

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова робота
на правах рукопису

ДЕГТЯР ВАЛЕНТИНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 641.822:633.35

ДИСЕРТАЦІЯ
ТЕХНОЛОГІЯ ЗАКУСОК ОВОЧЕВИХ З ГЕТЕРОГЕННОЮ СТРУКТУРОЮ З
ВИКОРИСТАННЯМ АКВАФАБИ

Спеціальність 181 – Харчові технології

Технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



В. В. Дегтяр

Науковий керівник:

Радченко Анна Едуардівна,

к.т.н, доцентка

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Дегтяр В. В. Технологія закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 Харчові технології. Державний біотехнологічний університет, Харків, 2025.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та розроблення технології закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби.

Об’єкт дослідження – технологія закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби. Предмет дослідження – зерна бобових, а саме зерна нуту, квасолі, гороху та сочевиці, аквафаба, емульсійні системи на основі аквафаби, закуски овочеві.

Наукова новизна отриманих результатів. Результати дослідження мають наукову новизну, основні положення якої полягають у наступному: вперше науково обґрунтовано та реалізовано комплексний підхід до використання ресурсного потенціалу бобових шляхом його реалізації в межах однієї технології, що впроваджує принципи відповідального споживання і виробництва; науково обґрунтовано і доведено можливість використання аквафаби як джерела поверхнево-активних речовин для формування гетерогенної структури харчових продуктів; визначено закономірності впливу параметрів технологічного процесу оброблення бобових на аквафабу; визначено хімічний склад аквафаби отриманої після параметризованого технологічного процесу доведення до кулінарної готовності різних видів бобових; досліджено структурно-механічні показники модельних емульсійних систем на основі аквафаби та вплив на них рецептурних компонентів; науково обґрунтовано та розроблено технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби; комплексно досліджено

показники якості та безпечності. Встановлено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність розроблених закусок овочевих, обґрунтовано умови та терміни їх зберігання.

Набули подальшого розвитку та узагальнення уявлення про технологічні властивості аквафаби в утворенні гетерогенних систем на її основі.

На підставі аналізу вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури обґрунтовано доцільність і визначено шляхи розроблення технології закуски овочевої з гетерогенною структурою з використанням аквафаби, що сприятиме практичній реалізації принципів сталого розвитку в циклі перероблення бобових.

Визначено гідромеханічні та гідротермічні параметри оброблення бобових у взаємозв'язку досягнення готовності бобових та масової частки сухих речовин в аквафабі. Отриманий масив експериментальних даних із застосуванням фізико-математичних моделей, дозволив визначити діапазони раціональної тривалості гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових. Обрані параметри технологічного процесу мали індивідуальні значення залежно від виду бобових та стали підґрунтям для розроблення підсистеми отримання бобових відварених та аквафаби. За визначених раціональних параметрів досягнуто масову частку сухих речовин в аквафабі в межах від 2,79 % до 5,42 %.

Досліджено органолептичні, фізичні показники, а також хімічний склад аквафаби. Визначено, що зразки аквафаби характеризуються невираженими, нейтральними органолептичними показниками. Середній діаметр частинок зразків аквафаби знаходиться в діапазоні 63,6–96,3 мкм. Криві об'ємного розподілу частинок аквафаби квасолевої, горохової та сочевичної характеризуються мономодальним розподілом, натомість крива аквафаби нутової – характеризується бімодальним розподілом частинок. Визначено, що масова частка сухих речовин в аквафабі коливається від 2,79 % до 5,42 %, яка представлена білками (0,82–1,41 %), вуглеводами (1,74–3,82 %), крохмалем

(0,75–2,15 %), пектинами, цукрами, карбоновими кислотами. Узагальнення експериментальних даних та розуміння, що кількісний і якісний склад досліджуваних зразків аквафаби впливає на їхні поверхнево-активні властивості, зумовили зосередження дослідження на аквафабі нутовій та гороховій.

Експериментально доведено, що зразки аквафаби демонструють високі показники емульгувальної ємності, що дозволяє отримувати емульсійні системи з масовою часткою жирової фази від 30 % до 86 %. Однак утворені системи не стабільні. Зважаючи на те, що в емульсійних системах на основі аквафаби водна фаза легко відокремлюється у вільному стані, здійснено їх стабілізацію шляхом введення полісахаридів, які сприятимуть структурно-механічному чиннику стабільності утворених систем, що зумовить збільшення в'язкості водної фази. Як стабілізатор використано ксантанову камідь або крохмаль прежелатинізований.

Досліджено ефективну в'язкість емульсійних систем на основі аквафаби. Здійснено апроксимацію експериментальних даних за використання реологічних моделей, зокрема степеневі, Гершеля–Балклі та Кесона. Значення ефективної в'язкості залежно від швидкості зсуву в діапазоні практично зруйнованої системи та коефіцієнтів консистенції, за використання вказаних реологічних моделей, свідчать про збільшення в'язкості орієнтовно в 1,5–3 рази за збільшення масової частки полісахариду в межах одної системи та в 15 разів за збільшення масової частки жиру з 30 % до 60 %.

Установлено вплив виду аквафаби, масової частки жиру на об'ємний розподіл за розмірами утворених емульсійних систем. Середній діаметр частинок емульсійних систем на основі аквафаби нутової за масової частки жиру 30 % та 60 % становить приблизно 12,3–12,4 мкм. В емульсійних системах на основі аквафаби горохової за масової частки жиру 30 % середній діаметр частинок становить 15,9 мкм, а за 60 % – 12,6 мкм. За використання ксантанової каміді

середній діаметр частинок становить 4,1–12,6 мкм, натомість використання крохмалю прежелатинізованого призвело до вищих значень.

Узагальнення одержаних результатів дозволило визначити раціональні параметри одержання емульсійних систем на основі аквафаби та розробити модель технологічної системи виробництва емульсій на основі аквафаби. Установлено, що емульсійні системи на основі аквафаби нутової з масовою часткою жиру 60 % доцільно стабілізувати 2,0 % крохмалю прежелатинізованого, натомість емульсійні системи на основі аквафаби горохової – 0,2 % ксантанової каміді.

Відповідно до розробленого інноваційного задуму технології закусоч овочевих передбачено введення до їх рецептурного складу компонентів із високим вмістом харчових волокон. Це нівелюватиме сухість, яка є в подрібнених бобових, надаючи текстуру готовим закускам та формуючи органолептичні показники. З урахуванням зазначеного та для формування асортименту закусок обрано як овочеву сировину гарбуз продовольчий свіжий, моркву свіжу, буряк столовий свіжий. Технологічний процес доведення обраних овочів до стану кулінарної готовності здійснено за типовими технологічними параметрами з наступним визначенням точок його контролю, що забезпечить прогнозовані органолептичні показники готової продукції.

Науково обґрунтовано та розроблено рецептурний склад і технологічну схему виробництва закусок овочевих для сегментів B2B та B2C. У межах технологічної схеми виокремлено окремі підсистеми, зокрема: підсистему з підготовки бобових, результатом функціонування якої є бобові відварені та аквафаба з визначеними показниками якості та безпечності; підсистему з підготовки овочевої сировини, показники якості якої досліджено окремо; підсистема з отримання емульсійної системи на основі аквафаби, яка забезпечується у два етапи, де на першому етапі утворюється емульсія за рахунок введення основної масової частки жиру, а на другому етапі відбувається

стабілізація системи, шляхом введенням жирової дисперсії із полісахаридом. Розроблений технологічний процес забезпечує формування гетерогенної структури овочевих закусок, у межах якого поєднуються та рівномірно розподіляються емульсійна система та гомогенні дрібнодисперсні овочеві маси. Інтеграція всіх напівфабрикатів у єдину систему забезпечує досягнення бажаних органолептичних показників кінцевого продукту та одночасну реалізацію функціонально-технологічних властивостей усіх рецептурних складових.

Зважаючи на те, що закуски овочеві мають гетерогенну структуру, формування якої залежить від виду використаної сировини, співвідношення рецептурних компонентів і їхніх структурно-механічних показників (зокрема ступеня подрібнення), то на основі результатів дослідження визначено раціональні параметри всіх підсистем технологічного процесу. Ці параметри незалежно від технічного оснащення підприємства та його виробничих потужностей забезпечуватимуть високі органолептичні показники кінцевого продукту.

Розроблені закуски овочеві характеризуються як однорідні, дрібнодисперсні маси, без видимих включень волокон овочів чи грубих частинок бобових та без сторонніх домішок. Колір однорідний за всією масою, залежно від овочевого наповнювача. Запах середньо-виражений, приємний, натуральний, властивий використаній сировині, без затхлості. Смак збалансований, у міру насичений, дещо пряний, приємний, а післясмак помірний, характерний доданим прянощам та спеціям. На в'язкість закусок вплинув використаний стабілізатор, загалом вони характеризуються однорідною, мазкою, пастоподібною текстурою.

Установлено, що закуски овочеві можна охарактеризувати як нелінійно-пластичні системи. Експериментальні дані частотної розгортки та їх апроксимація підтвердили несуттєву зміну реологічних показників. Наприкінці терміну зберігання закусок за використання крохмалю прежелатинізованого спостерігається незначне збільшення структурованості, що відображається в

зменшенні індексу поведінки потоку (плину). Натомість у закусках овочевих за використання каміді ксантанової спостерігається незначне загущення системи. Визначено, що відновлення структури закусок овочевих залежно від асортименту становить 86–90 %.

Досліджено показники якості та безпечності, установлено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність розроблених закусок овочевих, що дозволило визначити термін їх зберігання – 30 діб за температури 2–6 °С та відносної вологості повітря не більше 75 %.

Розроблено та затверджено нормативну і технологічну документацію на нову продукцію, а саме ТУ У 10.8-44234755-002-2024 «Закуси на основі бобової сировини» та ТІ до ТУ У 10.8-44234755-002-2024 «Закуси на основі бобової сировини», які регламентують технологічний процес.

Доведено, що впровадження розробленої технології дозволяє отримати позитивний економічний ефект від виробництва та реалізації нової продукції, забезпечує створення нової продукції, конкурентоспроможної за ціною, відповідає принципам еко-ефективності виробництва продукції. Впровадження розробленої технології овочевих закусок у діяльність харчових виробництв забезпечить прибуток у розмірі від 2900 грн до 3100 грн на 100 кг готової продукції в асортименті.

Ключові слова: зерна бобових, овочева сировина, аквафаба, ефективна в'язкість, емульгувальні властивості, структурно-механічні показники, функціонально-технологічні властивості, закуска, гетерогенна структура.

ABSTRACT

Dehtiar V. V. Technology of vegetable appetizers with a heterogeneous structure using aquafaba. – Qualification scientific work as a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 181 Food Technology. State Biotechnological University, Kharkiv, 2025.

The purpose of the research is the scientific substantiation and development of the technology for vegetable appetizers with a heterogeneous structure using aquafaba. Object of research – the technology of vegetable appetizers with a heterogeneous structure using aquafaba. Subject of research – legumes, specifically chickpeas, beans, peas, and lentils; aquafaba; emulsion systems based on aquafaba; vegetable appetizers.

Scientific novelty of the obtained results. The results of the research have scientific novelty, the main points of which are as follows: for the first time, a comprehensive approach to utilizing the resource potential of legumes has been scientifically substantiated and implemented within a single technology that incorporates the principles of responsible consumption and production; the possibility of using aquafaba as a source of surfactants for the formation of a heterogeneous structure of food products has been scientifically substantiated and proven; the regularities of the influence of the parameters of the technological process of processing legumes on aquafaba have been determined; the chemical composition of aquafaba obtained after a parameterized technological process of cooking various types of legumes to culinary readiness has been determined; the structural and mechanical properties of model emulsion systems based on aquafaba have been studied, along with the effect of recipe components on them; the technology of vegetable appetizers with a heterogeneous structure using aquafaba has been scientifically substantiated and developed; quality and safety indicators have been comprehensively investigated. The organoleptic, physicochemical, and microbiological parameters, as well as the nutritional and biological values of the developed vegetable appetizers, have been established; the storage conditions and shelf life have been scientifically substantiated.

Theoretical and practical insights into the technological properties of aquafaba in the formation of heterogeneous systems based on it have been further developed and generalized.

Based on an analysis of domestic and foreign scientific and technical literature, the feasibility and pathways for developing the technology of vegetable appetizers with a heterogeneous structure using aquafaba have been substantiated. This will contribute to the practical implementation of the principles of sustainable development in the legume processing cycle.

The hydromechanical and hydrothermal parameters of legume processing in relation to achieving legume readiness and the mass fraction of dry matter in aquafaba have been determined. The obtained array of experimental data, using physico-mathematical models, allowed the identification of the rational duration ranges for hydromechanical and hydrothermal processing of legumes. The selected technological process parameters had individual values depending on the type of legume and served as the basis for developing a subsystem for obtaining boiled legumes and aquafaba. Under the defined rational parameters, the mass fraction of dry matter in aquafaba was achieved within the range of 2,79 % to 5,42 %.

The organoleptic, physical properties, and chemical composition of aquafaba have been studied. It was determined that aquafaba samples are characterized by unexpressed, neutral organoleptic properties. The average particle diameter of the aquafaba samples ranged from 63,6 μm to 96,3 μm . The volume distribution curves of bean, pea and lentil aquafaba particles are characterized by a monomodal distribution, while the chickpea aquafaba curve is characterized by a bimodal distribution of particles.

The mass fraction of dry matter in aquafaba ranges from 2,79 % to 5,42 %, which is represented by proteins (0,82–1,41 %), carbohydrates (1,74–3,82 %), starch (0,75–2,15 %), pectins, sugars, carboxylic acids. The generalization of experimental data and the understanding that the quantitative and qualitative composition of the studied

aquafaba samples affects their surface-active properties led to the focus of the study on chickpea and pea aquafaba.

Experimental results have demonstrated that aquafaba samples exhibit high emulsifying capacity, allowing the formation of emulsion systems with a mass fraction of the fat phase ranging from 30 % to 86 %. However, the formed systems are not stable. Considering that in emulsion systems based on aquafaba the aqueous phase easily separates in a free state, stabilization was achieved by introducing polysaccharides, which enhance the structural-mechanical stability of the formed systems, thereby increasing the viscosity of the aqueous phase. As stabilizers, xanthan gum or pregelatinized starch were used.

