних даних та опитувань було точно визначено основні чинники які в даний час спонукають появлення стресу, а саме: повномасштабна війна з росією, фінансові складнощі, соціально-політична ситуація в країні, безробіття, стан власного здоров'я та близьких.

Треба зазначити, що в процесі збирання даних за допомогою IoT-пристроїв було виявлено, що люди, які їх використовують для моніторингу власного здоров'я, мають більш високу свідомість про свій стан і більш активно займаються фізичними вправами. Тому прослідковування динаміки використання носимих трекерів для моніторингу здоров'я свідчить про наявність у власника стимулу контролювати та коригувати свій фізичний стан.

Висновки. Наведене дослідження підкреслює важливість розуміння впливу інформації на здоров'я та поведінку людини. Використовуючи технології IoT, ми можемо збирати й аналізувати дані в режимі реального часу, надаючи цінну інформацію про те, як людина реагує на різні подразники. Це так само може бути використано для покращення здоров'я піддослідного та розробки цільових втручань (нагадувань, рекомендацій, сповіщень) для пом'якшення негативних наслідків певних типів інформації.

Література

1. Bhatti S., Bashir A. K., Bashir S. A. (2019). IoT in Healthcare: Applications, Benefits, and Future Prospects, *Journal of healthcare engineering*.
2. Kounadi O., Merentitis A., Petrakis E. G. M. (2019). A systematic review of the use of IoT in healthcare, *Journal of biomedical informatics*, 99, 103297.
3. Siddique M. I., Al-Khateeb W. (2021). Impact of IoT on Healthcare Industry: A Review, *Journal of Healthcare Engineering*.

Розроблення системи вимірювання впливу будівництва на шумове середовище та формування рекомендації щодо зменшення його впливу

Назар Крук, Мирослава Гладка

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Шум є одним із найбільш відчутних екологічних факторів у міських середовищах. При будівництві нових об'єктів та реконструкції старих, шум може негативно впливати на здоров'я людей та тварин, а також створювати дискомфорт. Розробка системи вимірювання впливу будівництва на шумове середовище та рекомендації щодо зменшення його впливу є актуальною та важливою задачею.

Матеріали та методи. Матеріалом дослідження є будівельні об'єкти, що знаходяться в міських середовищах. Для вимірювання рівня шуму використовувалися звукові метри, акустичні камери та інші сучасні засоби. Для аналізу даних використані статистичні методи, методи фільтрації шуму та акустичної інженерії.

Результати. Дослідження проводилося на території міста Києва протягом місяця. Було проведено вимірювання рівня шуму на території, яка знаходилася в опосередкованій близькості до зони будівництва та на контрольній території, що знаходилася на відстані більше 500 метрів від зони будівництва. В результаті було отримано наступні результати.

1. Зони будівництва мають найвищий рівень шуму у порівнянні з контрольною територією. Середні значення рівня звукового тиску на зоні будівництва були більші на 15 децибел порівняно з контрольною територією.

2. Найбільш вразливими до шуму є вулиці, які розташовані в опосередкованій близькості до зони будівництва. На таких вулицях середні значення рівня звукового тиску перевищували норму на 20 децибел.

3. Найбільш інтенсивний шум спостерігався в період з 8:00 до 18:00, коли проводилось активне будівництво. У нічний час рівень шуму зменшувався на 5-10 децибел порівняно з денним.

4. Було встановлено, що основним джерелом шуму на зоні будівництва є робота техніки, зокрема важкої будівельної техніки. Її рівень шуму перевищував норму на 15-20 децибел.

5. На контрольній території було виявлено незначні коливання рівня шуму протягом дослідження. Середні значення рівня звукового тиску на контрольній території були стабільними та не перевищували норми.

6. Чим ближче знаходиться джерело шуму, тим вище рівень шуму. Найвищий рівень шуму відбувається під час роботи будівельних машин, таких як екскаватори, бульдозери та кранів. На території, де працюють ці машини, звук може досягати рівня більше 100 децибел, що є шкідливим для здоров'я людини.

У процесі дослідження виявлено особливості використання датчиків для вимірювання рівня шуму, формування єдиного середовища системи IoT, що забезпечить не лише формування бази отриманих показників, а генеруватиме відповідні повідомлення та рекомендації у відповідності до стану звукового середовища на основі санітарно-гігієнічних норм.

Висновки. Розроблення системи вимірювання впливу будівництва на шумове середовище та рекомендації щодо зменшення його впливу є ефективним рішенням для зменшення шумового забруднення на будівельному майданчику та збереження навколишнього середовища.

Використання ChatGPT у навчанні на технічних спеціальностях

Олексій Москаленко, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з новітніх і найбільш вдалих розробок у сфері штучного інтелекту є *ChatGPT*, що може бути корисним для студентів технічних спеціальностей.

Матеріали і методи. У дослідженні використано матеріали у відкритому доступі та *ChatGPT*, реалізований мовою програмування C++, застосовувалися методи постановки завдань, аналізу та синтезу.

Результати. *ChatGPT* може допомагати в роботі та здобутті освіти в будь-яких навчальних та виробничих ситуаціях. Завдання технології — допомагати здобувати знання без викладачів, тобто виконувати роль ментора. Під час надання відповіді *ChatGPT* може розтлумачувати різні способи інформації, зокрема пояснювати кроки в кодї, функції тощо — і це є однією з його сильних сторін. Також використовує різні мови програмування, зокрема такі поширені, як *Python*, *C++*, *JavaScript* тощо.

Виявлено, що із завданнями технічного і математичного спрямування технологія надає досить повні відповіді та ґрунтовні консультації. Позитивним моментом є й те, що можна ставити уточнювальні запитання, просити надати відповідь іншою мовою програмування. Крім того, виявлено, що при формулюванні чітких завдань, які априорі не можуть мати варіативної відповіді і не є ситуативними, чат-бот дає вичерпні чіткі відповіді відразу. Якщо завдання було сформульовано некоректно, із браком всіх складових, необхідних для надання відповіді, він вказує, яких саме даних бракує, що важливо користувачам для розв'язання завдань технічного спрямування.

Також однією із сильних сторін боту є здатність вчитися на власних помилках і виправляти допущені. Це робить його цінним інструментом у навчанні, адже він може бути використаний, аби допомагати студентам вчитися на своїх помилках і покращити розуміння складних концепцій. Так, під час дослідження виконання завдання нетехнічного спрямування (українська філологія) було виявлено помилку у відповіді чат-бота, повідомлено йому про це – і в результаті отримано іншу відповідь з уточненням, яка все одно була некоректною і не зовсім правильною. Після переписки та уточнювальних запитань *ChatGPT* таки надав вичерпну правильну відповідь. Отже, виявлено один із моментів, що потребує доопрацювання технології задля уніфікації його роботи.

Крім того, недоліком для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях, є те, що чат-бот сприймає лише текстову інформацію, жодну ілюстрацію, схему чи матрицю він не зчитує, тож не може супроводжувати студентів та допомагати їм у виконанні всіх без винятку завдань. На жаль, *ChatGPT* використовує дані до 2021 р., що не складно виправити, але вимагає часу. Тож необхідно передбачити й прописати самостійну синхронізацію інформації, що може доповнюватися та оновлюватися.

Під час дослідження роботи чат-боту з виконання логістичної завдання чат-бот, хоч і не надав відповіді, проте надав пораду скористуватися онлайн-застосунками, які нададуть швидку якісну ситуативну відповідь. Це дійсно імітує діяльність людини: є ілюзія, що відбувається спілкування з реальною особою. Проте, хоча технологія *GPT-3* може генерувати відповіді, схожі на людські, вона не здатна розуміти емоції або інтерпретувати невербальні сигнали, що унеможливує повну заміну людини.

Висновки. *ChatGPT* може бути цінним ресурсом у навчанні на технічних спеціальностях, та його слід використовувати в поєднанні з іншими методами навчання й обережно, аби надана інформація дійсно була точною й актуальною.

Розроблення програмного забезпечення для оцінки рівномірності розподілу частинок наповнювачів у полімерній матриці мовою Python

Дмитро Новак

Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

Андрій Мошенський, Максим Сукало

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Полімерні композитні матеріали, що містять наповнювачі, мають широке застосування в різних галузях — авіаційна та автопромисловість, будівництво, медицина, електроніка. Важливим параметром, що визначає якість цих матеріалів, є рівномірність розподілу наповнювачів у полімерній матриці. Для його оцінювання використовують метод стерилізації мікрофотографій, який може бути досить складним та часомістким процесом, який вимагає експертної оцінки зображень.

Матеріали і методи. Для оцінки рівномірності розподілу частинок наповнювачів в полімерній матриці взято метод стерилізації мікрофотографій. Зокрема, обробляли мікрофотографії, щоб видалити шуми та покращити їх якість. Для реалізації цього методу використано бібліотеку OpenCV, NumPy та Matplotlib.