The effective viscosity of aquafaba-based emulsion systems was studied. Experimental data were approximated using rheological models, specifically the power law, Herschel-Bulkley, and Casson models. The effective viscosity values, depending on the shear rate within the range of practically broken systems and consistency coefficients, indicate an increase in viscosity by approximately 1,5–3,0 times with the increase in the mass fraction of polysaccharide within one system and 15,0 times with the increase in the mass fraction of fat from 30 % to 60 %.

The influence of the type of aquafaba and mass fraction of fat on the volumetric size distribution of the formed emulsion systems was determined. The average particle diameter of emulsion systems based on chickpea aquafaba, with mass fraction of fat 30 % and 60 %, is approximately 12,3–12,4 μm . In emulsion systems based on pea aquafaba, with a mass fraction of fat 30 %, the average particle diameter is 15,9 μm , while at 60 % it is 12,6 μm . When using xanthan gum, the average particle diameter is between 4,1–12,6 μm , while the use of pregelatinized starch resulted in higher values.

The generalization of the obtained results has enabled the determination of rational parameters for the production of emulsion systems based on aquafaba and the development of a model of the technological system for producing emulsions using aquafaba. It was established that emulsion systems based on chickpea aquafaba with a

mass fraction of fat of 60 % should be stabilized with 2,0 % pregelatinized starch, while emulsion systems based on pea aquafaba should be stabilized with 0,2 % xanthan gum.

According to the developed innovative concept of the technology of vegetable appetizers, it is envisaged to introduce components with a high content of dietary fiber into their recipe composition. This will eliminate the dryness that is present in crushed legumes, improve the texture of appetizers, and enhance their organoleptic properties. Taking this into account, and to form a range of appetizers, fresh food-grade pumpkin, fresh carrots, and fresh table beets were chosen as the vegetable raw materials. The technological process of bringing the selected vegetables to a state of culinary readiness was carried out according to typical technological parameters, with the subsequent determination of control points of the technological process, which will ensure the predicted organoleptic properties of the finished product.

The recipe composition and technological scheme for producing vegetable appetizers for B2B and B2C segments have been scientifically substantiated and developed. Within the technological scheme, separate subsystems were identified, including: a subsystem for preparing legumes, resulting in boiled legumes and aquafaba with specified quality and safety indicators; a subsystem for preparing vegetable raw materials, whose quality indicators were studied separately; and a subsystem for obtaining an emulsion system based on aquafaba, which proceeds in two stages. In the first stage, the emulsion is formed by introducing the main mass fraction of fat, and in the second stage, the system is stabilized by adding a fat dispersion with a polysaccharide.

The developed technological process ensures the formation of a heterogeneous structure in vegetable appetizers, within which the emulsion system and homogeneous fine-disperse particles of vegetable masses are combined and evenly distributed. The integration of all semi-finished products into a unified system guarantees the achievement of the desired organoleptic properties of the final product while

simultaneously realizing the functional and technological properties of all recipe components.

Given that vegetable appetizers have a heterogeneous structure dependent on the type of raw material used, the ratio of recipe components, and their structural and mechanical properties (in particular, the degree of grinding), the rational parameters of all subsystems of the technological process have been determined based on the research results. These parameters will ensure consistently high organoleptic properties of the final product, regardless of the technical equipment or production capacity of the enterprise.

The developed vegetable appetizers are characterized as homogeneous, fine-disperse masses, without visible inclusions of vegetable fibers or coarse legume particles and without foreign impurities. The color is uniform throughout the mass, depending on the vegetable filler. The smell is moderately pronounced, pleasant, and natural, characteristic of the raw material used, without any mustiness. The taste is balanced, moderately saturated, slightly spicy, and pleasant, with a mild aftertaste characteristic of the spices and seasonings used. The viscosity of the appetizers was influenced by the stabilizer used; overall, they have a smooth, paste-like texture.

It was established that vegetable appetizers can be characterized as non-linear plastic systems. Experimental data from frequency sweep tests and their approximation confirmed a negligible change in rheological indicators. At the end of the shelf life, appetizers with pregelatinized starch showed a slight increase in the degree of structuring, reflected by a decrease in the flow behavior index. In contrast, vegetable appetizers containing xanthan gum exhibited slight thickening of the system. It was determined that the structural recovery of the vegetable appetizers, depending on the assortment, ranges from 86 % to 90 %.

Quality and safety indicators have been investigated, and organoleptic, physicochemical, microbiological properties, as well as the nutritional and biological value of the developed vegetable appetizers have been established, which allowed the

determination of their shelf life – 30 days at a temperature of 2–6 °C and relative humidity not exceeding 75 %.

Regulatory and technological documentation for the new product was developed and approved, namely TU U 10.8-44234755-002-2024 «Appetizers based on legumegrains» and TI to TU U 10.8-44234755-002-2024 «Appetizers based on legume grains», which regulate the technological process.

It has been demonstrated that the implementation of the developed technology ensures a positive economic effect from the production and sale of new products, promotes the creation of competitively priced products, and aligns with the principles of eco-efficiency in production.

The implementation of the developed technology of vegetable appetizers in the food industry will provide a profit ranging from 2900 UAH to 3100 UAH per 100 kg of finished products in the assortment.

Keywords: legume grains, vegetable raw materials, aquafaba, effective viscosity, emulsifying properties, structural and mechanical properties, functional and technological properties, appetizers, heterogeneous structure.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у журналах, що індексуються у наукометричних базах

SCOPUS та Web of Science:

1. **Dehtiar V.**, Radchenko A., Grynchenko N., Grynchenko O. Technological and economic aspects of using legumes in food technology: a mini-review. *Journal of Chemistry and Technologies*. Oles Honchar Dnipro National University. 2023. Vol. 31 No 4. P. 896–906. DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i4.287753> (**Q4, Scopus**, Ukraine, Dnipro). *Внесок здобувача: розглянуто сучасні уявлення про роль бобових культур у харчовій промисловості.*

2. Hrynchenko O., **Dehtiar V.**, Radchenko A., Pak A., Smetanska I., Percevoy, F. Revealing the effect of hydrothermal processing of legumes on the accumulation of dry matter in aquafaba. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 5, No 11 (131). P. 51–61. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313890> (**Q3, Scopus**, Ukraine, Kharkiv). *Внесок здобувача: досліджено накопичення сухих речовин в аквафабі в ході технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності.*

3. Hrynchenko O., Radchenko A., **Dehtiar V.**, Grynchenko N., Serik M. Development of technology for food products with emulsion structure based on pea groats and pea aquafaba. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 1, No 11 (133). P. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323339> (**Q3, Scopus**, Ukraine, Kharkiv). *Внесок здобувача: розроблено технологію харчової продукції з емульсійною структурою з використанням аквафаби.*

Статті у інших зарубіжних виданнях:

Dehtiar V., Sachko A., Radchenko A., Hrynchenko O., Gubsky S. Development of Lentil Aquafaba-Based Food Emulsions with Xanthan Gum or Pregelatinized Corn Starch as Stabilizers. *Biology and Life Sciences Forum*. 2024. Vol. 40, No 1:17. DOI:

<https://doi.org/10.3390/blsf2024040017> (Basel, Switzerland). *Внесок здобувача: досліджено структурно-механічні, мікроструктурні показники емульсійних систем на основі аквафаби сочевичної, стабілізованої крохмалем прежелатинізованим або ксантановою каміддою.*

Статті у фахових виданнях, МОН:

Дегтяр В. В., Радченко А. Е. Технологічні аспекти виробництва закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини та аквафаби. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2024. No 4 (14), С. 9–15. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.4\(14\).2024.2](https://doi.org/10.32782/2708-4949.4(14).2024.2) (**Категорія В**, Україна, Черкаси). *Внесок здобувача: досліджено технологічні аспекти виробництва закусок овочевих з емульсійною структурою.*

Участь у колективних монографіях:

Радченко А. Е., Дегтяр В. В. Технологічні аспекти використання бобових у технології харчової продукції з емульсійною структурою. *Responsible production and consumption: realization in new generations of food products: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. Р. 90–158. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-445-0-5>. URL: <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/476/12701/26538-1> (дата звернення: 02.02.2025). *Внесок здобувача: висвітлено технологічні аспекти використання бобових у харчовій промисловості.*

Тези доповідей та матеріали конференцій:

1. **Радченко А. Е., Дегтяр В. В.** Актуальність розробки технології овочевих закусок з емульсійною структурою. *Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. SPC – Sci-conf.com.ua*. (м. Харків, 28–30 листопада 2021 р.). Харків, Україна. 2021. С. 21–27. URL: <https://surl.li/rlcett> (дата звернення: 02.02.2025). *Внесок здобувача: доведено доцільність розроблення технології закусок овочевих з емульсійною структурою з використанням аквафаби.*

2. Радченко А. Е., **Дегтяр В. В.** Особливості технологічного процесу приготування аквафаби. *Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 11-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції*. (м. Київ, 25 жовтня 2022 р.). Національний університет харчових технологій, Київ, 2022. С. 31–32. *Внесок здобувача: висвітлено параметри технологічного процесу отримання аквафаби.*

3. **Дегтяр В. В.**, Радченко А. Е., Гринченко О. О. Дослідження вмісту сухих речовин в аквафабі в залежності від співвідношення бобових та рідини. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес: міжнародна науково-практична конференція* (м. Харків, 18 травня 2023 р.). Державний біотехнологічний університет, Харків. 2023. С. 23–24. *Внесок здобувача: визначено вплив співвідношення бобові:вода на закономірності накопичення сухих речовин в аквафабі.*

4. Radchenko A., **Dehtiar V.** Ways to expand the assortment of vegetable-bean snacks with emulsion structure. *Innovative development of food, light and hospitality industry: proceedings of international scientific and practical conference*. (Almaty, 26 october 2023). Almaty technological university, Kazakhstan. 2023. P. 8–9. ISBN 978-601-263-642-02023. *Внесок здобувача: висвітлено шляхи розширення асортименту закусок овочевих з емульсійною структурою.*

5. Радченко А. Е., **Дегтяр В. В.**, Пак А. О., Гринченко О. О. Визначення раціональних параметрів гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі: матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої 140-річчю НУХТ* (м. Київ, 21 травня 2024 р.). Національний університет харчових технологій, Київ, Україна. 2024. С. 55–56. *Внесок здобувача: визначено раціональні параметри технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності.*

6. Дегтяр В. В., Радченко А. Е. Технологічні аспекти виробництва закусок з емульсійною структурою на основі гороху та аквафаби. *Інноваційні підходи в промисловому та крафтовому виробництві: виклики та можливості: матеріали II-го форуму, присвяченого 140-вій річниці НУХТУ (м. Київ, 17–18 жовтня 2024 р.)*. Національний університет харчових технологій, Київ, Україна. 2024. С. 50. *Внесок здобувача: висвітлено технологічні аспекти виробництва харчової продукції з емульсійною структурою з використанням аквафаби.*

7. Dehtiar V., Sachko A., Radchenko A., Hrynchenko O., Gubsky S. Development of lentil aquafaba-based emulsions with the addition xanthan gum or corn starch for food technology applications. *The Future of Technology, Sustainability, and Nutrition in the Food Domain: the 5th International Electronic Conference on Foods. (28–30 october 2024)* Basel, Switzerland. 2024. P.18. *Внесок здобувача: досліджено структурно-механічні, мікроструктурні показники емульсійних систем на основі аквафаби сочевичної.*

8. Дегтяр В. В. Влив гідротермічного оброблення бобових на накопичення сухих речовин в аквафабі. *Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. (м. Харків, 07 листопада 2024 р.)*. Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна. 2024. С. 24. *Внесок здобувача: досліджено раціональні параметри гідротермічного оброблення зерен бобових у взаємозв'язку з масовою часткою сухих речовин в аквафабі.*

9. Радченко А. Е., Дегтяр В. В., Гринченко О. О. Вплив дисперсного складу гороху та аквафаби на органолептичні показники закусок. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції. (м. Київ, 21 листопада 2024 р.)*. Національний університет харчових технологій, Київ, 2024.

С. 354–356. *Внесок здобувача: визначено вплив дисперсного складу гороху та аквафаби на органолептичні показники закусочних овочевих.*

10. **Dehtiar V.**, Sachko A., Radchenko A., Hrynchenko O., Gubsky S. Influence of oil content and different thickeners on microstructure and rheological characteristics of food emulsions based on aquafaba beans. *The 5th International Electronic Conference on Applied Sciences. (Q2, Scopus, Basel, 04–06 december 2024).* Switzerland, 2024. P. 562. *Внесок здобувача: досліджено вплив стабілізаторів на структурно-механічні, мікроструктурні показники емульсійних систем на основі аквафаби квасолевої.*

Патенти України на корисну модель:

1. Спосіб отримання аквафаби: пат. України: МПК А23Л 11/00. № у 2024 05328; заявл. 11.11.2024; опубл. 04.06.2025, Бюл. № 23. 5 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію отримання аквафаби.*

2. Спосіб отримання емульсійних систем на основі аквафаби квасолі: пат. України: МПК В01F 23/00. № у 2024 05329; заявл. 11.11.2024; опубл. 25.06.2025, Бюл. № 26. 5 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію отримання емульсійних систем на основі аквафаби квасолевої.*

ЗМІСТ

ВСТУП	27
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ БОБОВОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ГЕТЕРОГЕННОЮ СТРУКТУРОЮ	34
1.1. Місце бобової сировини в забезпеченні сталості продовольчих систем	34
1.2. Характеристика технологічних властивостей аквафаби та досвід її використання в харчових технологіях	44
1.3. Теоретичні та практичні аспекти виробництва харчової продукції з гетерогенною структурою	51
1.4. Огляд ринку закусочних овочевих та перспективи його розвитку	54
Висновки за розділом 1	59
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	61
2.1. Організація, об'єкт, предмет, матеріали дослідження	61
2.2. Методи дослідження	65
Висновки за розділом 2	75
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОДЕРЖАННЯ ЕМУЛЬСІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АКВАФАБИ	76
3.1. Інноваційний задум нової продукції	76
3.2. Обґрунтування технологічних параметрів гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових	81
3.3. Дослідження органолептичних, фізичних показників, хімічного складу аквафаби та її функціонально-технологічних властивостей	97

3.3.1. Дослідження органолептичних та фізичних показників аквафаби	98
3.3.2. Фізико-хімічні показники аквафаби	102
3.3.3. Дослідження емульгувальної ємності аквафаби та стійкості емульсійних систем на її основі	109
3.4. Визначення закономірностей формування мікроструктури та структурно-механічних показників емульсійних систем на основі аквафаби	119
3.5. Раціональні параметри формування стійких емульсійних систем на основі аквафаби	130
Висновки за розділом 3	133
РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ЗАКУСОК ОВОЧЕВИХ	135
4.1. Дослідження фізичних, фізико-хімічних та структурно-механічних показників овочевої сировини як складових закусок овочевих.....	135
4.2. Розроблення рецептурного складу та технологічної схеми виробництва закусок овочевих	143
Висновки за розділом 4	151
РОЗДІЛ 5 ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ЗАКУСОК ОВОЧЕВИХ	153
5.1. Дослідження показників якості та безпечності закусок овочевих.....	153
5.2. Обґрунтування умов та терміну зберігання закусок овочевих	162
5.3. Дослідження реологічних показників закусок овочевих протягом зберігання.....	169
Висновки за розділом 5	176
РОЗДІЛ 6 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....	178
6.1. Оцінка результатів та ефективності наукового дослідження.....	178

6.2. Впровадження результатів дослідження в практику та освітній процес .	190
Висновки за розділом 6	193
ВИСНОВКИ.....	194
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	197
ДОДАТКИ.....	223
Додаток А Вихідна інформація та результати експериментальних досліджень	224
Додаток А.1.1 Об'ємний розподіл за розмірами частинок зразків аквафаби .	224
Додаток А.1.2 Об'ємний розподіл за розмірами частинок емульсійних систем	226
Додаток А.1.3 Об'ємний розподіл за розмірами частинок овочів відварених подрібнених	228
Додаток А.2 Інфрачервоні спектри зразків аквафаби в діапазоні виміру 500–4000 см ⁻¹	230
Додаток А.3.1 Апроксимація результатів експериментальних досліджень за використання реологічних моделей (емульсійні системи).....	232
Додаток А.3.2 Апроксимація результатів експериментальних досліджень за використання реологічних моделей (овочі відварені подрібнені).....	234
Додаток А.4 Показники якості напівфабрикатів, які входять до складу закусок овочевих	236
Додаток А.5 Шкала органолептичної оцінки закусок овочевих.....	241
Додаток А.6 Результати органолептичної оцінки закусок овочевих свіжовиготовлених.....	243
Додаток А.7 Амінокислотний склад закусок овочевих	246
Додаток А.8 Жирнокислотний склад ліпідів закусок овочевих.....	248

Додаток А.9 Мінеральний склад зольного залишку закусоч овочевих.....	250
Додаток А.10 Вміст вітамінів у закуках овочевих.....	252
Додаток А.11 Активність води досліджуваних зразків закусок	254
Додаток А.12 Показники для визначення ціни на розроблену продукцію – закуски овочеві.....	256
Додаток А.13 Витрати на сировину та матеріали для виробництва продукції – закуски овочеві – за розробленою технологією (на 100 кг продукції).....	258
Додаток Б Патенти України на корисні моделі	260
Додаток Б.1 Патент України на корисну модель №u202405328 «Спосіб отримання аквафаби»	260
Додаток Б.2 Патент України на корисну модель №u202405329 «Спосіб отримання емульсійних систем на основі аквафаби з квасолі»	262
Додаток В Нормативна й технологічна документація на розроблену харчову продукцію.....	264
Додаток В.1 Технічні умови ТУ У 10.8–44234755–002:2024 «Закуски на основі бобової сировини»	264
Додаток В.2 Технологічна інструкція з виробництва закусок на основі бобової сировини до ТУ У 10.8–44234755–002:2024	266
Додаток Г Акти впровадження результатів науково-дослідної роботи	268
Додаток Г.1 Акт впровадження науково-дослідної роботи в шоу-ресторан «АльтБір» від 01.09.2023	268
Додаток Г.2 Акт впровадження науково-дослідної роботи ТОВ «Українська варенична» від 30.10.2023	271
Додаток Г.3 Акт впровадження науково-дослідної роботи в ПП «Україна – Центр» від 20.05.2024	274

Додаток Г.4 Акт впровадження науково-дослідної роботи ПП «МІРВАНА» від 12.12.2024.....	277
Додаток Д Акти впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес ..	280
Додаток Д.1 Акт впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес від 12.12.2022.....	280
Додаток Д.2 Акт впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес від 01.09.2023.....	282
Додаток Д.3 Акт впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес від 21.11.2023.....	284
Додаток Ж Акт дегустації	286
Додаток Ж.1 Акт дегустації від 29.09.2023	286
Додаток Л Довідки про участь у наукових заходах та виставках різного типу	291
Додаток Л.1 Довідка про участь у виставці, яка проводилась у рамках І Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» від 18.05.2023	291
Додаток Л.2 Довідка про участь у виставці, яка проводилась у рамках наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету за участі Харківської обласної адміністрації, народних депутатів України від 12.07.2023.....	295
Додаток Л.3 Довідка про участь у виставці, яка проводилась у рамках Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва Міністерства освіти і науки України та Харківської обласної військової адміністрації, що відбулася 20 листопада 2024 року в Харківському національному академічному театрі опери та балету імені М. В. Лисенка (ХАТОБ) у м. Харкові від 20.11.2024	298

Додаток М щодо соціального ефекту від впровадження науково-дослідної роботи	303
Додаток Н Довідки про участь у виставках, ярмарках, конкурсах	305
Додаток Н.1 Довідка про представлення зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках XVIII Міжнародного кулінарного фестивалю «Pearl of the sea» (28.03.2023–1.04.2023).....	305
Додаток Н.2 Диплом про представлення зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю «Montenegro Culinary Competition» (15.04.2024–19.04.2024).....	307
Додаток Н.3 Акт дегустації представлених зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю «Montenegro Culinary Competition» (15.04.2024–19.04.2024).....	309
Додаток Н.4 Диплом про представлення зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю «Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival» (27.09.2024–29.09.2024)	311
Додаток Н.5 Акт дегустації представлених зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю «Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival» (27.09.2024–29.09.2024)	313
Додаток Н.6 Довідка про представлення зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках XX Міжнародного кулінарного фестивалю «Biser Mora» (01.04.2025–05.04.2025)	315
Додаток П Сертифікати, грамоти участі у наукових заходах різного рівня.....	317
Додаток П.1 Сертифікат про участь у V Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної науки, суспільства, освіти» 28–30.11.2021	317

Додаток П.2 Сертифікат про участь у I Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інноваційні технології розвитку харчових і переробних виробництв та ресторанного господарства: наукові пошуки молоді» від 26.10.2022.....	319
Додаток П.3 Сертифікат про участь у I Міжнародній науково-практичній конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» від 18.05.2023	321
Додаток П.4 Грамота в номінації «Професійно про складне» в рамках участі у II Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді» від 07.11.2024.....	323
Додаток П.5 Сертифікат про участь у Міжнародній електронній конференції з харчових продуктів «Майбутнє технологій, сталого розвитку та харчування в харчовій сфері» 28–30.10.2024	325
Додаток П.6 Сертифікат про участь у Міжнародній електронній конференції з прикладних наук (Базель, Швейцарія) 04–06.12.2024.....	327

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ФАО/ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я;

ЕС – емульсійна система;

ПАВ – поверхнево-активні властивості;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

СЕМ – скануючі електронні мікрофотографії;

ТГ – термогравіметричний аналіз;

ДТГ – диференціальна термічна гравіметрія;

ДТА – диференціальний термічний аналіз;

ТУ У – технічні умови України;

ТІ – технологічна інструкція;

ДСТУ – Державний стандарт України.

ВСТУП

Актуальність теми.

Трансформація харчової промисловості задля імплементації принципів сталого розвитку стала одним із трендів сьогодення, практична реалізація якого передбачає переосмислення традиційних підходів до виробництва харчової продукції та впровадження інноваційних рішень. Такий підхід забезпечує ефективне використання наявних ресурсів і задоволення зростаючих потреб сьогодення, не впливаючи на можливості майбутнього.

У контексті зміни ціннісних орієнтирів суспільства, швидкого темпу життя, виникнення нових соціально-економічних викликів зростає популярність харчових продуктів промислового виробництва. Серед представлених на ринку пропозицій не заповненою нішею є харчові продукти на основі овочів, а серед наявного асортименту головний недолік – відсутність у рецептурному складі джерел білка. Окремо необхідно виділити масштабування на ринку сегмента закусок, зокрема зростаючий споживчий запит на варіанти з високою оцінкою шкали Nutri-Score. Ураховуючи зазначене, закуски овочеві можна розглядати як перспективний сегмент харчових продуктів, який репрезентує недостатньо заповнену ринкову нішу з високим ступенем актуальності та зростаючою популярністю серед споживачів.

З огляду на зазначене включення до рецептурного складу закусок овочевих бобових дозволяє вирішити питання досягнення принципів сталого розвитку та розширення асортименту закусок з одночасним підвищенням їх конкурентоспроможності. Питанням дослідження бобових у харчовій промисловості займалися такі учені, як В. В. Погарська [1], Т. М. Головка [2], О. Ю. Мельник [3], У. Р. Драчук [4], І. М. Страшинський [5] A. Grajales-Lagunes [6], Marcel B. J. Meinders [7], M. Tugrul Masatcioglu [8], G. Jahreis [9], праці яких присвячено використанню альтернативних джерел білка, зокрема зерен бобових.

Бобові сприяють забезпеченню принципів сталого розвитку в аграрному та харчовому промисловому секторі. Завдяки симбіотичному взаємозв'язку з азотфіксуючими бактеріями вони знижують потребу в добривах та зменшують деградацію ґрунтів. Із технологічної точки зору бобові є цінною сировиною з тривалим терміном зберігання, високим вмістом рослинного білка, клітковини та функціональних компонентів, чим зумовлений вплив на зниження ризику серцево-судинних захворювань, діабету, ожиріння та пов'язані з ними патологічні процеси. Харчові продукти, до рецептурного складу яких входять бобові, можуть споживати різні верстви населення країни незалежно від їх релігійних, етичних переконань, вікових чи фінансових обмежень. Проте технологічний потенціал бобових не достатньо реалізований у харчовій промисловості, незважаючи на аграрний потенціал України. Це зумовлено упередженим ставленням як споживачів, так і операторів ринку щодо наявності в їх складі антинутрієнтів та неможливості досягнення маловідходного виробництва. Проте визначено, що в ході технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності у водний розчин дифундують водорозчинні нутрієнти, які надають йому емульгувальні, піноутворювальні, загущувальні, гелеутворювальні властивості та перетворюють із супутньої рідини технологічного процесу в інноваційний продукт, який отримав назву «аквафаба». Дослідженням аквафаби займаються такі учені, як О. О. Гринченко [10], В. А. Гніцевич [11], А. В. Сачко [12], Youn Young Shim [13], Rana Mustafa [14], Mahmut Kilicli [15]. Завдяки технологічним властивостям аквафаби можливо здійснити ревіталізацію бобових у харчовій промисловості шляхом впровадження інноваційних технологій, спрямованих на оптимізацію технологічного процесу та раціонального використання наявних ресурсів. Проте аналіз літературних джерел свідчить про відсутність технологій, де одночасно реалізовано технологічний потенціал як бобової сировини, так і аквафаби, чим зумовлена актуальність наукових досліджень у цьому напрямі. Розроблення технології

закусок овочевих дозволить у межах єдиного технологічного процесу ефективно реалізувати термооброблені зерна бобових: як основну сировину, так і аквафабу – супутню рідину, яка має емульгувальні властивості. Вищезазначене свідчить про своєчасність та наукову обґрунтованість рішення щодо розроблення технології закусок овочевих із гетерогенною структурою з використанням аквафаби, що відповідатиме вимогам часу, дозволить підвищити екологічну й економічну ефективність технологічного процесу та сприятиме реалізації цілей сталого розвитку шляхом впровадження принципів відповідального споживання та виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційну наукову роботу виконано відповідно до основних напрямів наукових досліджень Державного біотехнологічного університету, зокрема за науково-дослідними темами № 07-21-22 Б (0120U105080) «Наукове обґрунтування, розроблення технологій харчової продукції та систем менеджменту харчової безпечності для закладів ресторанної індустрії сучасних форматів», № 0123U101616 «Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи», а також госпдоговірними темами № 18-23 Д (0123U103199) «Розроблення технології харчової продукції з емульсійною структурою на основі аквафаби», № 30-24 ДП «Науково-практичні рекомендації щодо постановки на виробництво соусів на основі сировини рослинного та тваринного походження».

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної наукової роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

– на підставі узагальнення й аналізу теоретичних даних обґрунтувати доцільність використання бобової сировини та супутньої рідини – аквафаби – в технології овочевих закусок з гетерогенною структурою;

- обґрунтувати параметри гідромеханічного, гідротермічного оброблення бобових (нуту, квасолі, гороху, сочевиці) з метою отримання відварених бобових із високими органолептичними показниками та аквафаби із заданим хімічним складом та функціонально-технологічними властивостями;

- визначити закономірності формування властивостей емульсійних систем на основі аквафаби, дослідити мікроструктуру та структурно-механічні показники емульсійних систем на основі аквафаби;

- розробити технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою, дослідити основні показники якості та безпечності, харчову й біологічну цінність, обґрунтувати умови та термін зберігання;

- здійснити комплекс організаційно-технологічних заходів з впровадження результатів дослідження у виробництво та освітній процес, оцінити результати й ефективність наукового дослідження.

Об’єкт дослідження: технологія закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби.

Предмет дослідження: аквафаба, емульсійні системи на основі аквафаби, закуски овочеві.

Методи дослідження: аналітичні, фізичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, сенсорні методи аналізу напівфабрикатів та готових закусок, математичні методи оброблення результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби, а саме:

уперше:

- науково обґрунтовано та реалізовано комплексний підхід до використання ресурсного потенціалу бобових шляхом його реалізації в межах однієї технології, що впроваджує принципи відповідального споживання і виробництва;

- науково обґрунтовано і доведено можливість використання аквафаби як джерела поверхнево-активних речовин для формування гетерогенної структури харчових продуктів;
- визначено закономірності впливу параметрів технологічного процесу оброблення бобових на аквафабу;
- визначено хімічний склад аквафаби отриманої після параметризованого технологічного процесу доведення до кулінарної готовності різних видів бобових;
- досліджено структурно-механічні показники модельних емульсійних систем на основі аквафаби та вплив на них рецептурних компонентів;
- науково обґрунтовано та розроблено технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби;
- комплексно досліджено показники якості та безпечності. Встановлено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність розроблених закусок овочевих, обґрунтовано умови та терміни їх зберігання.
- *дістали подальшого розвитку та узагальнення* уявлення про технологічні властивості аквафаби в утворенні емульсійних систем на її основі.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби. Розроблено та затверджено нормативну (ТУ У 10.8-44234755-002-2024 «Закуси на основі бобової сировини») та технологічну (ТІ до ТУ У 10.8-44234755-002-2024) документацію на нову продукцію. Наукову новизну роботи підтверджено патентами України на корисну модель, зокрема №u202405328 «Спосіб отримання аквафаби», №u202405329 «Спосіб отримання емульсійних систем на основі аквафаби з квасолі».