Результати. Розроблений програмний засіб виконує обробку мікрофотографії для визначення розподілу частинок наповнювачів в полімерній матриці. Програма розбиває зображення на зони, обчислює статистичні показники для кожної, а потім використовує метод стерилізації для оцінки рівномірності розподілу частинок наповнювачів у кожній. Результати показуються через бібліотеку Matplotlib (рис. 1):

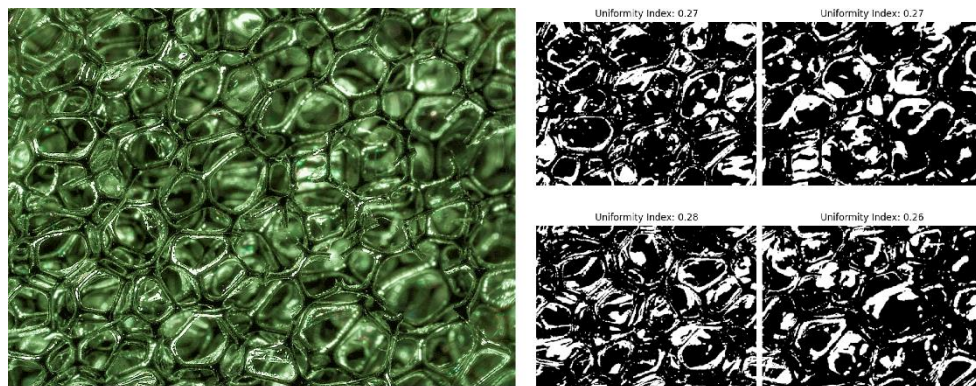


Рис. 1. Приклад роботи розробленої програми (ліворуч вихідне зображення, праворуч — результат його обробки)

Висновки. Розроблене програмне забезпечення можна використовувати для аналізу розподілу частинок наповнювачів для різних зразків. Це може допомогти визначити, наскільки рівномірним є розподіл частинок наповнювачів в матриці і, отже, наскільки однорідним будуть властивості досліджуваного зразка.

Література

1. Solem J. E. (2012) *Programming Computer Vision with Python: Tools and algorithms for analyzing images*, O'Reilly Media, Inc.
2. McKinney W. (2022) *Python for Data Analysis*, O'Reilly Media, Inc.

Оптимізація Loop32-методу для візуалізації напівпрозорих об'єктів на основі Vulkan

Олександр Новіков

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Вступ. Loop32-метод є точним методом для вирішення проблеми візуалізації напівпрозорих об'єктів. При цьому для визначення кінцевого значення кольору пікселя необхідно виконувати два проходи (RenderPass).

Матеріали і методи. Було проведено оптимізацію даного методу за допомогою використання Vulkan Subpasses. Тестування відбувалося за допомогою сцени із процедурно згенерованими напівпрозорими об'єктами з різними параметрами (колір, розмір, прозорість).

Результати. Для оптимізації методу було проаналізовано використання Subpass у графічному API Vulkan. Subpass надає можливість обмінюватися інформацією у рамках одного RenderPass. Така реалізація методу дозволяє знизити навантаження на центральний процесор за рахунок зменшення необхідності взаємодії CPU з драйвером GPU. Під час рендерингу графіки центральний процесор зазвичай надсилає команди драйверу GPU для промальовування певного кадру. Використовуючи Subpass, ми можемо зменшити потребу в такій передачі даних, оскільки обмін інформацією може відбуватися безпосередньо між GPU і RenderPass, без залучення CPU[1]. В першому Subpass відбувається сортування фрагментів, записаних у буфер за глибиною. Інформація про це передається у другий Subpass, де виконується обчислення кінцевого значення кольору пікселя. Для цього виконується змішування кольорів фрагментів, які відповідають одному пікселю. Такий підхід призводить до покращення швидкості обчислення. У наших тестах ми виявили, що час, необхідний для розрахунку кадру, скоротився з 22,31 мс до 20,43 мс, тобто на 8,42%.

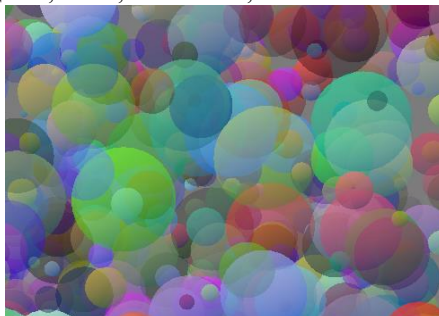


Рис. 1. Кадр, згенерований за допомогою оптимізованого методу

Висновки. Дослідження показали, що час відтворення комплексної сцени за участі напівпрозорих об'єктів може зменшитися на 8,42% при використанні одного нашого RenderPass, який містить у собі два Subpass.

Література

1. The Khronos® Vulkan Working Group (2023) Vulkan® 1.3.244 – A Specification (with all registered Vulkan extensions) [online], *Khronos Registry*. URL: <https://registry.khronos.org/vulkan/specs/1.3-extensions/html/vkspec.html>.

Розробка мобільного застосунку для автоматизації ремонтних робіт у житлових приміщеннях за допомогою технологій IoT

Андрій Падаленчук, Сергій Бронін

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. В результаті триваючого збройного конфлікту Росії з Україною було зруйновано та пошкоджено багато житлових будинків в Україні. Відновлення житлових приміщень є нагальною проблемою в державі.

Матеріали і методи. Для того, щоб налагодити зв'язок між власниками квартир та постачальниками ремонтних послуг, було запропоновано створити мобільний застосунок, завдяки якому можна отримати стандартизовані розцінки на всі ремонтні роботи, що запобігатиме завищенню цін. Крім того, використовуючи технології Інтернету речей (IoT), можна контролювати та забезпечувати дотримання встановлених нормативів проведення ремонтних робіт. У цій статті ми розглянемо розробку цього мобільного додатку, його особливості, переваги та приклади взаємодії із технологіями Інтернету речей.

Результати. Мобільний застосунок, розроблений для платформ iOS та Android, надає можливість власникам квартир зв'язуватися з постачальниками ремонтних послуг і включає такі функції, як відстеження ремонту в режимі реального часу, призначення термінів виконання робіт, обробка платежів та стандартизоване оцінювання вартості послуг[2]. Додаток дозволяє користувачеві вибрати компанію, яка надає ремонтні послуги, призначити зустріч і відстежувати хід ремонту в режимі реального часу. В додаток інтегрована обробка платежів, і користувачі можуть оплачувати ремонтні роботи різними способами, включаючи кредитну картку, PayPal і банківські перекази. Для забезпечення дотримання норм ремонту використовуються різні датчики. Наприклад, датчики рівня шуму встановлюються для виявлення будь-яких перевищень допустимого порогу шуму, датчики задимлення чи можливого загоряння, і датчики наявності води - для виявлення протікання чи пошкодження водопроводу. Використання сенсорних технологій для автоматизації ремонтних робіт має багато переваг[1]. Датчики рівня шуму виявляють будь-які відхилення від стандартів рівня шуму, гарантуючи, що ремонтні роботи виконуються відповідно до необхідних стандартів якості. Протипожежні датчики виявляють задимлення або пожежну небезпеку, попереджаючи постачальника ремонтних послуг і власника квартири про необхідність вжити необхідних запобіжних заходів. Датчики води виявляють протікання або пошкодження водопроводу, що дозволило ремонтній компанії вирішити проблему до того, як вона стане серйозною проблемою.

Висновки. Розробка мобільного застосунку, який дозволяє зв'язати власників квартир з постачальниками ремонтних послуг, є важливим заходом у сфері реконструкції житлових приміщень в Україні, а технології Інтернету речей забезпечують дотримання нормативів проведення ремонтних робіт.

Література

1. Daily J., Peterson J. (2017) Predictive Maintenance: How Big Data Analysis Can Improve Maintenance, *Supply Chain Integration Challenges in Commercial Aerospace*, Springer, Cham.
2. Phillips B. *Android Programming: the Big Nerd Ranch Guide*, Atlanta, Ga.: Big Nerd Ranch.

Порівняльний аналіз веб-фреймворків для серверної частини для використання в програмно-аналітичній системі управління ремонтними роботами в житловому секторі

Андрій Падаленчук, Сергій Бронін

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Вибір веб-фреймворку для бекенду є важливим рішенням при розробці будь-якого програмного додатку. У випадку з програмно-аналітичною системою для управління ремонтними роботами в житловому секторі це стає ще більш важливим, оскільки мова йде про конфіденційну інформацію, яка вимагає високого рівня безпеки.

Матеріали і методи. Для вимірювання ефективності та масштабованості фреймворків ми провели бенчмарк-тести за допомогою Apache JMeter. Ми використовували сервер з наступними характеристиками: 4-ядерний процесор Intel i5, 16 ГБ оперативної пам'яті та 256 ГБ SSD. Ми змоделивали до 1000 одночасних користувачів і виміряли RPS та час відгуку. Для оцінювання безпеки ми проаналізували функції безпеки фреймворків, а також історію вразливостей та виправлень.

Результати. Наші порівняльні тести показали, що Express.js має найвищий показник RPS і найнижчий час відгуку - 2 500 RPS і 10 мс відповідно. Django[3] та Laravel також показали хороші результати: 1 500 RPS та 15 мс і 1 300 RPS та 20 мс відповідно. Flask [1] та Ruby on Rails [2] мали нижчий RPS та вищий час відгуку: 800 RPS та 30 мс і 500 RPS та 50 мс відповідно. З точки зору масштабованості, Express.js та Django показали найкращі результати, причому обидва фреймворки обробляють до 1000 одночасних користувачів.

З точки зору безпеки, Django та Ruby on Rails мали найнадійніші функції безпеки. Django має вбудовану підтримку CSRF-захисту, XSS-захисту та автентифікації, що робить його одним з найбільш надійних фреймворків. Ruby on Rails також має високий рівень безпеки, з особливою увагою на захист від SQL-ін'єкцій, що робить його популярним в середовищах, де потрібен високий рівень безпеки.

Flask покладається на сторонні розширення, що дає розробникам свободу в налаштуванні власних протоколів безпеки. Express.js має вбудовану підтримку CORS-захисту.