Реалізація роботи. Здійснено впровадження результатів у виробництво ФОП Лозова В. Є. шоу-ресторан «АльтБір» (м. Харків, акт від 01.09.2023 р.), ТОВ «Українська варенична» (м. Черкаси, акт від 30.10.2023 р.), ПП «Україна-Центр» (м. Черкаси, акт від 20.05.2024 р.), ПП «МІРВАНА» (м. Харків, акт від 01.12.2024 р.) та в освітній процес ДБТУ (акти від 12.12.2022 р., 13.09.2023 р., 21.11.2023 р.).

Особистий внесок здобувачки полягає в аналізі стану проблеми, розробленні програми дослідження, організації, проведенні експериментальних робіт, аналізі та обробленні одержаних даних, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації, розробленні нормативної та технологічної документації, проведенні заходів з впровадження результатів дослідження у виробництво та освітній процес.

Апробація результатів дисертації. Основні положення кваліфікаційної наукової роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, форумах: «Topical issues of modern science» (м. Харків, Україна, 2021 р.), «Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції» (м. Київ, Україна, 2022), «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (м. Харків, Україна, 2023 р.), «Innovative development of food, light and hospitality industry» (м. Алмати, Казахстан, 2023 р.), «Інноваційні технології в готельно-ресторанному та туристичному бізнесі», присвяченій 140-річчю НУХТ (м. Київ, Україна, 2024 р.), «Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді» (м. Харків, Україна, 2024 р.), «Інноваційні підходи в промисловому та крафтовому виробництві: виклики та можливості» (м. Київ, Україна, 2024 р.), «The 5th International Electronic Conference on Applied Sciences» (м. Базель, Швейцарія, 2024 р.), «Foods 2024: The 5th Electronic Conference on Foods – The Future of Technology, Sustainability, and Nutrition in the Food» (м. Базель, Швейцарія, 2024 р.), «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції» (м. Київ, Україна, 2024 р.).

Закуси овочеві з гетерогенною структурою представлено на міжнародних кулінарних фестивалях: «Pearl of the sea» (акт дегустації від 28.03.2023–1.04.2023, сертифікат участі 01.04.2025–05.04.2025, Республіка Хорватія), «Montenegro Culinary Competition» (акт дегустації від 15.04.2024–19.04.2024, Чорногорія), «6th Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival» (акт дегустації від 27.09.2024–29.09.2024, Туреччина).

Закуси овочеві з гетерогенною структурою демонструвалися на виставках наукових розробок, які проводились у рамках наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету за участі Харківської обласної військової адміністрації, народних депутатів України (м. Харків, 12.07.2023 р.), І Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (м. Харків, 18.05.2023 р.), Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва МОН України та Харківської обласної військової адміністрації (м. Харків, 20.11.2024).

Закуси овочеві з гетерогенною структурою представлено на засіданні експертно-дегустаційної комісії ДБТУ, де отримали позитивну оцінку й рекомендовані до впровадження (м. Харків, ДБТУ, 2023 р.).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної наукової роботи опубліковано 18 наукових праць, у тому числі: розділ у колективній монографії, 5 статей, серед яких 1 – у науковому фаховому виданні України категорії «Б», 3 – у виданні, включеному до міжнародної бази Scopus, 1 – у науковому виданні інших держав (Basel, Switzerland) напрямку, із якого підготовлено дисертацію; надруковано 10 тез доповідей та матеріалів конференцій; 2 патенти України на корисну модель.

Структура й обсяг дисертації. Кваліфікаційна наукова робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, 41 додатка, списку використаних джерел, що включає 181 найменування, у тому числі закордонних. Основний зміст дисертації викладено на 169 сторінках друкованого тексту, який містить 31 таблицю, 45 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ БОБОВОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ГЕТЕРОГЕННОЮ СТРУКТУРОЮ

1.1. Місце бобової сировини в забезпеченні сталості продовольчих систем

Сучасний світ стоїть перед безпрецедентними викликами, пов'язаними зі зміною клімату, деградацією довкілля та нерівномірним розподілом ресурсів. У цьому контексті промисловість, як один із ключових двигунів економічного зростання, відіграє вирішальну роль. Зазначене відображається в тому, що діяльність промислового виробництва має лежати в площині досягнення стратегії сталого розвитку, що дозволить задовольнити потреби сучасного покоління, не обмежуючи можливості майбутнього.

Опубліковані дані Державної служби статистики України щодо оцінки прогресу досягнення цілей сталого розвитку в Україні, які заплановані до 2030 року, за методологією Економічної та соціальної комісії ООН для Азії та Тихого океану (UNESCAP) [16] свідчать про відсутність достатнього прогресу в їх виконанні, а повномасштабна військова агресія РФ лише унеможлиблює цей процес. Спостерігається зворотній тренд у виконанні цілей щодо відповідального споживання та виробництва, скорочення нерівності, партнерства заради сталого розвитку, при цьому майже відсутній прогрес щодо інновацій у промисловості та інфраструктурі, захисту та відновлення екосистем суші, чистої води та належних санітарних умов. Досягнення відповідального споживання та виробництва є надзвичайно важливим завданням і вимагає від харчової промисловості як зменшення втрат на кожному етапі харчових ланцюгів – від вирощування до споживання, так і ефективного використання наявних ресурсів. Окремо

необхідно виділити актуальність питання оптимізації та досягнення сталих ланцюгів постачання, що дозволить швидко адаптуватися та реагувати на зміни, подолати залежність від поставок продукції, адже це впливає на нормальне функціонування населення й передусє виникненню продовольчої та ресурсної кризи. Відповідно всебічний розвиток ланцюгів постачання має на меті досягнення сталості, що у випадку із сировиною та продуктами харчування є складною ситуацією. Загалом питання досягнення цілей сталого розвитку нагальне й слугує орієнтиром діяльності суспільства, оскільки впливає на його майбутнє.

Однієї з актуальних проблем залишається забезпечення населення достатньою кількістю білка, що підтверджується даними звіту FSL за 2023 рік [17], згідно з яким 7,3 млн людей в Україні відчувають помірний чи суттєвий дефіцит у харчових продуктах. Так, продукція тваринництва забезпечує лише 38 % світового споживання білка, з одночасним використанням 80 % сумарної площі землі сільськогосподарського призначення під тваринництво та кормові культури [18]. Зазначене свідчить про необхідність переосмислення існуючих підходів для більш раціонального використання земельних ресурсів. У цьому контексті особливу увагу привертають бобові, які є джерелом рослинного білка й відповідають вимогам сталого розвитку. Відповідно до даних Державної служби статистики України за 2023 рік щодо виробництва культур зернових і зернобобових посівна площа під врожай зернобобових культур становить 206,2 тис. га, з яких гороху – 150,3 тис. га, квасолі – 41,7 тис. га, сочевиці – 5,2 тис. га, нуту – 4,4 тис. га. При цьому валовий збір зернобобових культур становить 4605,9 тис. ц, з яких гороху – 3684,1 тис. ц, квасолі – 709,5 тис. ц, сочевиці – 63,7 тис. ц, нуту – 62,5 тис. ц [19]. Відповідно до даних Державної митної служби України за 2023 року товарообіг бобових становить 83,07 млн USD, при цьому експорт – 78,93 млн USD [20]. Зазначені статистичні дані є підґрунтям актуальності дослідження та популяризації бобових у харчовій промисловості, перетворюючи

їх із сировини в харчові продукти, що сприятиме стимулюванню розвитку внутрішньої промисловості та економіки.

Згідно з ДСТУ [21] сільськогосподарська рослинна продукція класифікується за певними ознаками, серед яких виокремлюють насіння, зерно та зернопродукти. До останнього належить зерно бобових культур (зернобобові культури), призначене для споживання або технічної переробки. З огляду на зазначене, надалі по тексту використовуватиметься термін «бобові».

Відповідно до даних Державної служби статистики наша держава переважно вирощує горох, квасолю, сочевицю та нут. У зв'язку з чим, незважаючи на біологічне різноманіття видів бобових у різних країнах, надалі увага в кваліфікаційній науковій роботі зосереджена на бобових, які найбільш поширені саме в аграрному секторі України.

Основними перевагами вирощування бобових є відновлення агроєкологічного стану виснажених ґрунтів, підвищення стійкості ґрунту до порушень екосистеми. Бобові насичують його азотом, калієм, кальцієм і фосфором завдяки симбіотичному взаємозв'язку з азотфіксуючими бактеріями, виконуючи роль природного добрива. Залишки бобових підвищують мікробіологічну активність у ґрунті, що додатково насичує його органічними речовинами. Бобові мають унікальні властивості, такі як адаптація до ґрунтово-кліматичних умов, висока сумісність вирощування з іншими культурами, розвинена коренева система, що дозволяє поглинати рідину з нижніх шарів ґрунту. Відповідно бобові відіграють важливу роль у забезпеченні сталого розвитку агропромислового виробництва України, оптимізації наявних ресурсів та зниженні негативного впливу на навколишнє середовище.

Вирощування бобових та виробництво харчової продукції на їх основі не супроводжується утворенням істотної кількості CO₂ порівняно з тваринними джерелами білка.

Зерна бобових можливо зберігати насипом, у тарі або на елеваторах протягом тривалого періоду. Так відповідно до норм природного убутку термін їх зберігання як посівного матеріалу становить 3–6 років без втрати схожості, а продовольчих продуктів – 1 рік, при цьому норма природних втрат дорівнює 0,12 % [22].

Аналіз хімічного складу бобових є ключовим етапом для оцінки їх потенціалу в харчовій промисловості та розуміння технологічних властивостей для розроблення нових технологій харчових продуктів на їх основі.

У бобових вміст нутрієнтів має залежність від географічних, кліматичних, сільськогосподарських умов вирощування, особливо від використання добрив, кількості опадів [23]. Залежно від виду бобових вміст сухих речовин становить 88,10–91,20 %. Вміст білка в 100 грамах сухого зерна бобових становить 16,90–28,60 г. Основна частина білків бобових – запасного типу, з яких 45,00–70,00 % становлять глобуліни, що представлені легумінами та віцелінами, а 10,00–20,00 % альбуміни, до складу яких входять інгібітори трипсину, лектину, амілази [24], 9,90–12,00 % глютеліни, 0,48–3,50 % проламіни [25].

Харчова та біологічна цінність білків бобових виражається їх амінокислотним складом. Амінокислотний коефіцієнт засвоюваності білків нуту становить 0,52 у. о., гороху – 0,64 у. о., квасолі – 0,67 у. о., сочевиці – 0,54 у. о. [26]. Серед амінокислот, які входять до складу бобових, найвищий вміст лейцину, лізину, аргініну, аспарагінової та глютамінової кислот. Натомість найменший вміст триптофану, метіоніну, цистеїну, у зв'язку із чим бобові поєднують із зерновими для збалансування наявного в них амінокислотного складу.

Наявні амінокислоти білків бобових відрізняються електричним зарядом, мають гідрофільну та гідрофобну розчинність, відповідно білки бобових характеризуються водо- та жирутримуючою здатністю. Розчинність білка бобових залежить від впливу електростатичних сил, а саме рН та іонної сили. Якщо рН середовища відповідає ізоелектричній точці білка, то його розчинність

найменша, а за високої іонної сили білки осідають. Ізoeлектрична точка білка нуту становить 4,50 [27], квасолі – 4,56 [28], гороху – 4,80 [29], сочевиці – 5,20 [30], відповідно, що враховується під час технологічного процесу приготування бобових.

Гелеутворювальні властивості рослинних білків вищі за таких технологічних чинників, як лужне середовище, обробляння під час нагрівання вище температури денатурації, низької іонної сили, наявності комплексів білків із поліцукридами, поліфенолами чи ліпідами [31]. Денатурація білків бобових досягається за температури 96–98 °С для квасолі та сочевиці, 111 °С для нуту [32].

Загальний вміст ліпідів у сирих бобових складає 0,6–6,6 г, які представлені здебільшого фосфоліпідами, тригліцеридами, стеролами. Вміст насичених жирних кислот 15,9–23,0 %, поліненасичених – 40,7–67,3 %, мононенасичених – 39,6–8,8 %. Основними жирними кислотами бобових є лінолева (46,8–49,0 % у нуті, 33,8–46,1 % – сочевиці, 37,7–40,7 % – гороху, 22,7–23,4 % – квасолі), ліноленова (2,1–2,4 % у нуті, 17,3–21,1 % – сочевиці, 6,4–7,9 % – гороху, 43,6–44,6 % – квасолі), олеїнова (31,4–34,8 % у нуті, 8,8–9,6 % – квасолі, 26,3–39,6 % – гороху, 23,5–39,6 % – сочевиці), стеаринова (4,1–9,2 % у нуті, 3,6–3,7 % – квасолі, 4,1–5,1 % – гороху, 2,3–3,3 % – сочевиці), пальмітинова (11,3–11,9 % у нуті, 18,1–19,4 % – квасолі, 11,7–12,5 % – гороху, 14,6–15,9 % – сочевиці) [33].

Загальний вміст вуглеводів в бобових становить 43,97–63,40 г/100г, які представлені моноцукридами (рибоза, глюкоза, галактоза, фруктоза), поліцукридами, олігоцукридами, дицукридами (сахароза, мальтоза).

Загальний вміст крохмалю в зернах бобових становить 22,7–50,0 г, при цьому 20,0–30,0 % відповідає резистентному крохмалю [34]. Крохмаль бобових складається з амілопектину та амілози, вищий вміст амілози корелює з вищим вмістом білка та вищою температурою клейстеризації крохмальних зерен [35]. Клейстеризація крохмалю бобових відбувається за температури 56–71 °С [36].

Бобові – цінне джерело клітковини, вміст якої в 100 г сухих бобових становить 2,5–20,3 г, за рекомендованої норми споживання 25,0–30,0 г для дорослої людини на добу [37], або 14 г на 1000 ккал [38].