Висновки. На основі нашого аналізу ми рекомендуємо Django як найкращий веб-фреймворк для використання в програмному забезпеченні та аналітичних системах для управління ремонтними роботами в житловому секторі. Django показав відмінну продуктивність і масштабованість, має велику і активну спільноту, обширну документацію і надійні функції безпеки.

Література

1. Lathkar M. (2021) *Building Web Apps with Python and Flask: Learn to Develop and Deploy Responsive RESTful Web Applications Using Flask Framework (English Edition)*, BPB Publications.
2. Hartl M. (2016) *Ruby on Rails Tutorial: Learn Web Development with Rails*, Pearson Education.
3. Vincent W. S. (2020) *Django for Professionals: Production Websites with Python & Django*, Lightning Source, 2020.

Симпліфікація текстів про тварин

Ірина Плешивцева, Микола Костіков

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Розвиток ІТ, який має вплив на мовознавство, дозволяє зробити світ цивілізованішим і доступнішим для всіх людей. Ідеться про автоматизовані лінгвістичні задачі, результатом яких є подання текстової інформації у зручному для реципієнтів(-ок) вигляді. Однією з них є симпліфікація (спрощення) текстів.

Матеріали і методи. У дослідженні розглянуто можливості створення системи автоматичної симпліфікації текстів про тварин на основі мови програмування Python та мови розмітки веб-сторінок HTML. Водночас у роботі системи передбачено застосування технологій машинного навчання (ML) [1].

Результати. Користувачі(-ки) зможуть здійснити симпліфікацію текстів, через створену для цього Інтернет-сторінку. Вона міститиме поле для введення тексту, що потребує спрощення, з обмеженням на 1–2 тис. знаків. Після введення тексту треба буде натиснути на кнопку «Здійснити симпліфікацію». Результат спрощення можна помістити в поле нижче, в якому користувач(ка) не зможе нічого писати.

Робота зі створенням такої системи передбачає наступні етапи.

Спочатку потрібно зібрати дані для навчання майбутньої моделі. Здебільшого вони мають вигляд таблиці, де одиниці даних є рядками (один рядок відповідає одному можливому варіанту розвитку подій), а атрибути даних містяться в колонках [2]. Вирішено створити таблицю з колонками «ДО» та «ПІСЛЯ», до яких заносяться спрощені вручну тексти про тварин із Вікіпедії, де один рядок відображає зміни, які відбуваються з одним реченням з тексту-оригіналу. Таким чином у колонці «ДО» можливе лише одне речення, а в колонці «ПІСЛЯ» їхня кількість може доходити до п'яти або можливі випадки, коли клітинка порожня (це означає, що інформація з речення не впливає на текст, отже, його можна повністю вилучити).

Після збору даних треба написати код, який і буде моделлю, що навчатиметься на основі навчальних даних. У коді застосовуватимуться різні методи бібліотек для ML (NumPy, Pandas, Scikit-learn тощо). Варто визначитися, за яким критерієм оцінюватиметься ефективність роботи моделі. Можна також на одній частині даних навчати модель, а на іншій — тестувати (обсяг і кількість одиниць даних для цих двох сегментів можуть варіюватися). У процесі перевірки ефективності роботи моделі планується втручатись у некоректні результати з метою їх покращення.

Завершальний крок — створення веб-сторінки для комфортної взаємодії користувачів(-ок) із системою. Тут планується використати HTML і, можливо, tkinter.

Висновки. Створювана система має на меті допомогти користувач(к)ам різних статі, віку, рівнів освіти тощо, які не є зоологами(-инями) та/або носіями(-ками) української, одержати найголовнішу інформацію про тварин у зручному читабельному вигляді. Технології ML дозволять написати програму з мінімальною кількістю рядків і правил, адже система сама створюватиме свої правила, навчаючись на вже готових даних.

Література

1. Aghabozorgi S., Santarcangelo J. (2023) *Machine Learning with Python* [online]. URL: <https://www.coursera.org/learn/machine-learning-with-python>.
2. Programming with Mosh. (2020) *Python Machine Learning Tutorial (Data Science)* [online]. URL: <https://youtu.be/7eh4d6sabA0>.

Оптимізація розрахунку витрат вапна на окремі ступені очищення дифузійного соку

Денис Помаз, Інна Ющук, Володимир Овчарук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вапняно-вуглецеве очищення є одним з найважливіших етапів цукрового виробництва — воно впливає на вихід і якість готової продукції. Одним із реальних шляхів підвищення ефективності цукрового виробництва є удосконалення технології вапняно-вуглецевого очищення з метою зниження витрат вапна на очищення дифузійного соку, що дозволяє більш ефективно використовувати вапно при максимальному видаленні нецукрів та отримання осаду з добрими фільтраційними властивостями.

Матеріали і методи. Розроблена математична модель та алгоритм розрахунку оптимальної кількості вапна, що додається на прогресивну попередню дефекацію (ППД), виходячи з кількості та видів повертань:

$$Y = f(x_1, x_2) \rightarrow \min$$
$$D \in \begin{cases} 120 \leq x_1 \leq 135 \\ 0.08 \leq x_2 \leq 0.1 \\ 30 \leq Y_0 \leq 100 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{де } Y_0 = \frac{0.01 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot x_1^2 \cdot (x_2^2 - a_0^2)}{100 \cdot a_2 \cdot (a_3 - x_2) + 0.01 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot (a_0 - x_2)}.$$

Результати. Для отримання оптимального технологічного процесу необхідно дискретно розв'язувати дану задачу через кожний визначений проміжок часу. Таким чином, будемо мати функцію раціональних рішень протягом усього періоду протікання процесу.

Кількість вапняку, що додається на ППД залежить від кількості та видів повернень. При цьому кількість вапна у вигляді вапнякового молока повинна бути такою, щоб весь СаО знаходився у розчиненому вигляді.

Мета розрахунку полягає у визначенні кількості видів повернень в залежності від якості буряку і, відповідно, якості дифузійного соку. Пропонується розглянути три види повернень на ППД: нефільтрований сік I сатурації з додаванням вапнякового молока; нефільтрований сік I сатурації з додаванням дефекованого молока; згущена суспензія соку I сатурації з додаванням вапнякового молока.

Висновки. В результаті розрахунків для конкретних даних якості соку можна отримати кількість вапна на очищення. Практичне застосування програми полягає не тільки в розрахунку основних значень параметрів процесу, але й можливості аналізу роботи сокоочисного відділення та вибору оптимальної схеми очищення в залежності від якості дифузійного соку.

Література

1. Бугаєнко І. Ф., Гольденберг С. П., Титаренко Ю. А. (2018) Контроль витрат вапна на попередню дефекацію за допомогою ПК, *Цукор*, № 1, с. 46–47.

Інформаційна система підтримки діяльності складу ПрАТ «Оболонь»

Михайло Ревенко, Наталія Ліманська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Провівши аналіз предметної області та підприємства, було виявлено, що для забезпечення роботи логістики підприємства та її ефективності найліпшим чином слід застосувати програмне забезпечення, яке дозволяє здійснювати обробку товарів, їхній облік, створення звітної документації найбільш оптимальним шляхом.

Матеріали і методи. У дослідженні проведено аналіз аналогічних програмних засобів і створено концептуальну модель нової інформаційної системи.

Результати. На ринку налічується декілька програмних продуктів, які мають схожий функціонал, призначення та можуть бути застосовані для вирішення проблем підприємства. Вони мають схожий принцип побудови та давно перебувають на ринку, проте вони досить дорогі, як у плані придбання так і у плані впровадження. Також вони є досить складними для користування. Враховуючи вищезазначене, для підприємства доцільно розробити додаток, який має бути простим у використанні, здатним задовільнити його потреби та недорогим у впровадженні та розробці.

При виконанні роботи було розглянуто способи та засоби створення додатків подібного типу. Додаток має відповідати визначеним вимогам та розв'язувати конкретні задачі. Задля визначення вимог щодо нього було проаналізовано декілька його аналогів, які давно перебувають на ринку, проаналізовано їхні особливості, принципи побудови.

Інформаційна система має передбачати автоматизацію виконання наступних задач:

- Облік товару, який прибув на склад або перебуває на ньому, та товару, який підлягає відправці;
- Забезпечення обліку та підготовки до повернення браку;
- Створення відомостей та накладних про відправку та прибуття товарів;
- Обробка та облік даних про постачальників та отримувачів товарів;
- Формування звітної документації щодо роботи складу для визначення її ефективності;
- Формування наказів щодо відправлення товарів;
- Формування звітної документації щодо роботи працівників складу.

При виконанні робіт із визначення та оптимізації процесів прийняття рішень, процесу документообігу структурних підрозділів та їх взаємодії між собою предметної області, було використано наступні програмні продукти: засоби CASE-технології AllFusion Process Modeler (BPwin) та ERwin Data Modeler (ERwin); середовище MS SQL Server та система керування базами даних MS SQL Management Studio 2019; інтегроване середовище розробки MS Visual Studio 2022; об'єктно-орієнтовану мову програмування C#.

Висновки. Створений додаток дозволив збільшити швидкість роботи підприємства, що у свою чергу призвело до збільшення його прибутку при відносно невеликих витратах на створення та впровадження розробленої системи.

Література

1. М'якшило О. М., Загоровська Л. Г., Харкянен О. В. (2010) *Структурне моделювання інформаційних систем*, К: НУХТ, 26 с.

Автоматизоване тестування оновлень для безпеки ПЗ інтернет-речей

Андрій Рота, Іван Чичкань

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. При оновленнях програмного забезпечення (ПЗ) для безпеки IoT пристроїв дуже важливо переконатися, що ці оновлення не створюють нових недоліків безпеки та не руйнують систему. Автоматизоване тестування оновлень для безпеки пристроїв Інтернету речей мінімізує ризик появи нових вразливостей та збоїв у роботі системи через оновлення.