Серед вітамінів, які входять до складу бобових, необхідно виділити холін (66,2–157,0 мг%), тіамін (0,2–0,9 мг%), рибофлавін (0,1–0,4 мг%), ніацин (0,5–3,6 мг%), піридоксин (0,2–0,6 мг%), фолієву кислоту (172,0–557,0 мг%), бетакаротин (14,0–41,0 мг%), філохінон (5,0–15,9 мг%), ретинол (1,0–7,0 мг%) [28, 39–44].

Бобові у своєму складі містять мінерали, серед яких переважає калій (264,0–1830,0 мг/100г), фосфор (180,0–429,0 мг/100г), магній (4,8–114,0 мг/100г), кальцій (34,0–240,0 мг/100г), натрій (5,0–38,0 мг/100г), манган (1,3–21,3 мг/100г), залізо (1,8–10,4 мг/100г), цинк (1,3–6,8 мг/100г), мідь (0,2–1,0 мг/100г) [40–42,45].

Бобові не містять у своєму складі холестерин та мають низьку калорійність, що на 100 г відварених бобових становить 75–160 ккал.

З огляду на наведений хімічний склад бобових, необхідно відзначити, що їх споживання сприяє дотриманню принципів здорового харчування. Так, у дієтичних рекомендаціях FBDGs [46] щодо здорового харчування для країн ЄС, Ісландії, Норвегії, Швеції та Британії рекомендовано включати бобові в раціон харчування 1–3 рази на тиждень та розглядати страви з бобових як повноцінну заміну м'яса чи яєць. Згідно з дослідженнями [47, 48], які підтверджено клінічними випробуваннями, включення в раціон рослинного білка знижує розвиток ожиріння, інсулінорезистентності, пришвидшує метаболізм.

Споживання бобових за рахунок наявності рослинного білка та харчових волокон дозволяє знизити рівень глюкози в крові, ризик розвитку серцево-судинних захворювань і діабету [49].

Резистентний крохмаль, що міститься в бобових, нормалізує метаболізм, сприяючи зниженню рівня холестерину та має певні пребіотичні властивості [34]. Високий вміст резистентного крохмалю в бобових зумовлений також наявністю амілози, яка пришвидшує ретроградацію крохмалю, що у свою чергу зумовлює

низький глікемічний індекс і глікемічне навантаження. Так, на 100 грамів бобових глікемічні показники становлять: нут – 18 ± 4 у. о. і 6 ± 1 у. о.; горох жовтий лущений – 21 ± 1 у. о. і 4 ± 1 у. о.; квасоля – 25 ± 4 у. о. і 7 ± 3 у. о.; сочевиця червона – 17 ± 4 у. о. і 3 ± 1 у. о., відповідно [50]. Крім того, включення бобових у раціон сприяє підвищенню загального відчуття насичення на 31,0 % [51].

Пептиди бобових мають антиоксидантні, антигіпертензивні, протидіабетичні властивості [52, 53].

На підставі проведеного аналізу опублікованих даних встановлено, що споживання бобових та їх популяризація сприятиме одержанню харчових продуктів із покращеною харчовою та біологічною цінністю, що детермінуватиме збереження та зміцнення здоров'я населення України. Але попри позитивний вплив споживання бобових на організм людини, їх популярність залишається дещо обмеженою через упереджене ставлення щодо наявності антинутрієнтів, тривалого процесу приготування, обмеженого асортименту страв.

До антинутрієнтів, які входять до складу бобових, належать: інгібітори ферментів [54] і трипсину [55], олігоцукриди [56], сапоніни, дубильні речовини (таніни) [57, 58], фітинова кислота [59, 60]. Зазначені речовини зменшують засвоєння білка, вітамінів, мінеральних речовин із бобових [54, 55, 58], викликають метеоризм, здуття [56]. Проте опубліковані дослідження свідчать про одночасний і позитивний вплив наявних антинутрієнтів [61]. Сапоніни виявляють антиоксидантну та антипроліферативну активність, знижують рівень холестерину, контролюють дієтичну гіперхолестеринемію [62], запобігають розвитку раку [63]. Крім біологічних властивостей, сапоніни виявляють поверхнево-активні властивості (ПАВ) [64]. Фітинова кислота має антиоксидантні, протипухлинні властивості, знижує рівень холестерину й цукру в крові [65]. Олігоцукриди характеризуються пребіотичними властивостями, що

підтверджено в науковій роботі [66], де виявлено їх антиоксидантні властивості та потенціал для розроблення синбіотиків.

Фізико-хімічні властивості та потенціал використання бобових у харчовій промисловості залежить від параметрів технологічного процесу їх оброблення, що свідчить про необхідність пошуку обґрунтованих наукових даних з цього напрямку.

Традиційний спосіб доведення бобових до кулінарної готовності складається з гідромеханічного та гідротермічного оброблення. На тривалість перебігу фізико-хімічних змін і технологічного процесу оброблення впливає товщина насіннєвої оболонки та розмір зерен, що залежить від виду, сорту бобових.

Клітинні стінки бобових складаються з целюлози, геміцелюлози, пектину, лігніну, а внутрішнє сім'ядоля – із крохмалю, білків, більшості наявних поживних речовин.

Гідромеханічне оброблення бобових необхідне для підвищення їх засвоєння організмом людини, зменшення вмісту антинутрієнтів, покращення органолептичних показників, зниження тривалості доведення до кулінарної готовності. Ураховуючи водорозчинну природу антинутрієнтів, використання попереднього гідромеханічного оброблення дозволяє істотно зменшити їх вміст. Під час гідромеханічного оброблення бобових вода проникає в міжклітинні стінки, відбувається процес їх набухання, завдяки чому знижується механічна міцність, збільшується маса, рівномірно розподіляється волога в середині насіння. Процес відбувається до досягнення рівноваги між концентраціями внутрішніх та зовнішніх розчинів. На початку замочування швидкість водопоглинання збільшена внаслідок заповнення вільних просторів через насіннєвий рубчик. Протягом перших годин замочування, залежно від виду бобових, досягається поглинання рідини до 90 % від загальної маси бобових. У разі підвищення температури замочування з 25 °C до 75 °C зменшується загальна

тривалість гідромеханічного оброблення, збільшуються твердість бобових і втрата сухих речовин, а саме сполук азоту, цукру, кальцію, магнію, водорозчинних вітамінів [13, 67, 68].

Під час гідротермічного оброблення відбувається деструкція клітинних стінок за рахунок гідролізу пектину та геміцелюлози, денатурації білків, клейстеризації крохмалю. Зазначені процеси супроводжуються додатковим поглинанням рідини клітинними стінками, можливим їх розривом і переходом внутрішнього складу бобових у варильне середовище. Денатурація призводить до зміни внутрішньоклітинних білків і клейстеризації крохмалю, який поглинає рідину та формує консистенцію термооброблених бобових. Крім того, під час клейстеризації крохмалю переходять у водний розчин полісахариди, що збільшує кількість водорозчинних речовин. Зазначені фізико-хімічні зміни під час гідротермічного оброблення бобових забезпечують процес дифузії водорозчинних речовин у водний розчин, який отримав назву «аквафаба». Використання аквафаби в харчовій промисловості набуває актуальності у зв'язку з підвищеним інтересом до її емульгувальних, піноутворювальних, загущувальних, гелеутворювальних властивостей.

Процес збільшення об'єму та маси бобових під час приготування називається «привар», який становить 110–130 % від початкової маси бобових. Завдяки цьому вони є економічно вигідною харчовою сировиною, особливо якщо порівнювати з джерелами тваринного білка, у яких після термічного оброблення спостерігається втрата об'єму та маси.

З огляду на хімічний склад, біологічний вплив і технологічні властивості бобових безсумнівно, що їх широке використання в харчовій промисловості є одним із напрямів трансформації промислового сектора. Однак вимоги сьогодення потребують комплексного перероблення бобових із супутньою рідиною, зокрема аквафабою. Відповідно до зазначеного доцільно розглянути

інформацію щодо технологічних властивостей аквафаби та напрямів її використання в харчовій промисловості.

Різновекторність реалізації потенціалу бобових в Україні на сьогодні полягає в їх експорті, використанні для сидерації, виробництва харчової продукції та кормів для сільськогосподарських тварин. Так, бобові використовуються під час виробництва сублімованих харчових продуктів для наборів військових чи звичайних сухих пайків, адже вони відповідають основам традиційної, кошерної, халяльної, вегетаріанської систем харчування. Відповідно [69] до норм харчування військовослужбовців Збройних Сил, інших військових формувань і Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації, поліцейських, осіб рядового, начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту споживання бобових включено в денний раціон у вигляді консервів м'ясо-рослинних, бобових натуральних і маринованих, концентратів брикетованих, готових до вживання других страв у реторт-упаковках. Крім того, використовуються окремі бобові фракції для одержання білкових ізолятів, борошна, крохмалю, екструдатів. Загалом напрям застосування бобових є досить широким, проте в харчовій промисловості цей потенціал залишається обмеженим, здебільшого сконцентрованим на виробництві консервної продукції. Зважаючи на хімічний склад та біологічну цінність, бобові могли б знайти більш широке застосування в інших сегментах харчової промисловості.

Бобові відіграють важливу роль у досягненні цілей сталого розвитку, адже мають біологічні, агроекологічні, економічні переваги, завдяки чому вони відповідають новим концепціям розвитку харчової промисловості. Однак, незважаючи на вищеперераховане, потенціал бобових не реалізований повною мірою, що зумовлює доцільність пошуку ефективних технологічних рішень.

1.2. Характеристика технологічних властивостей аквафаби та досвід її використання в харчових технологіях

На сьогодні спостерігається науковий та прикладний інтерес пошуку альтернативних джерел поверхнево-активних речовин (ПАР), що зумовлено потребою розширення номенклатури сировинних ресурсів, які відповідають актуальним етичним, екологічним та релігійним вимогам [15]. Одним із перспективних джерел є аквафаба – рідина, яка виявляє емульгувальні, піноутворювальні, загущувальні, гелеутворювальні властивості та утворюється в ході технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності.

Аквафаба має технологічні властивості, які залежать від хімічного та біологічного складу обраних бобових, що, у свою чергу, визначається умовами їх агропромислового вирощування. Крім того, технологічні властивості аквафаби пов'язані з концентрацією водорозчинних нутрієнтів, дифузія яких зумовлена параметрами технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності.

Дослідженню функціонально-технологічних властивостей аквафаби присвячено праці таких учених: О. О. Гринченко [10], В. А. Гнідєвич [11], А. В. Сачко [12], Youn Young Shim [13], Rana Mustafa [14], Mahmut Kilicli [15] та ін.

Дослідження [10, 70–73] свідчать, що до складу аквафаби входять білки, полісахаридно-білкові комплекси, розчинні та нерозчинні вуглеводи (олігосахариди, цукри, крохмаль, клітковина), фенольні сполуки. Загальна масова частка сухих речовин в аквафабі становить до 7,0 %, з яких кількісно переважають загальні вуглеводи, масова частка яких досягає 3,6 %, тоді як білків до 1,5 %, та золи до 0,5 %. Інші компоненти наявні в значно менших кількостях та ідентифіковані не в усіх дослідженнях. Загалом опубліковані дослідження хімічного складу аквафаби демонструють значну варіативність як кількісних, так і якісних показників, що зумовлено використанням різних видів бобових,

відмінними технологічними чинниками, зокрема наявністю або відсутністю гідромеханічного оброблення, вибором співвідношення бобові:вода, температурного режиму та тривалості гідротермічного оброблення.

Наявність у складі аквафаби ПАР зумовлює можливість її використання для одержання структурованих систем, у контексті чого доцільно розглянути її міжфазні властивості, а саме поверхневий натяг. Структуровані системи, як правило, є термодинамічно нестабільними через дестабілізаційний вплив високого поверхневого натягу. Так, наприклад, поверхневий натяг води питної приблизно 0,072 Н/м, тоді як жовтка яєчного – 0,044 Н/м [74], а білка яєчного – 0,050–0,055 Н/м (залежно від рН) [75], що зумовлено їх хімічним складом та завдяки чому яйця курячі широко використовуються в харчовій промисловості як емульгатори, стабілізатори, піноутворювачі. Натомість в аквафабі хімічний склад і відповідно поверхневий натяг залежать від низки технологічних чинників. Так, у праці [76] визначено, що аквафаба, одержана з консервованого нуту та доведена до масової частки білка 2,8–3,2 %, характеризується поверхневим натягом 0,042–0,044 Н/м. У дослідженні [77] визначено поверхневий натяг аквафаби нутової свіжозвареної. Установлено, що за співвідношення бобові:вода питна 1:1 вміст білка в аквафабі становить 0,64–0,76 г/100 г, а поверхневий натяг – 0,051–0,053 Н/м. За співвідношення бобові:вода питна 1:3 вміст білка знижується до 0,32–0,34 г/100 г, при цьому поверхневий натяг становить 0,050–0,052 Н/м.

У дослідженнях [78, 79] виявлено, що аквафаба містить біологічно активні сполуки, подібні до тих, що наявні в самих бобових. Незважаючи на їхню низьку концентрацію, ці сполуки демонструють антиоксидантні та протиракові властивості. Це свідчить про те, що завдяки процесу дифузії аквафаба зберігає водорозчинні речовини бобових, які позитивно впливають на організм людини. Проте підтвердження зазначених авторами ефектів вимагає додаткових досліджень *in vivo*.

У праці [80] запропоновано технологію одержання аквафаби з нуту, яка передбачає попереднє замочування зерен у воді питній протягом $16 \cdot 60^2$ с за співвідношення бобові:вода 1:3, подальше варіння регідратованого нуту в скороварці за температури 115–118 °С протягом 30·60 с за співвідношення бобові:вода 1:2, після чого нут залишали в аквафабі для охолодження на $6 \cdot 60^2$ с. Натомість у дослідженні [81] одержано аквафабу шляхом замочування нуту протягом $10 \cdot 60^2$ с, після чого регідратований нут варили 40·60 с за співвідношення бобові:вода 1:4, після завершення варіння аквафабу зливали. У праці [82] описано відмінну технологію одержання аквафаби, підготовлений нут замочували протягом 8·60 с за температури 4 °С у деіонізованій воді, після чого регідратоване зерно нуту варили 20·60 с за співвідношення бобові:вода 2:3 і зберігали в аквафабі протягом $24 \cdot 60^2$ с.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури свідчить про високий потенціал аквафаби в харчовій промисловості як інноваційного харчового продукту, який є джерелом ПАР. Незважаючи на зростання популярності аквафаби, залишається невирішеним питання стандартизації процесу її одержання, визначення необхідних параметрів для отримання бажаних технологічних властивостей, адже в межах проведеного огляду літератури визначено, що різними ученими використовувалися відмінні параметри одержання аквафаби, що унеможлиблює їх порівняння одне з одним, а лише дозволяє розробити концепцію щодо можливостей використання аквафаби.