Матеріали і методи. Матеріалом є пристрої IoT: камери, датчики руху. Для тестів оновлень у роботі розгортали тестові камери і давачі у наявній IoT-мережі та використовували різноманітні тести безпеки, включаючи сканування вразливостей, тести на проникнення та тестування методом «чорної скриньки». Відповідний пристрій, давач чи камера, встановлює собі оновлення з безпеки, застосовує їх, а окремий процес на пристрої проводить аналіз вразливостей, після чого надає повний звіт серверу в зашифрованому вигляді. Сервер приймає запит, розшифровує звіт, та зберігає отриману інформацію в єдиній базі даних для подальшого аналізу [1].

Результати. Більшість користувачів IoT приладів не слідкують за оновленнями безпеки, що створює багато вразливостей на приладах під'єднаних у єдину IoT-мережу. Автоматизоване тестування оновлень з безпеки ПЗ IoT-речей виконує роботу за користувача, перевіряючи наявність оновлення та коректність його роботи у розгорнутій мережі, що дозволяє уникнути «людського фактору».

Хмарний сервер при наявності оновлень з безпеки, перевіряє поточну версію оновлення на тестовому приладі, і, якщо наявна версія оновлення з безпеки застаріла, надає нову версію, після чого система розгортає оновлення на тестовому приладі, застосовує зміни та переводить прилад у робочий режим. Якщо оновлень з безпеки немає, тестові прилади працюють у режимі постійного моніторингу і надсилають зашифровані дані про всі помилки, які виникають у процесі роботи. При наявності помилок при оновленні, тестовий прилад збирає звіт про всі недоліки, шифрує їх та надсилає повідомлення на сервер за протоколом AMQP [2]. Якщо помилок немає, то відповідне повідомлення про успішність оновлення буде надіслане на сервер, після чого воно буде розгорнуте у всій мережі. У результаті автоматизоване тестування оновлень для безпеки ПЗ інтернет-речей зменшує час і матеріальні витрати, які потрібні для ручного розгортання оновлень. За рахунок цього підвищується стабільність роботи і безпека системи. Постійний моніторинг системи в реальному часі дозволяє мінімізувати витрати коштів через некоректну роботу приладів.

Висновки. Автоматизоване тестування оновлень для безпеки ПЗ Інтернету речей допомагає зменшити час необхідний для ручного тестування і виявлення помилок а також самостійно розгортає оновлення, які не шкодять роботі і безпеці приладів.

Література

1. Chychkan I., Spasiteleva S., Shevchenko S., Zhdanova Yu., Shevchenko H. (2021) Model of Informational and Cyber Security Synthetic Learning Environment Step-by-Step Implementation. CPITS-II-1, *CEUR Workshop Proceedings*, V, 3187, 89–102. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3187/paper9.pdf>.
2. Pratt M. K. (2022) Top 12 most commonly used IoT protocols and standards, *TechTarget*, 30 Mar 2022. URL: <https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/Top-12-most-commonly-used-IoT-protocols-and-standards>.

Постановка задачі побудови IoT системи керування технологічними процесами виробництва спиртів

Софія Сахарова, Сергій Палій

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Виробництво спиртів є важливою галуззю харчової промисловості, що має значний вплив на економіку країни. Щоб забезпечити якість та ефективність виробництва спиртів, потрібна система керування технологічними процесами. З появою технології Інтернету речей (IoT) з'явилась можливість використання сенсорів, мережі та аналітики даних для автоматизації процесу та зменшення людського впливу на нього.

Матеріали і методи. До матеріалів та методів, що можуть бути використані для розробки та проектування системи можна віднести статистичні моделі, моделі машинного навчання, імітаційні моделі та системи підтримки прийняття рішень.

Результати. Пропонується розробити та впровадити IoT систему керування технологічними процесами виробництва спиртів, що передбачитиме збір, аналіз та обробку даних з сенсорів технологічного обладнання, дозволивши реалізувати автоматизований моніторинг технологічних параметрів виробництва спиртів. Для оптимального функціонування, IoT система повинна бути оснащена різноманітними компонентами та пристроями [1]. Основні компоненти IoT системи включають: сенсори, мікроконтролери, пристрої збору та аналізу даних, системи зберігання даних та модулі зв'язку [2]. Сенсори є ключовими компонентами IoT системи, оскільки вони забезпечують збір даних про різні параметри виробничого процесу, такі як температура, вологість, рівень рідини тощо. Ці дані передаються до мікроконтролера, який здійснює обробку даних та видає команди на керування обладнанням виробництва. Вони можуть бути використані для аналізу та вдосконалення процесів виробництва. Модулі зв'язку можуть включати бездротові технології передачі даних, такі як Wi-Fi, Bluetooth та Zigbee. Оптимальна IoT система повинна мати платформу для обробки даних та забезпечення аналітики даних, що дозволяє операторам виробництва аналізувати результати в режимі реального часу та забезпечувати ефективне керування технологічними процесами [3]. Подібна система керування може мати багато переваг, включаючи підвищення ефективності та якості виробництва, зменшення витрат на енергію та матеріали, поліпшення безпеки працівників та зменшення ризику виникнення аварій. Проте, необхідно врахувати можливі проблеми, пов'язані з кібербезпекою, нестабільністю мережі, залежністю від технологій та іншими факторами, які можуть вплинути на працездатність системи.

Висновки. Враховуючи всі ці фактори, впровадження IoT системи керування технологічними процесами виробництва спиртів може бути дуже доцільним кроком, якщо ретельно підійти до планування та впровадження системи, забезпечивши її ефективність, стабільність та безпеку.

Література

1. Zhong R. Y., Xu X., Klotz E., Newman S. T. (2017) *Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review*.
2. Sumithra P., Nagarajan R., Padmavathi M., Malarvizhi M. (2018) *IoT Based Industrial Production Monitoring System Using Wireless Sensor Networks*.
3. Yang H., Kumara S., Bukkapatnam S. T. S., Tsung F. (2019) *The Internet of Things for Smart Manufacturing: A Review*.

Модель впливу зовнішньої інформації на прийняття рішення особистості засобами IoT

Дмитро Сивоглаз, Ольга Кравченко, Анаїт Карапетян
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Задачею дослідження є аналіз методів впливу на особистість зовнішньої інформації, що отримується засобами IoT.

Матеріали і методи. Аналіз, екстраполяція, метод аналогій та порівняння для побудови методу оцінювання впливу зовнішньої інформації на особистість.

Результати. Основною ідеєю дослідження є побудова моделі, що описує процес прийняття рішення особистістю під впливом зовнішньої інформації засобами IoT. Під особистістю розуміємо людину, яка має, на основі власних набутих навиків та знань, власну позицію до питань, які досліджуються. Зовнішньою інформацією вважаємо потік інформації, що надається програмними або апаратними засобами IoT, що потребує обробки особистістю. Модель впливу зовнішньої інформації описуємо у вигляді кроків, що відповідають процесу впливу, сприйняття та обробки інформації та розрахувати її ефект на ступінь задоволеності за критеріями поведінкової економіки.

Крок 1. Особистість має власний набір характеристик, що можна описати загальною функцією $f(x, a, b, c)$, де x — одновимірний масив характеристик особистості, a — одновимірний масив набутих знань за попередній період, b — одновимірний масив значень психотипу особистості, що характеризує категорії впливу інформації, c — одновимірний масив значень реакції особистості на типи інформації, які отримуються.

Крок 2. Визначаємо характеристики інформації, яка надходить засобами IoT, враховуючи результати аналізу даних загальноприйнятих реакцій.

Крок 3. Визначаємо частку взаємовпливу інформації під час процесу її змішування, застосовуючи метод аналогій [1].

Крок 4. Екстраполюємо отримані результати з представників осіб, що піддаються впливу на множину кожного психотипу особистості.

Крок 5. Розраховуємо ефект впливу зовнішньої інформації у відповідності до функції задоволеності на основі категорій поведінкової економіки [2].

Висновки. Сучасні технології дозволяють впливати на рішення, що приймає особистість засобами IoT. Ступінь задоволеності зміни рішення залежить від факторів, що характеризують особистість на початковому рівні, силі зовнішньої інформації та способу й засобу її передачі.

Література

1. Пелешак Р. М., Скотна Н. В. (2014) Колективні ефекти при формуванні громадської думки в межах моделі Ізінга—Вайдліха, *Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка»: Інформаційні системи та мережі*, № 805, с. 339–344. URL: http://science.lp.edu.ua/sites/default/files/Papers/37_89.pdf.
2. Kravchenko O. V., Danchenko E. B., Bedrii D. I., Marunych V. S. (2019) Estimation of the Effect of External Information on Participants of Web-Communities by IT-Tools under Conditions of Behavioral Economy, *PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE*, 1–1 (40), pp. 45–59. DOI:10.5281/zenodo.3239144.

Реалізація поєднання методів ABC- та XYZ-аналізу для визначення товарного асортименту підприємства

Олександра Сірик, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Формування та управління успішним асортиментом продукції набуває все більшого значення, коли виробляється значний асортимент споживчої продукції.

Матеріали і методи. Реалізація задачі була виконана в середовищі MS Excel з використанням поєднання методів ABC- та XYZ-аналізів.

Згідно з методикою проведення ABC- аналізу, всі товари розбиваються на три категорії за ступенем важливості: до групи А відносяться товари, сума накопичених вартостей яких становить 70–80% від сумарної вартості всіх реалізованих за цей період товарів; до групи В — товари, сума вартостей яких становить 15–20%; до групи С — усі, що залишилися.