Автори наукових робіт [70, 83] досліджували використання аквафаби, зливої з консервованих бобових. Проте через відмінні параметри технологічного процесу та рецептури консервування різними виробниками, а також незначний вихід аквафаби, використання цього виду аквафаби в харчовій промисловості є проблематичним.

Недостатня тривалість гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових негативно впливає не лише на органолептичні та фізико-хімічні

показники бобових, а й на аквафабу, зокрема на її вихід, вміст нутрієнтів та антинутрієнтів. Негідратовані бобові під час гідротермічного оброблення поглинають більшу кількість рідини, завдяки чому цей етап технологічного процесу розглядається не лише з метою зменшення тривалості оброблення самих бобових, але й для одержання більшої кількості аквафаби. Крім того, у праці [71] виявлено, що аквафаба без попереднього гідромеханічного оброблення демонструє нижчу піноутворювальну та емульгувальну здатність порівняно з аквафабою, одержаною з попередньо регідратованих бобових. Під час доведення бобових до кулінарної готовності з одночасним тривалим гідротермічним обробленням показники вмісту антинутрієнтів в аквафабі знижуються до $0,00 \pm 0,01$ %, адже змінюється їх гідролітична активність і біодоступність, що відповідає вищому вмісту білка в аквафабі [84].

Колір бобових впливає на органолептичні показники аквафаби та харчових продуктів з її використанням, адже різні види бобових містять у своєму складі рослинні пігменти, які під час технологічного оброблення бобових екстрагуються у водний розчин. Бобові темного забарвлення містять антоціани, зеленого – хлорофіл, червоно-жовтого – каротиноїди. Так, у праці [85] використана аквафаба термооброблених зерен жовтої сочевиці та нуту надала майонезу жовто-оранжевого кольору, посиливши його індекс жовтизни, при цьому за іншими органолептичними показниками розроблений продукт відповідав продукту-аналогу на основі яєць курячих. Проте залишається невирішеним питання реалізації або утилізації залишкового відвареного напівфабрикату – термооброблених зерен бобових.

Піноутворювальна здатність аквафаби зумовлена наявністю білка, сапонінів, завдяки чому аквафаба може широко використовуватися під час виробництва різноманітних борошняних кондитерських виробів. Однак високий вміст сапонінів негативно впливає на смакові властивості випечених виробів, що було підтверджено результатами досліджень у науковій роботі [86]. Визначено,

що висока концентрація сапонінів у зеленій сочевиці дифундувала і в саму аквафабу, що надало гіркого смаку випеченим виробам.

Авторами [87] досліджено потенціал піноутворювальної здатності аквафаби під час виробництва безе, яке мало схожі показники з продуктом-аналогом на основі яєчних білків. Проте залишилося невирішеним питання крихкості випечених виробів, оскільки утворений напівфабрикат не мав стійкості, ущільнювався під час випікання, що може бути пов'язане з недостатністю стійкості піків.

У праці [10] досліджено можливість використання аквафаби з нуту, квасолі, гороху жовтого розколотого, зеленої сочевиці в технології меренг. Виявлено, що найвищу піноутворювальну здатність мала аквафаба із зеленої сочевиці, а найвищі органолептичні показники демонструвала аквафаба з нуту та гороху. Проте необхідна оптимізація технологічних параметрів для забезпечення відтворюваності результатів у промислових умовах.

Ученими [88] встановлено, що випечений бісквіт на основі аквафаби характеризується відсутністю межі між скоринкою та м'якішом, більшою щільністю та масою, темнішим кольором виробу, ніж продукт-аналог, за рахунок реакції Маяра або карамелізації. При цьому зміна середовища аквафаби на кисле, додавання солі кухонної та ксантанової каміді дозволяли досягнути текстурних показників подібних до продукту-аналога на основі яєць курячих за рахунок зменшення розміру газових бульбашок в утвореній піні, збільшенню в'язкості, підвищенню загальної стабільності піни. Проте залишається невирішеним питання сприйняття споживачами розробленого бісквіта.

У праці [89] автори досліджували використання аквафаби під час виробництва вегетаріанських аналогів кисломолочної продукції. Аквафаба дозволила зменшити синерезис, підвищити життєздатність пребіотиків та водоутримну здатність, покращити текстурні характеристики порівняно з контрольними зразками, виявляючи гелеутворювальну властивість. Проте

залишається невирішеним питання варіабельності зразків продукції між собою, що вимагає стандартизації технологічного процесу для підвищення статистичної значущості отриманих результатів та відтворюваності показників.

Емульгувальні властивості аквафаби зумовлені взаємодією наявних у ній амфіфільних молекул, насамперед білків з іншими розчинними компонентами. Білки, що містяться в аквафабі, знижують поверхневий натяг між фазами, сприяючи формуванню однорідної емульсійної системи. Додатково вуглеводи та полісахариди в аквафабі підвищують в'язкість розчину, забезпечуючи структурно-механічну стабільність утворених емульсій. Посилити технологічні властивості аквафаби можна за умови додаткового оброблення, наприклад ультразвуком, високим тиском.

У наукових роботах [15, 90] аквафабу піддавали ультразвуковому обробленню різної потужності та тривалості, що дозволило покращити її функціонально-технологічні властивості, а саме піноутворювальну та емульгувальну здатність, стійкість утворених пін та емульсій. Проте залишається невирішеним питання впровадження цієї технології в промислове виробництво, а також економічної доцільності процесу з урахуванням енерговитрат і складності обладнання.

У праці [91] досліджено вплив високого тиску (227–573 МПа) на функціонально-технологічні властивості білків аквафаби сублімованої. Авторами виявлено покращення емульгувальної ємності, стійкості утворених емульсій та підвищення рівня засвоюваності білка за рахунок зменшення агрегатів білків, бета-листів. Проте зазначений спосіб не лише ускладнює технологічний процес створення продуктів на основі аквафаби, а й здорожчує його.

Використання різноманітних методів модифікації гідротермічного чи гідромеханічного оброблення бобових дозволяє впливати на технологічні властивості білків за рахунок зниження або підвищення їх гідрофільних

властивостей [92], але вимагає оптимізації технологічних параметрів для забезпечення відтворюваності результатів у промислових умовах.

Miray Büyüç, Ada Ata, Ahmet Yemenicioğlu запропонували технологію вегетаріанського аналога майонезу зі зниженим вмістом жиру на основі аквафаби. Технологія передбачає використання 60,0 % олії, 33,0 % аквафаби, зливої з нуту консервованого, 4,0 % оцту виноградного, 1,0 % пектину, 1,0 % екстракту виноградних кісточок, 0,5 % солі кухонної, 0,5 % цукру. Дослідження показали, що комбінація пектину, екстракту виноградних кісточок із білками, що містяться в аквафабі, забезпечила високу антиоксидантну здатність та досягнення текстурних і реологічних показників, подібних до майонезу з 80,0 % вмістом жиру. Проте екстракт виноградних кісточок вплинув на органолептичні показники продукту, надаючи йому коричнево-червоний колір [93].

У науковій роботі [94] запропоновано технологію високожирного майонезу, яка передбачала використання 70,0–80,0 % олії ріпакової, 15,0–25,0 %, аквафаби, зливої з нуту консервованого, 4,0 % оцту винного білого, 0,5 % цукру та 0,5 % солі кухонної. Визначено, що більша масова частка жиру відповідала вищим значенням твердості та в'язкості досліджуваних зразків майонезу, при цьому органолептичні показники залишалися подібними між зразками.

У працях [10, 95] використано емульгувальні властивості аквафаби консервованої з нуту або горошку в технології майонезу вегетаріанського. Розроблений авторами продукт мав схожі органолептичні та реологічні показники з продуктом-аналогом на основі яєць курячих. Однак у наведеному дослідженні використано аквафабу з бобових консервованих, що ставить під сумнів можливість реалізації технології в промисловому масштабі.

Необхідно відзначити, що серед існуючих технологій харчових продуктів, у яких використано технологічний потенціал аквафаби, переважають ті, що ґрунтуються саме на піноутворювальних властивостях. Водночас емульгувальні властивості аквафаби здебільшого реалізовано в технології вегетаріанських

аналогів майонезів і соусів. Таким чином, науковий напрям дослідження емульгувальних властивостей аквафаби та розроблення технологій, які дозволять їх практично реалізувати, є актуальним.

Проаналізовані опубліковані дані свідчать про те, що під час гідротермічного оброблення бобових у водний розчин дифундують водорозчинні нутрієнти, які визначають функціонально-технологічні властивості аквафаби. Наявні технології харчової продукції на основі аквафаби здебільшого зосереджені на реалізації її функціонально-технологічних властивостей і не передбачають включення в рецептурний склад термооброблених бобових, перетворюючи їх у надлишковий напівфабрикат, що вимагає пошуку додаткових технологічних шляхів для їх використання. Це суперечить принципам сталого виробництва, оскільки запропоновані технології лише змінюють фокус уваги з одного напівфабрикату на інший, без досягнення комплексного технологічного процесу перероблення як бобових, так і утвореної аквафаби. Тому необхідно розробити харчову продукцію, де в єдиному технологічному потоці буде реалізовано технологічний потенціал усіх утворених напівфабрикатів. У цьому контексті одним із напрямів практичної реалізації принципів сталого виробництва є харчова продукція на основі бобових, структура якої може досягатися завдяки використанню емульгувальних властивостей аквафаби, проте це потребує детального розгляду теоретичних та практичних аспектів виробництва такої продукції.

1.3. Теоретичні та практичні аспекти виробництва харчової продукції з гетерогенною структурою

Серед представлених на ринку харчових продуктів значний відсоток становлять продукти з гетерогенною структурою, наприклад соуси, салатні заправки, хумуси, бутербродні закуски, морозиво, термостабільні начинки.

Використання гетерогенних систем у харчовій промисловості забезпечує досягнення необхідних технологічних характеристик, органолептичних показників харчової продукції, дозволяє інкапсулювати біологічно активні речовини та пролонгувати термін придатності.

Гетерогенні системи складаються з кількох фаз, між якими існує виражена поверхня розподілу, що зумовлює їх термодинамічну нестійкість та наявність значної поверхневої енергії. Для стабілізації таких систем під час їх виробництва використовуються ПАР. Зазначені системи класифікують за розмірами частинок, що їх утворюють. Так піни, емульсії, суспензії залежно від розміру частинок можуть належати як до грубодисперсних систем, так і мікрогетерогенних.

Дослідження гетерогенних систем у харчовій промисловості відображено в працях вітчизняних учених: П. П. Пивоварова [96], О. О. Гринченко [10, 96, 97], П. В. Гурського [96], С. М. Губського [10], А. Б. Горальчука [97], В. М. Пасічного [98] та закордонних учених D. J. McClements [99], W. Shen [100], Gerald Muschiolik [101], Xin Qiao [102], César Burgos-Díaz [103], Shahin Roohinejad [104].

Визначений актуальний напрям дослідження, що охоплює реалізацію як термооброблених бобових, так і функціонально-технологічних властивостей аквафаби в межах єдиного технологічного процесу, указує на утворення гетерогенної структури кінцевого харчового продукту. Досягнення високих органолептичних показників та споживчої привабливості продукту можливе шляхом утворення стабільної гетерогенної системи, за рахунок введення термооброблених та подрібнених зерен бобових в емульсійну систему на основі аквафаби. Зазначений підхід забезпечить однорідність продукту та рівномірне розподілення рецептурних компонентів у системі.

Прикладні аспекти утворення емульсійних систем передбачають урахування різноманітних чинників, зокрема співвідношення дисперсної фази та дисперсійного середовища, технологічних умов емульгування (температури, технічних характеристик використаного обладнання для емульгування),

використаного емульгатора та стабілізатора. З огляду на складність формування та забезпечення стабільності емульсійних систем доцільно висвітлити теоретичні та практичні аспекти, що лежать в основі їх виробництва.

За структурою емульсійні системи поділяються на прості та складні. До простих емульсій належать емульсії типу «жир у воді» та «вода в жирі», тоді як до складних – множинні (подвійні), багатошарові, Пікерінга та гелеві емульсії. Крім зазначеного, емульсії поділяються за концентрацією дисперсної фази, а саме розбавлені (до 0,1 %), концентровані (до 74,0 %) та висококонцентровані (більше 74,0 %). Залежно від діаметра крапель дисперсної фази емульсії поділяють на макро- (0,5–100,0 мкм), мікро- (5,0–100,0 нм) та наноемульсії (менше 100,0 нм).

Основною проблемою використання емульсійних систем залишається їх термодинамічна нестабільність, у зв'язку з чим застосовуються емульгатори (ПАР) – амфіфільні молекули, які за рахунок наявності гідрофільних і гідрофобних фрагментів у своїй структурі можуть адсорбуватися на межі фаз «вода–жир», що знижує поверхневий натяг та призводить до легкого диспергування крапель однієї фази в іншій. Загалом емульгатори класифікують за природою походження (натуральні та синтетичні), молекулярною масою, значенням гідрофільно-ліпофільного балансу, що дозволяє обрати емульгатор залежно від специфічних технологічних вимог до стабільності харчового продукту. Під час вибору емульгатора необхідно враховувати його тип, концентрацію, економічну доцільність, сумісність з іншими рецептурними компонентами, іонну силу, рН, температуру, в'язкість системи, термін придатності та інші технологічні чинники [105].

Разом з утворенням емульсій важливим є забезпечення кінетичної та агрегативної стійкості, у зв'язку з чим використовують стабілізатори. Досить часто дія стабілізаторів спрямована як на утворення адсорбційних шарів, які формуватимуть фізичний бар'єр, що перешкоджатиме коалесценції дисперсної

фази, так і на підвищення в'язкості, що сповільнюватиме стікання жирової фази по каналах Плато-Гіббса під дією капілярних сил чи гравітації. Крім зазначеного, стабілізатори дозволяють досягнути бажаних текстурних та органолептичних показників кінцевих харчових продуктів. Зниження стійкості емульсій може бути зумовлене перебігом фізичних та хімічних процесів в утворених системах. До фізичних належать коалесценція, флокуляція, седиментація, інверсія фаз та оствальдівське визрівання; до хімічних – окиснення ліпідів та гідроліз. Вибір стабілізаторів ґрунтується на тих самих аспектах, що й емульгаторів.

Сучасні тенденції в харчовій промисловості вказують на появу як наукового, так і економічного інтересу до зменшення використання традиційних емульгаторів та стабілізаторів на користь харчової сировини, що містить сполуки з властивостями ПАР. Відповідно дослідження альтернативних джерел ПАР, зокрема таких, як аквафаба, набуває особливої актуальності. Крім зазначеного, аквафаба цікава з погляду досягнення принципів відповідального споживання та виробництва. Її застосування в харчовій промисловості дозволяє залучити до виробництва ресурси, що залишаються поза основним виробничим потоком перероблення бобових.

1.4. Огляд ринку закусок овочевих та перспективи його розвитку

У межах постіндустріальної трансформації побуту спостерігається стійка тенденція до делегування рутинних завдань, зокрема приготування їжі, на користь готових рішень, що зумовлює зростання попиту на харчові продукти промислового виробництва. Готова до споживання продукція дедалі частіше розглядається як інструмент оптимізації повсякденного життя, що дозволяє заощаджувати час і ресурси в умовах динамічного ритму життя. У цьому контексті особливої актуальності набувають закуски – сегмент продуктів, який дозволяє швидко втамовувати голод. На сьогодні закуски можна умовно поділити

на ті, що поширені в закладах ресторанної індустрії, та закуски промислового виробництва з тривалим терміном придатності. До першої групи належать страви, що відзначаються рецептурною варіативністю, креативним поєднанням інгредієнтів і високим рівнем естетичного оформлення, проте орієнтовані на індивідуальне приготування. Натомість закуски промислового виробництва повністю адаптовані до сучасних умов життя, готові до споживання, зручні для транспортування та зберігання.

Згідно з результатами дослідження [106] глобальних тенденцій на ринку перекусів промислового виробництва, проведеного компанією Mondelez International у 2021 році, більшість споживачів висловила думку, що вибір перекусів має відповідати таким критеріям, як відсутність глютену, натуральність, низький вміст моно- та дисахаридів, підтримка здоров'я, високий вміст білка, вітамінів, клітковини та зміцнення імунітету. У відповідь на зміни в купівельних звичках на ринку з'являються нові пропозиції, орієнтовані на вищезазначені критерії. Вони включають сублімовані чи сушені овочі та фрукти, білково-злакові та фруктові батончики, джерки (дегідровані шматочки м'яса, риби), натуральні горіхи й насіння, що є альтернативою традиційним снекам, таким як чіпси, сухарики, шоколад, цукерки та батончики.

Серед основних трендів останніх років у харчовій промисловості необхідно виділити рослинні харчові продукти. Це підтверджено опублікованою аналітикою ринку харчових продуктів. Зокрема, прогнозується середньорічне зростання сегмента продуктів рослинного походження на рівні 12,2 % CAGR до 2033 року [107], а конкретно сегменту закусок овочевих – 4,8 % CAGR до 2031 року [108]. Цей сегмент харчових продуктів є важливим не лише для досягнення практичної реалізації принципів здорового харчування населенням, а й для задоволення споживчих потреб зростаючого відсотка споживачів, які дотримуються певних моделей харчування, пов'язаних із релігійними, етичними переконаннями, віковими чи фінансовими обмеженнями. Крім того,

масштабування виробництва закусок овочевих можливо розглядати і як частину глобальної стратегії продовольчої безпеки, спрямованої на зменшення агропромислових втрат, розширення асортименту переробленої продукції фермерських господарств, зниження техногенного навантаження на довкілля. Проте одним з основних обмежень закусок овочевих є відсутність у них достатнього вмісту білка. Зазначене можна вирішити шляхом інтеграції до складу закусок джерел рослинного білка, зокрема бобових, що сприятиме збалансуванню нутрієнтного складу та підвищенню їхньої поживної цінності.

Клопотенко Є. В. розробив спосіб приготування закуски горохової [109], який передбачає обсмажування у фритюрі попередньо термооброблений та обсушений горох протягом (3–5)·60 с за температури 170–180 °С. Після обсмажування видаляють надлишок жиру та додають сіль кухонну й копчену паприку. Однак, незважаючи на те, що цю закуску можливо розглядати як аналог традиційним чіпсам чи сухарикам, загалом запропонована технологія призводить до одержання харчового продукту з високою калорійністю та значним вмістом жиру, що відповідно обмежує її споживання в рамках дотримання принципів здорового харчування.

Большакова В. А. розробила технологію паст емульсійного типу з використанням зерен гороху [110]. Вона передбачає одержання емульсійних систем за рахунок використання екструдованих зерен гороху, карбоксиметилцелюлози, концентрату сироваткового білка, одержаного методом ультрафільтрації. Проте використання екструзійного оброблення зерен гороху ставить під сумнів економічну ефективність цієї технології, а наявність джерел тваринного білка в рецептурному складі обмежує споживання паст певними категоріями споживачів.

У праці [8] запропоновано використання горохового борошна для виробництва снєків шляхом екструзійного оброблення та азоту як фізичного спінювача. Застосування азоту дозволяє варіювати фізичні, структурно-

механічні властивості екструдатів. Цей метод розширює потенціал реалізації бобових у харчовій промисловості, проте залишається проблема дороговартості технології, варіабельності пошуку оптимальних технічних параметрів, можливих втрат наявних у горохові нутрієнтів.

У наукових роботах [6, 111] доведено можливість використання борошна бобових у технології виробництва чіпсів, що покращує хімічний склад одержаних закусок, підвищуючи в них вміст білка, клітковини, що має позитивний біологічний вплив на організм. При цьому залишилося невирішеним питання, пов'язане із зміною органолептичних показників, особливо смаку та забарвлення.

У патенті на корисну модель [112, 113] авторами розроблено технологію закуски, що є сумішшю, до складу якої входять зерна термообробленої квасолі, морква та цибуля пасеровані, перець болгарський червоний, очищені волоські горіхи, томатопродукти, сіль кухонна, суміш пряно-ароматична. Натомість у патенті на корисну модель закуски вегетаріанської [114, 115] також розроблено технологію закуски, що передбачає об'єднання всіх рецептурних компонентів, а саме зерна термообробленої квасолі, нуту та сочевиці, зелені, часнику, пасти томатної, олії соняшnikової, води питної, солі, прянощів. Проте обидві запатентовані технології належать до консервного виробництва, що може обмежити їх популярність серед споживачів. Продукт у вигляді суміші бобових термооброблених не є зручним для споживання як самостійного продукту, і, ймовірно, використовуватиметься переважно як гарнір або складова інших страв.

Матко С. В. розроблено технологію закуски [116] на основі квасолі. Вона передбачає бланшування зерен квасолі регідратованої з наступним її протиранням до однорідної маси з додаванням подрібнених горіхів волоських, пасти томатної, відвару квасолевого. Готову суміш прогрівають $(10-15) \cdot 60$ с за температури $80-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом $(10-15) \cdot 60$ с, у кінці додають подрібнений часник. Натомість у патенті [117] запропоновано технологію закуски з тривалим терміном придатності на основі квасолі. Для цього в пастоподібну суміш, до

складу якої входять квасоля бланшована та подрібнена, горіхи волоські, зелень, перець чорний і паста томатна, додають консервант та піддають шоковому заморожуванню.

Загалом пошук через інформаційну систему УКРНОІВІ виявив обмежену кількість патентів на корисні моделі, що стосуються технологій закусок з використанням бобових.

З огляду на зростаючу популярність перекусів і постійний пошук споживачами поживних та смачних пропозицій, закуски з гетерогенною структурою стають дедалі привабливішими для широкої аудиторії. Вони мають приємну, ніжну текстуру, часто є універсальними, зручними у використанні, підходять як для швидкого перекусу, так і для приготування на їх основі страв. Основний асортимент закусок з гетерогенною структурою в Україні представлений закусками вітчизняного чи іноземного виробництва на основі тваринних джерел білка. При цьому закуски на основі лише джерел рослинного білка представлені переважно хумусами, що вказує на потенціал зростання цього сегмента товарів. Гетерогенна, пастоподібна структура хумуса досягається за рахунок термооброблених та подрібнених зерен нуту та не локальної для України сировини – кунжуту [118].

Незважаючи на загальну динаміку зростання сегмента закусок, які відповідають принципам здорового харчування, саме категорія закусок овочевих з гетерогенною структурою лишається недостатньо розвиненою. Це є перспективною нішою для розроблення інноваційних харчових продуктів, які б поєднували високу харчову цінність, зручність споживання, відповідність сучасним дієтичним уподобанням і принципам сталого виробництва. Одним з ефективних рішень у зазначеному контексті є розроблення технології закусок із гетерогенною структурою на основі овочевої сировини та супутніх напівфабрикатів виробництва, зокрема аквафаби, яка має функціонально-технологічні властивості.

У харчовій промисловості технологічний потенціал бобових залишається недостатньо реалізованим, оскільки переважно використовуються лише їх окремі фракції для одержання білкових ізолятів, борошна, крохмалю, екструдатів. Такий вузькоспрямований підхід обмежує можливість комплексного використання бобових як продовольчої сировини, здатної забезпечити створення харчових продуктів із заданими властивостями. Комплексна реалізація технологічного потенціалу бобових сприятиме виробництву інноваційної продукції, що відповідає сучасним споживчим запитам та принципам сталого виробництва. Однак практичне впровадження принципів сталого виробництва в технологічному потоці оброблення бобових залишається актуальним питанням, зокрема через утворення супутніх напівфабрикатів та необхідність пошуку ефективних методів їх валоризації. Одним із таких напівфабрикатів є аквафаба, яка утворюється під час гідротермічного оброблення бобових. Її хімічний склад характеризується наявністю ПАР, що зумовлює нові можливості використання аквафаби в харчовій промисловості за рахунок реалізації її функціонально-технологічних властивостей. Таким чином, розроблення технології харчової продукції, до складу якої входитимуть і бобові відварені, і аквафаба, що утворюються в ході єдиного технологічного процесу, дозволить реалізувати принципи еко-ефективного виробництва. Це забезпечить не лише ефективне використання наявних ресурсів та зменшення виробничих втрат, а й відповідатиме досягненню цілей сталого розвитку шляхом зниження екологічного сліду та забезпечення високих органолептичних показників кінцевих продуктів.

Висновки за розділом 1

1. Аналіз наукової літератури дозволив визначити, що виробництво харчової продукції має відповідати принципам сталого розвитку, зокрема через переосмислення підходів до переробки продовольчої сировини, що є актуальним

завданням сьогодення. У цьому контексті особливу увагу привертають бобові, які виконують роль природного добрива, характеризуються високим вмістом нутрієнтів, зокрема білка (16,9–28,6 г/100 г), ліпідів (0,6–6,6 г/100 г), вуглеводів (43,97–63,4 г/100 г), клітковини (2,5–20,3 г/100 г), вітамінів, мінералів. Вони мають тривалий термін зберігання та біологічну варіативність. Під час технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності у варильне середовище дифундують ПАР, чим обумовлено функціонально-технологічні властивості аквафаби, завдяки чому можлива ревіталізація бобових у харчовій промисловості.

2. Існуючі технологічні рішення реалізації потенціалу аквафаби не включають використання зерен бобових термооброблених, перетворюючи їх у надлишковий напівфабрикат. Тому доцільне розроблення технології харчової продукції, яка дозволить у межах єдиного технологічного процесу залучити як бобові термооброблені, так і аквафабу.

3. Розглянуто наукові та практичні основи утворення й забезпечення технологічної стійкості гетерогенних систем. Установлено, що відбувається зміна фокусу уваги від традиційних стабілізаторів та емульгаторів на користь харчової сировини, яка має подібні властивості та може слугувати їх природною альтернативою, що додатково обґрунтовує доцільність реалізації емульгувальних властивостей аквафаби під час виробництва харчової продукції.

4. Визначено, що постіндустріальна трансформація побуту призвела до популярності сегмента харчових продуктів промислового виробництва. Проте виявлено, що, незважаючи на глобальні споживчі тренди та аграрний потенціал України, на ринку харчових продуктів промислового виробництва представлено обмежений асортимент закусок овочевих з гетерогенною структурою, що зумовлює актуальність дослідження з цього напрямку.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У цьому розділі наведено програму теоретичних та експериментальних досліджень із розроблення технології закусоч овочевих з гетерогенною структурою; визначено предмет, матеріали та методи дослідження; розглянуто аналітичні, фізичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, сенсорні методи аналізу напівфабрикатів та готових закусоч; математичні методи оброблення результатів досліджень; наведено опис методів визначення показників якості та безпечності готової продукції.

2.1. Організація, об’єкт, предмет, матеріали дослідження

Теоретичні та експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи виконувалися в науково-дослідній лабораторії «Food Research and Development Lab» кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Державного біотехнологічного університету. Реологічні та мікроструктурні дослідження виконувалися в лабораторії кафедри хімії та експертизи харчової продукції Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича та центрі колективного користування науковим обладнанням «Лабораторія біобезпеки, якості харчової продукції та безпеки харчування» на базі Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій, інфрачервону спектроскопію з перетворенням Фур’є зразків аквафаби проводили в центрі колективного користування інфрачервоним Фур’є-спектрометром Інституту геотехнічної механіки ім. Н. С. Полякова НАН України.

Розроблено план теоретичних, експериментальних досліджень, який наведено на рис. 2.1.

Дослідження проводилося за такими основними етапами:

1. Аналіз вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури, інтернет-ресурсів, патентів. Визначення об'єкта, предмета, матеріалів та методів дослідження.

2. Наукове та експериментальне обґрунтування технологічних параметрів одержання емульсійних систем на основі аквафаби.

3. Дослідження фізичних, фізико-хімічних, структурно-механічних показників овочевої сировини, як складових закусок овочевих. Розроблення рецептурного складу та технологічної схеми виробництва закусок овочевих.

4. Дослідження показників якості та безпечності закусок овочевих, обґрунтування умов і терміну їх зберігання, дослідження реологічних показників протягом зберігання.

5. Практична реалізація розробленої технології. У межах цього етапу здійснено перевірку можливості реалізації технології у виробничих умовах.



Рис. 2.1. Схема проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Об'єкт дослідження – технологія закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби (надалі – технологія закусок овочевих).