У процесі XYZ-аналізу весь асортимент товарів ділять на три групи залежно від ступеня рівномірності попиту. Ознакою, на основі якої конкретну позицію асортименту відносять до групи X, Y або Z, є коефіцієнт варіації попиту з цієї позиції. Рекомендовано наступний розподіл коефіцієнта варіації по групах: від 0 до 10% — група X; від 10 до 25% — група Y; більше 25% — група Z

Результати. Розглядається таблиця з переліком товарів та відповідними сумами вартостей, отриманими від їх продажу, які підприємство реалізує за певний період часу. На різних аркушах над даними проводилися розрахунки методами ABC-аналізу і XYZ-аналізу.

Для суміщення результатів розрахунків за обома методами на іншому аркуші було використано функцію VLOOKUP. Результатом спільного проведення аналізів ABC і XYZ над даними є матриця, яка містить дев'ять різних класів. Її наведено нижче в табл. 1:

Табл. 1. Матриця класів

Класи	А	В	С
X	Висока споживча вартість	Середня споживча вартість	Низька споживча вартість
	Високий ступінь надійності споживання	Високий ступінь надійності споживання	Високий ступінь надійності споживання
Y	Висока споживча вартість	Середня споживча вартість	Низька споживча вартість
	Середній ступінь надійності споживання	Середній ступінь надійності споживання	Середній ступінь надійності споживання
Z	Висока споживча вартість	Середня споживча вартість	Низька споживча вартість
	Низький ступінь надійності споживання	Низький ступінь надійності споживання	Низький ступінь надійності споживання

Висновки. Поєднання ABC- та XYZ-аналізу надає можливість розробити оптимальний варіант випуску кожного виду продукції, виявити товари, що є найбільш прибутковими, та ті, що користуються найменшим попитом, що дозволить зробити деякі поправки з метою оптимізації товарного асортименту.

Моделивання протитечійного теплообмінника засобами пакету MathCad

Владислав Скопец, Ольга Сєдих, Володимир Овчарук, Інна Юшук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У протитечійному теплообміннику довжиною 20 м охолоджується толуол. При моделюванні протитечійного теплообмінника задані лише вхідні температури теплоносіїв на протилежних кінцях теплообмінника (граничні умови). Для інтегрування рівнянь моделі необхідно знати температури обох теплоносіїв на одному з кінців теплообмінника.

Матеріали і методи. Математична модель даного теплообмінника має вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{dT_6}{dx} &= \frac{k \cdot \pi \cdot d}{\rho_1 \cdot V_1 \cdot c_{p1}} \cdot (T_n - T_6) \\ \frac{dT_n}{dx} &= \frac{k \cdot \pi \cdot d}{\rho_2 \cdot V_2 \cdot c_{p2}} \cdot (T_n - T_6) \end{aligned} \quad (1)$$

із граничними умовами:

$$T_n|_{x=0} = T_{n1}, \quad T_6|_{x=L} = T_{61}.$$

Застосуємо для розв'язання задачі пакет MathCad.

Результати. Тепловий розрахунок теплообмінного апарату, метою якого є визначення площі, називається конструкторським. Допустимо, що є готовий теплообмінний апарат (наприклад, що серійно випускається заводом), потрібно дізнатися, чи буде в ньому забезпечено підігрівання або охолодження теплоносія до заданої температури.

Для знаходження невідомого значення температури на одному з кінців теплообмінника можна скористатися функцією *svbal*. Після того, як невідома початкова буде отримана, систему (1) можна розв'язувати як задачу Коші.

Обчислимо невідому початкову умову на вході в теплообмінник. Функція *svbal* повертає вектор, що містить невідому початкову умову в точці $x = 0$. Аргументи функції *svbal* ($v, x1, x2, D, load, score$)

де v — вектор початкових наближень для шуканих початкових значень в точці x_1 ;

x_1, x_2 — граничні точки інтервалу, на якому шукаються розв'язки диференціальних рівнянь;

$D(x, y)$ — функція, що повертає значення вектора з n елементів, які містять перші похідні невідомих функцій;

$load(x_1, v)$ — векторозначна функція, що повертає значення початкових умов в точці x_1 ;

$score(x_2, y)$ — векторозначна функція, що повертає вектор, кількість елементів якого дорівнює числу елементів вектора v .

Аналіз результатів вказує, що рушійна сила процесу не однакова по довжині теплообмінника. Наприклад, ефективність використання початкової ділянки теплообмінника більш висока

Висновки. В результаті розв'язку отримуємо матрицю Z , що має три стовпчики: перший містить точки, в яких шукається розв'язок диференціальних рівнянь, другий — значення знайденого розв'язку першого рівняння у відповідних точках, третій — відповідно, другого.

Актуальність впровадження робототехніки в повсякденне життя

Анастасія Слободіна, Микола Костіков

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Роботи запрограмовані на виконання будь-яких завдань, легких чи важких для людини. Часто ми не усвідомлюємо, що взаємодіємо з роботами в нашій щоденній діяльності. Крім того, роботизацію використовують деякі програми.

Матеріали і методи. Проведено огляд сучасних наукових праць, присвячених робототехніці, й аналіз можливих шляхів її впровадження в різні сфери життя людей.

Результати. Про збільшення темпів розвитку робототехніки свідчать зокрема активні наукові дослідження. Цій галузі присвячено окремі наукові журнали [1]. Розвивається робототехніка і в Україні [2]. Роботизація допомагає паралізованим ходити, покращує медобслуговування, скорочує час на хатні справи, ефективніше виконує окремі завдання, забезпечує домівки, дозволяє споживати свіжіші продукти та вироби, що мають менший вплив на природні ресурси, дозволяє переробляти матеріали, що розкладаються та є шкідливими для навколишнього середовища.

Виділимо наступні 6 шляхів застосування роботів у повсякденному житті.

1. Медицина. Роботи виконують традиційні хірургічні процедури, оскільки машини менш схильні до помилок, що можуть загрожувати життю пацієнта. Іншим застосуванням є заміна роботами нефункціонуючих або пошкоджених частин тіла.

2. Розваги. Іграшки-роботи приваблюють молодь і допомагають дітям розважатися під час навчання, підвищуючи інтерес до технічної сфери. Роботи також можуть виробляти їжу та подрібнювати овочі, замінити охоронців, прибиральників, офіціантів тощо. У готелях роботи можуть працювати замість або поряд із людьми.

3. Освіта. Завдяки роботам можна віртуально відвідувати заняття під час епідемії або особистої хвороби. Деякі діти з аутизмом не люблять спілкуватися з людьми. Для них робот може створити дружню атмосферу й допомогти спілкуватися та вчитися.

4. Безпека. Роботи можуть виконувати завдання, складні чи небезпечні для людей: обстежувати території з мінами, досліджувати атомні електростанції чи глибини океану тощо. Також вони можуть замість людей керувати автомобілями й іншими транспортними засобами.

5. Ведення домашнього господарства. Роботи-кухарі, пилососи, газонокосарки та прибиральники забезпечують споживачам легкість і комфорт, виконуючи завдання швидше. Через методи штучного інтелекту та машинного навчання вони покращують свої навички в процесі роботи. Пилосос може запам'ятати повне планування будинку та охоплює кожну зону кожної кімнати, приймаючи до 10 рішень за секунду.

Висновки. Ми вже часто стикаємося з роботами в повсякденному житті — у касах продуктових магазинів, на виробничих підприємствах тощо. Робототехніка підвищує стандарти продуктивності та безпеки, і люди можуть зосередитися на найважливіших завданнях. У майбутньому роботи, ймовірно, відіграватимуть іще більш важливу роль як у промисловості, так і в житті людства в цілому.

Література

1. Hindawi (2023) *Journal of Robotics* [online]. URL: <https://www.hindawi.com/journals/jr/contents>.
2. Крохін А. О., Костіков М. П. (2019) Робототехніка в Україні, *Матер. 85 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ.* «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», К.: НУХТ, ч. 2, с. 421.

**Бортовий інформаційний комплекс керування
обмеженою екосистемою зеленої мікродорості *Chlorella vulgaris***

Максим Сукало, Сергій Чумаченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасних умовах при довготривалих мандрівках підводними човнами, також в недалекому майбутньому космічними кораблями виникає проблема в раціоні харчування персоналу кораблів.

Матеріали і методи. Одним із способів розв'язання цієї проблеми є вирощування унікальних видів водоростей, а саме зеленої мікродорості *Chlorella vulgaris*.

Результати. Мікродорості містять більше 60 мікроелементів, концентрація яких значно вище, ніж у наземних рослин. Суха біомаса *C.vulgaris* містить більше 45-50% білків, включаючи незамінні амінокислоти; 30-35% вуглеводів, включаючи в основному крохмаль, целюлозу, геміцелюлозу і розчинні цукру; 5-10% ліпідів. На частку вітамінів в біомасі *Chlorella vulgaris* припадають вітаміни груп В, С, РР, Е, каротин. Таким чином використання біомаси хлорели вирішує питання додаткового джерела корисних елементів в раціоні харчування персоналу в далеких подорожах. Також хлорела виробляє велику кількість кисню та споживає вуглекислий газ, що можна використовувати для створення мікроклімату в умовах обмеженого простору.

Метою роботи є розробка автоматизованого бортового комплексу керування обмеженою екосистемою хлорели. В процесі дослідження проводилися: дослідження областей застосування системи вимірювань параметрів обмеженої екосистеми, формування вимог до системи вимірювань, вибір вимірюваних величин, розробка структури та програмного забезпечення системи комплексу.

В результаті дослідження створено автоматизовану систему вимірювань параметрів обмеженої екосистеми, яка вимірює температуру, освітленість, відносну вологість навколишнього середовища, атмосферний тиск, вміст кисню в надводній частині екосистеми, вміст вуглекислого газу, зміни в об'ємі біомаси. Створені функціональні механізми впливу для стабілізації показників обмеженої екосистеми.

В якості мікроконтролера було вибрано плату ESP8266. Для вимірювання показників в обмеженій екосистемі було вибрано ряд сенсорів з сумісними цифровими інтерфейсами. В якості джерел освітлення використані спеціальні види фіто світлодіодів.

Програмування мікроконтролеру відбувалося з використанням мови програмування C++. Для серверної частини роботи використовували мову програмування PHP та реляційну базу даних MySQL.

Розроблено апаратно-програмний комплекс, що складається з серверної частини на базі програмного забезпечення (PHP + MySQL) та клієнтської частини на базі мікроконтролера ESP8266 та сенсорів.

Висновки. Система дозволить ефективно регулювати популяцію мікродорості хлорели, контролювати основні параметри мікроклімату в умовах обмеженого простору, прогнозувати вироблення об'єму кисню з ростом біомаси мікродорості.

Література

1. *ESP8266 Community Forum* (2023) [online]. URL: www.esp8266.com.
2. Аужанова Н. Б. (2014) Морфологічна та систематична характеристика хлорели. Її виробництво та застосування, *Науковий вісник*, № 1, с. 113–126.

Використання розподілених обчислень на кластері для підвищення продуктивності алгоритмів машинного навчання

Михайло Туркін, Ірина Дробязко

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Вступ. Зі збільшенням розміру наборів даних і складності моделей виникає потреба в ефективних і легко масштабованих рішеннях для підтримки навчання і розгортання моделей машинного навчання. Актуальним є використання розподілених обчислень на кластері.

Матеріали і методи. Дослідження ефективності розподіленого виконання алгоритмів машинного навчання на кластері виконувалось з використанням фреймворку Ray. Для проведення експерименту обрано популярний алгоритм сіткового пошуку для налаштування гіперпараметрів. Оскільки кожна ітерація такого пошуку може бути завершена незалежно від інших, алгоритм уможливило розподілене виконання на кластері. Кластер розгортався на платформі GCP (Google Cloud Platform).

Результати. Досліджувалась продуктивність обраного алгоритму на кластерах різного розміру. Базова продуктивність визначалася шляхом паралельного виконання алгоритму на всіх доступних ядрах однієї машини. Час навчання моделі C-Support Vector Classification, для якої оптимізувалися гіперпараметри, зростає в квадратичній залежності від розміру вхідного датасету, і є значним, порівняно з часом, що витрачається на передавання даних. Час виконання алгоритму склав 1221 с для 20 тис. ітерацій. Далі той самий алгоритм запускався на кластері з трьох машин: одного головного вузла та двох робочих вузлів. Головний вузол відповідає як за управління кластером, так і за виконання обчислень. Робочі ж вузли виконують лише обчислення. Використання такого кластеру дозволило збільшити швидкість виконання в 2.1 рази - час виконання становив 576 с. Додавання на наступному кроці до кластера ще одного робочого вузла призвело до підвищення швидкодії в 3.2 рази відносно базового часу. При подальшому збільшенні розмірів кластеру з'ясувалося, що алгоритм демонструє лінійну масштабованість з підвищенням навантаження та кількості робочих машин у кластері. Коефіцієнт підвищення швидкодії почав наближатися до числа N , де N - кількість машин у кластері. Це зумовлено тим, що підготовка до обчислень і передавання даних між вузлами займає менше часу порівняно з тим часом, що витрачається безпосередньо на обчислення. В той же час потрібно зазначити, що використання розподілених обчислень на кластері показує гірші результати, ніж локальна обробка, при невеликій кількості ітерацій - менш ніж 5 тис. ітерацій. У таких випадках накладні витрати, пов'язані з налаштуванням кластера та передаванням даних, можуть зменшити переваги паралельних обчислень.

Висновки. Експериментальні дослідження показали, що розподілені обчислення на кластері можуть значно підвищити продуктивність алгоритмів машинного навчання. А при високих навантаженнях можна досягти лінійної масштабованості алгоритму.

Література

1. Karau H., Lublinsky B. (2022) *Scaling Python with Ray*, pp. 45–50.
2. Moritz M. (2019) *Ray: A Distributed Execution Engine for the Machine Learning Ecosystem* [PhD thesis], EECS Dept., University of California, Berkeley, pp. 33–47.

Зчитування та обмін даними в IoT

Марія Федоссева, Ростислав Лісневський

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. IoT базується на зборі, маніпуляції та обміні даними. Ключовим комерційним фактором для інвестицій в IoT є цінність цих даних з точки зору того, як їх можна розгорнути в бізнес-додатках. Як і будь-який ринок, що розвивається, ліквідність потрібна для того, щоб покупці та продавці даних могли взаємодіяти.

Матеріали і методи. Використання теплиць із безперервним зондуванням, зв'язком між пристроями та обміном даними з системою управління теплицею має важливе значення для запобігання хворобам рослин. Деякі хвороби, такі як мілдью, можуть спричинити значну втрату врожаю до 50%. Наприклад, в умовах жаркого і вологого тропічного клімату ясні опади, тумани і висока температура повітря сприяють загостренню розвитку грибку у листі. Об'єднання даних датчиків на основі Інтернету речей, інтегроване з математичними моделями, дає виробникам можливість передбачити ситуацію та застосувати правильні дії до спалаху. Основні елементи системи збору та обміну даними на основі Інтернету речей із декількома сенсорними вузлами та ретрансляторами показано на рис. 1:

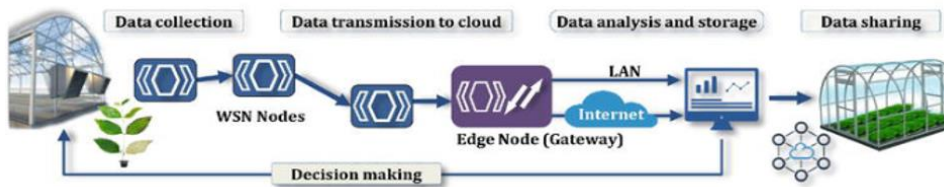


Рис. 1. Процес обміну даними в системі IoT теплиці

Результати. Ця структура надає виробникам оцінку параметрів мікроклімату щодо різних конструкцій теплиць і матеріалів покриття до фактичного вирощування. Фізичний рівень, програмне забезпечення та рівень датчиків у цій схемі пов'язані бездротовим зв'язком через стандартні протоколи зв'язку для передачі даних на центральну базову станцію для обробки в режимі реального часу або в автономному режимі.

Цей підхід необхідний для демонстрації прецизійної точності, надійності з'єднання в зоні зондування та низького енергоспоживання, щоб вважатися ефективним для безперервного моніторингу теплиці протягом усіх вегетаційних сезонів. Окрім технічних характеристик і характеристик датчиків і алгоритмів зв'язку, які впливають на ці функціональні властивості.

Сенсорний зонд відноситься до будь-якого приладу або пристрою, який вимірює деякі фізичні або хімічні характеристики навколишнього середовища та надсилає результати у вигляді електричного сигналу, який приймається та інтерпретується головним комп'ютером автоматизації для прийняття рішень і контролю.

Висновки. У більшості випадків використання переміщення даних із кінцевих пристроїв на крайовий шлюз і хмару є очевидним вибором. Однак пристрої, як правило, мають певну здатність зберігати та попередньо обробляти дані. Для пристроїв IoT на виробничих майданчиках або транспортних об'єктах відрізняються не тільки вихідні дані, але й джерело. Потрібна висока швидкість доступу, точність збережених даних.

Інформаційна система рецептурно-виробничого відділу аптеки

Анна Чеснюк, Наталія Ліманська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рецептурно-виробничий відділ аптеки виконує важливі завдання та функції по лікарському забезпеченню населення. Цей відділ здійснює відпуск готових лікарських засобів, приймання рецептів на екстемпоральні ліки, їх виготовлення та оформлення, а також контроль їхньої якості. Тож актуальним є завдання створення повнофункціональної системи для підтримки роботи цього відділу аптеки.

Матеріали і методи. Для побудову функціональної моделі з метою дослідження роботи рецептурно-виробничого відділу аптеки використовуються методології структурного аналізу та проєктування з використанням методології функціонального моделювання — IDEF0. Інформаційна система для підтримки діяльності рецептурно-виробничого відділу аптеки розроблюється за допомогою системи керування базами даних MS SQL Server, інтерфейс користувача реалізовується засобами Visual Studio з використанням мови програмування C#.

Результати. Розробляється інформаційна система рецептурно-виробничого відділу для надання послуг з прийому і реєстрації рецептів, виготовлення та відпуску лікарських засобів за рецептом лікаря. Ця система буде помічником у зберіганні необхідної інформації про персонал, пацієнтів, лікарські засоби їх виготовлення та контроль якості, а також надає можливість легко та швидко знаходити, редагувати та додавати нову інформацію.

У процесі розроблення інформаційної системи планується реалізувати виконання нею наступних функцій:

- реєстрація і облік рецептів, що поступили до аптеки.
- реєстрація пацієнтів.
- пошук повної інформації за певними критеріями.
- додавання, редагування та видалення даних для всіх таблиць бази даних.
- розрахунок суми готових лікарських засобів та їх виготовлення.
- контроль стану виготовлення ліків за індивідуальними прописами.
- формування звітної документації за встановленими формами.

Виконання вищенаведених функцій дозволить забезпечити чітку та якісну роботу рецептурно-виробничого відділу аптеки.

Для зручної взаємодії користувача з інформаційною системою використовується графічний інтерфейс, який реалізовується у вигляді віконного додатку (Windows Forms). Інтерфейс має бути сумісним з потребами та можливостями користувачів, враховуючи особливості користувачів надавати їм лише ту інформацію, яка необхідна. Інтерфейс має бути максимально простим та зрозумілим у використанні і готовим в повній мірі задовольнити запити користувача при розв'язанні задач різної складності [1].

Висновки. Проєктована інформаційна система дозволить реалізувати підвищення ефективності роботи рецептурно-виробничого відділу аптеки.

Література

1. Бідюк П. І., Коршевнюк Л. О. (2010) *Проєктування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень*, К.: ННК «ПСА» НТУУ «КПІ», 340 с.

Використання хмарних рішень у розумному фермерстві

Григорій Шац, Ольга Кравченко

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Задачею дослідження є аналіз існуючих рішень та обґрунтування важливості використання хмарних сервісів у розумному фермерстві.

Матеріали і методи. Наукова абстракція, синтез, аналіз, екстраполяція, наукова абстракція, порівняння було використано для конкретизації основних переваг і недоліків хмарних сервісів у поєднанні з IoT-системами.

Результати. Існують різні способи розгортання IoT-систем, такі як: локальні сервери, периферійні обчислення, хмарні рішення, або гібридні рішення з використанням хмар та локальних серверів.

З активним розвитком хмар багато дослідників займалися питанням які переваги та недоліки мають ці рішення. Дослідження Пешрау Ахмед Абдалла та Асаф Варол в роботі «Переваги та недоліки хмарних обчислень для малого бізнесу» (2019) виводить такі переваги хмарних обчислень, як економія коштів, масштабованість і доступ до передових технологій, а також проблеми, з якими стикаються малі бізнеси: безпека, захист даних і прив'язаність до постачальника [1]. В сфері організації охорони здоров'я — Ашраф Дарвіш, Абул Елла Хассаньєн [2]. Автори досліджують виклики та відкриті проблеми, пов'язані з впровадженням цієї платформи, такі як конфіденційність і безпека даних, сумісність і необхідність надійного підключення.

Хмарні сервіси доцільно використовувати для побудови системи для розумного фермерства через масштабованість у міру зростання або скорочення ферми без змін базової інфраструктури. Доступ 24/7 полегшує фермерам віддалений моніторинг і керування фермою. Хмари обробляють великі обсяги даних, створених носимими датчиками на тваринах та пристроями заміру навколишнього середовища у режимі реального часу, забезпечуючи можливість зберігати, аналізувати й обробляти їх більш ефективно. Хмарні сервіси економлять для інвестиції у дороге обладнання та програмне забезпечення.

Хмарні рішення вирішують і проблеми надійності зв'язку та надійності передачі даних, впроваджуючи шифрування, контроль доступу та резервне копіювання. Деякі хмарні постачальники пропонують сертифікати відповідності, такі як HIPAA та GDPR. Провайдери та дослідники займаються питаннями безпеки (Луїджи Копполіно вивчає напрямки загроз безпеці даних та виводить заходи протидії їм [3]).

Висновки. Хмарні сервіси є життєздатним і ефективним рішенням, яке може значно підвищити ефективність і прибутковість розумних ферм завдяки масштабованості, доступності, керування даними, безпеці та відповідності.

Література

1. Peshraw A. A. (2019) *Advantages to Disadvantages of Cloud Computing for Small-Sized Business* [online]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8757549>.
2. Ashraf D., Aboul E. H. (2017) *The impact of the hybrid platform of internet of things and cloud computing on healthcare systems: opportunities, challenges, and open problems* [online]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-017-0659-1>.
3. Luigi C. (2017) *Cloud security: Emerging threats and current solutions* [online]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045790616300544>.

Підвищення рівня кібербезпеки шляхом удосконалення протоколу контролю доступу AAA

Олександр Швидченко, Іван Чичкань

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Протокол контролю доступу AAA є одним з найпоширеніших методів захисту [1], що використовується в багатьох мережах, однак при цьому він не є найефективнішим способом управління контролю доступу на сьогоднішній день через ряд недоліків, однак існують рішення які здатні збільшити ефективність його роботи.

Матеріали і методи. Матеріалами досліджень були наукові статті по кібербезпеці, в тому числі направлені на безпеку користувача в кіберпросторі [1] та збільшенню ефективності кібербезпеки [2] а також приватна мережа з налаштованим протоколом контролю доступу AAA. Така мережа використовує архітектуру AAA для контролю доступу адміністраторів, в якій був задіяний протокол Diameter.

Результати. У роботі досліджено особливості відображені в документації та використані оцінки ефективності протоколу AAA, були обгрунтовані слабкі сторони протоколу, а саме: сервер AAA є критично важливим компонентом системи, у випадку виходу його із ладу або при порушенні його роботи, доступ до мережевих ресурсів може бути отриманий сторонніми особами або можливий несанкціонований доступ; структура AAA може викликати труднощі в налаштуванні та підтримці, особливо це стосується організацій з великою кількістю користувачів і ресурсів; сервер AAA є потенційною цілью для атак, метою яких є отримання конфіденційної інформації та втручання в конфігурацію мережі.

В результаті проведеного аналізу мережі та налаштування протоколів захисту та контролю доступу, авторами пропонуються рішення перелічених вище проблем. Зокрема, для цього пропонується: впроваджувати резервні сервери AAA, які здатні захистити та підтримати роботу мережі, у випадку атаки на її AAA сервер; впроваджувати заходи безпеки, такі що використовують сучасні методи шифрування, контролю доступу та виявлення вторгнень; впроваджувати багатofакторну автентифікацію. Вона може бути реалізована за допомогою різних методів, таких як біометричні дані, маркери безпеки або коди перевірки на основі SMS. Також може бути використана інтеграція AAA з іншими системами безпеки, такими як брандмауери, системи виявлення вторгнень або системи управління інформацією та подіями безпеки.

Висновки. Були виявлені основні слабкості протоколу контролю доступу AAA. Як результат досліджень були запропоновані варіанти їх усунення та збільшення ефективності роботи протоколу.

Література

1. Chychkan I., Spasiteleva S., Zhdanova Y. (2021) The educational environment for forming secure base behavior in cyberspace of future professionals in economics and management, *Information Technologies and Learning Tools*, 84, 4 (Sep. 2021), 354–375. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v84i4.3646>.
2. Sunil C., Vasileios G., Sokratis K. (2022) Developing metrics to assess the effectiveness of cybersecurity awareness program, *J. of Cybersecurity*, Vol. 8, Is. 1 (May 4 2022). DOI: <https://academic.oup.com/cybersecurity/article/8/1/tyac006/6590603>.

Дослідження екологічних наслідків забруднення Чорного моря пластиком та впливу цього на здоров'я людей та морських тварин

Владислав Щербак, Ростислав Лісневський

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Пластикові відходи, які потрапляють у водні екосистеми, стають серйозною загрозою для здоров'я морських тварин та людей, які споживають морепродукти. Метою даного дослідження є визначення екологічних наслідків забруднення Чорного моря пластиком та впливу цього на здоров'я людей та морських тварин.

Матеріали і методи. Для проведення дослідження було зібрано та проаналізовано дані про рівні забруднення пластиком Чорного моря та його прибережних територій. Також було проведено моніторинг здоров'я морських тварин та аналіз стану здоров'я людей, які споживають морепродукти з Чорного моря.

Результати. В результаті дослідження було виявлено, що забруднення Чорного моря пластиком має серйозний вплив на здоров'я морських тварин.

Аналіз зразків морської води та морських організмів показав, що пластикові частки проникають у тканини морських тварин та можуть бути виявлені в м'язах, печінці, шлунку та кишечнику. Найбільше забруднення було виявлено у водних безхребетних та рибах.

Було виявлено, що більшість пластикових відходів містять токсичні речовини, такі як фталати та бісфенол А. Ці речовини можуть мати негативний вплив на здоров'я морських тварин та людей, які споживають морепродукти з цього моря. Це свідчить про те, що забруднення пластиком є не лише фізичною проблемою, а й хімічною небезпекою, яка становить серйозну загрозу здоров'ю людини.

Фталати, ці хімічні речовини містяться в багатьох інших продуктах, крім пластика, таких як косметика, парфуми та засоби для чищення. Було досліджено, що фталати викликають репродуктивні аномалії та вроджені вади у морських тварин, а також можуть призводити до гормонального дисбалансу у людей.

ВРА, ця хімічна речовина міститься в широкому діапазоні продуктів, включаючи пляшки з водою, харчові контейнери та медичне обладнання. Дослідження показали, що ВРА може перешкоджати ендокринній системі та виробленню гормонів у тварин і людей, що призводить до проблем розвитку та інших проблем зі здоров'ям.

Було виявлено, що і фталати, і ВРА вимиваються з пластикових відходів у воду та можуть накопичуватися в тканинах морських тварин. Коли люди споживають морепродукти з Чорного моря, які зазнали впливу цих хімічних речовин, вони також можуть піддаватися впливу цих шкідливих речовин. Вживання фталатів і бісфенолу А пов'язують із підвищеним ризиком розвитку раку, репродуктивних аномалій та інших проблем зі здоров'ям у людей.

Окрім прямого впливу на здоров'я морських тварин і людей, ці хімічні речовини можуть мати також непрямий вплив на навколишнє середовище. Виявлено, що фталати є токсичними для водоростей, що може вплинути на весь харчовий ланцюг у водних екосистемах. Також було показано, що ВРА перешкоджає росту та розвитку риб та інших морських тварин, що призводить до зменшення їх популяції.

Висновки. Отже, наші дослідження показали, що забруднення Чорного моря пластиком має серйозний вплив на здоров'я морських тварин та може бути небезпечним для здоров'я людей, які споживають морепродукти з цього моря.

IoT-архітектура для дослідження хвороб рослин на основі штучного інтелекту

Максим Ямковенко

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Однією з основних причин зниження врожайності та загибелі рослин, а також погіршення смакових якостей і товарного виду є ураження рослин хворобами. Вирощування рослин в теплицях знижує залежність від зовнішніх кліматичних факторів, однак залежність рослин від складного комплексу мікрокліматичних умов всередині теплиці залишається.

Матеріали і методи. Маючи датасети з відкритих джерел, що містять десятки тисяч зображень хворих та здорових рослин, можна використати глибоке машинне навчання. В рамках глибокого машинного навчання згорткова нейронна мережа (convolutional neural network, CNN) є домінуючим типом архітектури для класифікації зображень та розпізнавання об'єктів. Використовуючи CNN, можна класифікувати зображення, отримані з камер у теплиці, на предмет того чи заражена рослина і в разі необхідності проінформувати персонал теплиці.

Результати. Враховуючи те, що рослини, які вирощуються в теплицях, мають меншу стійкість до несприятливих факторів, ніж ті, що вирощуються традиційно на відкритому ґрунті, наслідки можуть бути катастрофічними. Особливо це актуально для рослин, що вирощуються на гідропонних системах. Неправильно продезинфіковані лотки, інструменти чи непромиті корені від ґрунту можуть спричинити ряд паразитних та непаразитних хвороб. Своєчасне виявлення та ліквідація первинних симптомів захворювань дозволяє мінімізувати наслідки від хвороби.

Розроблюється модель згорткової нейронної мережі CNN для розв'язання завдань класифікації, розділяючи зображення на дві категорії: заражена чи здорова рослина. Модель потребує створення архітектури екосистеми IoT, що дозволить робити знімки рослин із певною періодичністю для їх подальшого аналізу та в разі необхідності надання рекомендованих дій щодо усунення хвороби у рослини.

Для отримання зображень рослин необхідно використати декілька камер. Локальний сервер шукає ці камери та обробляє отримані ними зображення за допомогою машинного навчання та комп'ютерного зору, а потім надсилає оброблені дані в хмару. У веб-інтерфейсі локально чи віддалено можна переглянути зображення камер і результати класифікації.

Висновки. Використання згорткової нейронної мережі дозволяє виявити якою хворобою уражена рослина, тим самим зменшити вплив людського фактору при візуальному огляді рослин на предмет захворювань та зменшити недоцільне використання хімічних/біологічних методів для боротьби з захворюваннями.

Література

1. Google Developers (2023) ML Practicum: Image Classification [online], *Machine Learning. Advanced Courses: Image Classification*. URL: <https://developers.google.com/machine-learning/practica/image-classification/convolutional-neural-networks>.
2. Prabhu R. (2018) Understanding of Convolutional Neural Network (CNN) — Deep Learning [online], *Medium*, Mar 4, 2018. URL: <https://medium.com/@RaghavPrabhu/understanding-of-convolutional-neural-network-cnn-deep-learning-99760835f148>.

Проектування програмного засобу для ідентифікації рівня володіння українською мовою як іноземною

Кійохіко-Кирило Ясуда, Микола Костіков

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Нині у світі зростає інтерес до України та вивчення української мови, зокрема іноземцями. Звідси виникає потреба у створенні лінгводидактичних продуктів, які зроблять українську мову як іноземну (УМІ) більш придатною та привабливою для вивчення.

Матеріали і методи. У дослідженні розглядається проєкт створення програмного засобу, здатного ідентифікувати рівень володіння УМІ за шкалою CEFR [1], визначеною вимогами МОН України [2].

Результати. Рівень початкових знань є важливим показником, відображеним у багатьох моделях знань студентів у автоматизованих навчальних системах [3]. Його визначення та врахування дозволяє зробити процес навчання ефективнішим.

Метою поточного дослідження є проектування програми, що буде здатна визначити рівень володіння УМІ, а також формалізувати вимоги до рівнів володіння УМІ на лексичному й морфологічному рівні, щоби мати змогу на цій основі провадити машинне опрацювання.

Літературний огляд попередніх досліджень показує, що задача не є новою, втім є суміжною до задачі автоматичного оцінювання письмових робіт студентів, у т. ч. для оцінювання робіт рідною мовою [4]. Сучасні праці з класифікації рівнів письмових робіт за шкалою CEFR використовують рекурентні нейронні мережі та «контури складності» для спроб обчислення, наскільки текст був би перцептивно «складним».

Також були спроби розробити класифікацію письмових робіт за шкалою CEFR за допомогою моделі Naive Bayes, яка використовувалася схожим чином для задачі сентимент-аналізу.

Проблеми, що можуть виникнути під час дослідження, переважно пов'язані з проблемою пошуку великого обсягу матеріалу для дослідження. Українська мова не «набирала» великих письмових (або ж оцифрованих) масивів даних від осіб, що вивчають УМІ, в т. ч. розмічених. Також можуть виникнути проблеми у формалізації вимог до кожного рівня шкали CEFR, оскільки в рекомендаціях МОН України [2] зазначено лише загальні вимоги для осіб, що вивчають УМІ, які будуть корисні лише в лінгводидактиці, але жодним чином не для формалізації оцінювання.

Висновки. Перспективою подальшого дослідження є програмна реалізація й тестування проєктованого засобу.

Література

1. Europarat (2010) *Common European framework of reference for languages: learning, teaching, assessment*, 10th print, Cambridge: Cambridge Univ. Press.
2. Мазурик Д., Антонів О., Синчак О., Бойко Г. (2018) *Стандартизовані вимоги до рівнів володіння українською мовою як іноземною А1–С2*, К.: МОН України.
3. Костіков М. П. (2016) *Інформаційна технологія підтримки процесу навчання граматики іноземної мови у ВНЗ*: дис. канд. техн. наук, 05.13.06, К.: НУХТ, 160 с.
4. Kerz E., Qiao Y., Wiechmann D., Tseng E., Ströbel M. (2021) Automated Classification of Written Proficiency Levels on the CEFR-Scale through Complexity Contours and RNNs, *16th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, April 2021, pp. 199–209.

Enchaining research skills and motivation of students by implementation of ontology-based approaches to simplify data access

Shapovalov Yevhenii,

National Center of Junior Academy of Sciences of Ukraine, National University of Food Technologies, Kyiv

Introduction. Research skills are essential for the success of students in any field, but many students in Ukraine struggle to acquire these skills due to the excessively theoretical nature of their education. The lack of practical experience and exposure to research techniques makes it difficult for students to apply what they have learned in the classroom to real-world scenarios. As a result, many students are unmotivated to pursue research and struggle to understand complex scientific concepts. In this paper, we propose an ontology-based approach to simplify data access and enhance research skills and motivation among students in Ukraine.

Materials and methods. Ontologies are built in CIT Polyhedron to generate an ontology structure that links educational materials to relevant scientific publications, providing students with a better understanding of how theoretical concepts apply to real-world scenarios. The ontology structure also provided interoperability between educational programs and scientific studies by using the same terms as nodes, making it easier for students to navigate through the materials.

Results. The implementation of ontology-based approaches in educational programs can help to bridge the gap between theoretical knowledge and practical skills (Shapovalov et al., 2022; Stryzhak et al., 2021). By using a common language and terminology, educational materials can be easily linked to scientific publications, which can help students to understand how theory is applied in practice. The implementation of the ontology-based approach in CIT Polyhedron resulted in several advantages for students. First, students were able to access relevant scientific publications that were linked to their educational materials, allowing them to apply theoretical concepts to real-world scenarios. Second, the ontology structure made it easier for students to navigate through the materials, making it more likely that they would engage with the content. Third, the ontology structure improved the interoperability between educational programs and scientific studies, making it easier for students to apply what they have learned in the classroom to real-world scenarios.

Discussion. The use of CIT Polyhedron as a platform for implementing an ontology-based approach to simplify data access and enhance research skills and motivation among students in Ukraine has several advantages. First, the platform is easily accessible and can be used by students of all ages and backgrounds. Second, the IMRAD approach used (Tarasenko et al., 2022) in the platform provides a standardized framework for organizing educational materials and scientific publications, making it easier for students to navigate through the materials. Finally, the ontology structure used in the platform enhances the interoperability between educational programs and scientific studies, making it easier for students to apply what they have learned in the classroom to real-world scenarios.

Conclusions. In conclusion, the implementation of ontology-based approaches in educational programs can be a valuable tool for improving research skills and motivation among students. It can provide a more interactive and engaging learning experience and help to bridge the gap between theoretical knowledge and practical skills. By using ontology-based approaches, students can have access to a wider range of educational materials and scientific publications, which can help them to develop their research skills and advance their academic and professional careers.

Наукове видання

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

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

3-7 квітня 2023 р.

Частина 2

Відповідальна за випуск Н.В. Акутіна

Підп. до друку 31.03.23 р. Обл.-вид. арк. 62.03.
Наклад 40 пр. Вид. № 04н/18 Зам. № 06-22
НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.