Предметом дослідження дисертаційної роботи є:

- зерна бобових, а саме нуту, квасолі, гороху, сочевиці (надалі – бобові, або найменування окремих видів бобових);
- аквафаба, одержана після гідротермічного оброблення регідратованих бобових;
- емульсійні системи (ЕС);
- закуски овочеві.

Вихідною сировиною для проведення дослідження взято бобові 2022–2024 року врожаю, вирощені в континентальному помірному кліматі. Використано: нут (тип «Кабулі», сорт «Розанна», регіон вирощування – Полтавська область, Україна), квасолі білу (сорт «Мавка», регіон вирощування – Київська область, Україна), крупу горохову розколоту (сорт «Девіз», регіон вирощування – Одеська область, Україна), сочевицю червону (сорт «Канадка», регіон вирощування – Одеська область, Україна). Більш детально інформацію розкрито в [119].

Під час дослідження використано стабілізатори, а саме прежелатинізований хімічно модифікований крохмаль очищений із воскової кукурудзи «ULTRA-TEX 2131» виробництва фірми «Ingredion» (надалі – крохмаль прежелатинізований), ксантанову камідь Ziboxan F200 виробництва фірми «Deosen Biochemical (Ordos) Ltd.» (надалі – ксантанова камідь) [119].

Сировина та матеріали, використані під час проведення дослідження, відповідали вимогам чинної в Україні нормативної документації щодо показників якості та безпечності.

Бобові термооброблені та аквафабу отримували основним способом або під тиском. Бобові перебирали, пошкоджені зерна видаляли, залишаючи візуально однакові за розміром і формою.

Гідромеханічне обробляння здійснювали таким чином. Підготовлені бобові замочували у воді питній протягом $(1,5-8,0) \cdot 60^2$ с за температури 15–18 °С.

Гідротермічне обробляння регідратованих бобових здійснювали двома способами. Перший спосіб гідротермічного обробляння (основний) полягав у використанні наплитного посуду та варильної поверхні, приготуванні бобових за температури 98–100 °С протягом $(5-70) \cdot 60$ с. Другий спосіб – у приготуванні бобових під тиском з використанням скороварки за температури 119–121 °С протягом $(4-30) \cdot 60$ с.

Досліджувані зразки ЕС отримували у два етапи. Спочатку жир диспергували в аквафабі за швидкості 25 с^{-1} протягом $(2,0-2,5) \cdot 60$ с. На другому етапі для стабілізації утвореної емульсії вводили суспензію одержану шляхом диспергування стабілізатора (ксантанової каміді або крохмалю прежелатинізованого) із жиром у співвідношенні 1:10 протягом $(1,0-2,0) \cdot 60$ с. Введення суспензії здійснювали за швидкості 50 с^{-1} протягом $(1,0-1,5) \cdot 60$ с.

2.2. Методи дослідження

Відбір проб і підготовку до лабораторних аналізів фізико-хімічних показників бобових та овочів здійснювали згідно з ДСТУ 7040:2009 [120].

Масову частку сухих речовин в аквафабі ($W_{s.s.}$) визначали рефрактометричним методом згідно з ДСТУ 8402:2015 [121] на автоматичному рефрактометрі Abbemat 200, на програмі Brix.

Масову частку сухих речовин у зразках овочів відварених подрібнених визначали на аналізаторі вологи ЕМ120-HR. Вимірювання проводили 1 г зразка за температури 105 °С протягом 25·60 с.

Масу сухих речовин бобових ($m_{s.s.}$) визначали шляхом висушування 1 г зразка подрібненої сировини в аналізаторі вологи Radwag MA 50/C/1 за температури 105 °С до постійної маси [122].

Вологовміст бобових визначали за формулою [123]:

$$w = \frac{m_w}{m_{s.s.}} \cdot 100 \%, \quad (2.1)$$

де w – поточний вологовміст, %;

m_w – поточна маса системної води, яку утримують зерна бобових, кг;

$m_{s.s.}$ – маса сухих речовин зерен бобових, кг.

Ураховуючи використання вдосконалених підходів до методів аналізу вологовмісту зерен бобових, застосовано поняття «системна вода», суть якого висвітлено в праці [124].

Поточну масу системної води (m_w) визначали як різницю між значенням поточної маси зерен бобових ($m_{r.m.}$) та масовою часткою сухих речовин, які утримують зерна бобових:

$$m_w = m_{r.m.} - m_{s.s.}, \quad (2.2)$$

де m_w – поточна маса системної води;

$m_{r.m.}$ – поточна маса бобових;

$m_{s.s.}$ – масова частка сухих речовин, яку утримують бобові.

Отримані експериментальні точки апроксимували функцією вигляду:

$$f_{wi}(\tau) = a_{wi} - e^{b_{wi} + c_{wi} \cdot \tau}, \quad (2.3)$$

де $f_{wi}(\tau)$ – функція апроксимації, яка залежить від параметра τ ;

a_{wi} , b_{wi} , c_{wi} – апроксимаційні коефіцієнти.

Із застосуванням отриманої математичної моделі (2.3) для кожного виду зерен бобових одержували масив даних, який містив значення поточного вологовмісту сировини за різної тривалості її гідромеханічного оброблення в діапазоні (0–840)·60 с. Дискретність значень тривалості оброблення, для якої проводили розрахунок значень поточного вологовмісту, становила 10·60 с. Із вихідного масиву виділяли підмасив, починаючи зі значення вологовмісту, який відповідає максимальній тривалості гідромеханічного оброблення. Потім,

додаючи до підмасиву почергово у зворотному порядку точки із основного масиву, проводили апроксимацію значень поточного вологовмісту із отриманого підмасиву. Апроксимаційна функція при цьому є лінійною функцією вигляду:

$$f(\tau) = a + b \cdot \tau, \quad (2.4)$$

де $f(\tau)$ – функція залежності досліджуваної величини від параметра τ ;
а та b – апроксимаційні коефіцієнти.

Для оцінки кореляційного зв'язку між даними, що підлягають апроксимаційному обробленню та функцією (2.4) знаходили коефіцієнт кореляції Пірсона, за формулою [124]:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}, \quad (2.5)$$

де r – коефіцієнт кореляції;
 x – значення змінної x у вибірці;
 $\bar{x}$ – середнє значення змінної x ;
 y – значення змінної y у вибірці;
 $\bar{y}$ – середнє значення змінної y .

Апроксимацію експериментальних даних, що є масовою часткою сухих речовин в аквафабі, проводили з використанням фізико-математичної моделі Пелега [125]. Для моделі Пелега математичний вираз мав вигляд:

$$W_{s.s.}(\tau) = \frac{\tau}{K_1 + K_2 \cdot \tau}, \quad (2.6)$$

де $W_{s.s.}(\tau)$ – вміст сухих речовин в аквафабі, %;
 τ – тривалість гідротермічного оброблення, хв;
 K_1 та K_2 – константи Пелега, %/хв та % відповідно.

Значення рН харчових систем вимірювали за стандартною методикою, шляхом занурення електродів рН-метра іонометра в суміш за температури 19,5–20,5 °С.

Якісний хімічний складу зразків аквафаби визначали шляхом використання інфрачервоної спектроскопії. Інфрачервоні спектри реєструвалися в середньому інфрачервоному діапазоні ($500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$) з розширенням 6 см^{-1} на ІК-Фур'є (FTIR) спектрометрі Nicolet iS10, американської фірми «Thermo Scientific». Використовувався метод одноразового порушеного повного внутрішнього відображення (ATR) на Smart-приставці Golden Gate з алмазним кристалом, що підігрівався. До отриманих ІКС застосовували просунуте ATR-перетворення з показником заломлення 1,33 та корекцію базової лінії. Досліджувані зразки аквафаби наносили на поверхню нагрітого кристала до $49\text{--}51\text{ }^{\circ}\text{C}$ у вигляді краплі. Протягом $10\text{--}60\text{ с}$ аквафаба повністю випаровувалася до повного зникнення меніска. Досліджувані зразки аквафаби добре змочували поверхню з крайовим кутом $\theta < 90^{\circ}$ і під час висихання утворювалася рівномірна плівка на поверхні алмазу. Щільне прилягання плівки створювало необхідну умову отримання якісних інфрачервоних спектрів досліджуваних зразків аквафаби.

Емульгувальну ємність визначали за точкою інверсії фаз як максимальну кількість жиру, емульгованого в досліджуваному розчині до настання інверсії фаз. У хімічну склянку місткістю 100 см^3 уміщували зразок аквафаби об'ємом 10 см^3 , а потім за допомогою лійки ділильної вводили жир зі швидкістю $78\text{--}80$ крапель/ $\times 60\text{ с}$ до настання інверсії фаз, тобто переходу емульсії жир–вода (O/V) в емульсію вода–жир (V/O). Об'єм жиру (см^3), що вилився з лійки, відповідав значенню точки інверсії фаз. Емульгування здійснювали на лабораторному емульсітаторі зі швидкістю обертів вала. Тип емульсії визначали методом розведення [126].

Стійкість емульсій визначали, фіксуючи об'єми фаз, які відділилися після центрифугування зі швидкістю обертання ротора 25 с^{-1} протягом $5\text{--}60\text{ с}$. Потім зразок поміщали на водяну баню за температури $80\text{--}85\text{ }^{\circ}\text{C}$, витримували впродовж $3\text{--}60\text{ с}$, охолоджували та знову центрифугували протягом $5\text{--}60\text{ с}$ [126].

Величину кінетичної стійкості емульсії визначали як відношення об'єму водної фази, що відділилася після центрифугування, до загального об'єму емульсії за формулою [126]:

$$C_{\text{кін.}} = \frac{V_{\text{в.ф.}}}{V_{\text{ем}}} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де $C_{\text{кін.}}$ – кінетична стійкість, %;

$V_{\text{в.ф.}}$ – об'єм водної фази, що відділилася, см^3 ;

$V_{\text{ем}}$ – об'єм емульсії, см^3 .

Агрегативну стійкість ЕС визначали як відношення об'єму жирової фази, що відділилася після центрифугування, до загального об'єму емульсії за формулою [126]:

$$C_{\text{агр.}} = \frac{V_{\text{ж.ф.}}}{V_{\text{ем}}} \cdot 100, \quad (2.8)$$

де $C_{\text{агр.}}$ – агрегативна стійкість, %;

$V_{\text{ж.ф.}}$ – об'єм жирової фази, що відділилася, см^3 ;

$V_{\text{ем.}}$ – об'єм емульсії, см^3 .

Загальну стійкість емульсій визначали як відношення незруйнованої емульсії, яка збереглася після центрифугування, до загального її об'єму за формулою [126]:

$$C_{\text{заг.}} = \frac{V_{\text{н.ем.}}}{V_{\text{ем.}}} \cdot 100, \quad (2.9)$$

де $C_{\text{заг.}}$ – загальна стійкість емульсії, %;

$V_{\text{н.ем.}}$ – об'єм незруйнованої емульсії після центрифугування, см^3 ;

$V_{\text{ем.}}$ – об'єм незруйнованої емульсії до центрифугування, см^3 .

Масову частку білка в зразках аквафаби кількісно визначали за допомогою спектрометрії. УФ-поглинання вимірювали за 540 нм на спектрометрі UV-1200. Як контрольний білок використовували бичачий сироватковий альбумін [127].

Масову частку крохмалю в аквафабі визначали поляриметричним методом згідно з ДСТУ 4953 [128].

Дослідження реологічних показників ЕС під час зсуву проводили на ротаційному віскозиметрі Visco QC 300R з концентричною циліндричною геометрією CC12 та лопатевими шпинделями відповідно. Аналіз сталого зсуву проводили в діапазоні швидкості зсуву $0,1\text{--}100,0\text{ с}^{-1}$ протягом 120 с за температури $19\text{--}21\text{ }^{\circ}\text{C}$, що підтримували термостатом Peltier PTD 175. Для апроксимації отриманих експериментальних даних обрали степеневу та Гершеля-Балклі моделі [52].

Для характеристики залежності між напругою зсуву та швидкістю зсуву використали степеневу модель описану рівнянням вигляду [96]:

$$\tau = K \cdot \gamma^n, \quad (2.10)$$

де τ – напруга зсуву, Па;

K – коефіцієнт консистенції, $\text{Па}\cdot\text{с}^n$;

γ – швидкість зсуву, с^{-1} ;

n – індекс поведінки потоку (плину).

Для опису залежності між напругою зсуву та швидкістю зсуву використали модель Гершеля-Балклі, застосовуючи рівняння вигляду [96]:

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \gamma^n, \quad (2.11)$$

де τ – напруга зсуву, Па;

τ_0 – граничне напруження зсуву, Па;

γ – швидкість зсуву, с^{-1} ;

K – коефіцієнт консистенції, $\text{Па}\cdot\text{с}^n$;

n – індекс поведінки потоку (плину).

Розмір частинок зразків аквафаби та ЕС на її основі вимірювали за допомогою лазерної дифракції на аналізаторі розмірів частинок PSA 1190 у діапазоні $0,1\text{--}2500\text{ мкм}$. Емульсію розводили у воді ($\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) у співвідношенні приблизно $1/100$ від їх початкової концентрації, для запобігання можливих ефектів багаторазового розсіювання. Підготовлений зразок порціями додавали до

вимірювальної комірки, щоб отримати необхідний ступінь заповнення поля зору. Усі вимірювання проводилися за швидкості мішалки від 150 до 450 об/хв [10].

Середньозважений за об'ємом діаметр частинок $D_{4,3}$ (Середній діаметр Де Брукера) [129] визначали за формулою [130]:

$$D_{4,3} = \frac{\sum n_i D_i^4}{\sum n_i D_i^3}, \quad (2.12)$$

де $D_{4,3}$ – середньозважений за об'ємом діаметр частинок;

D_i – розмір частинок як діаметр частинок у кожному класі розміру,

n_i – кількість частинок у кожному класі розміру на одиницю об'єму досліджуваного зразка.

Індекс Span розраховували за формулою [130]:

$$\text{Span} = (D_{90} - D_{10})/D_{50}, \quad (2.13)$$

де Span – ширина розподілу частинок;

D_{10} – діаметр частинок за 10 % сукупного розподілу розмірів, відповідно;

D_{50} – діаметр частинок за 50 % сукупного розподілу розмірів, відповідно;

D_{90} – діаметр частинок за 90 % сукупного розподілу розмірів, відповідно.

У кваліфікаційній науковій роботі для забезпечення коректної інтерпретації експериментальних даних та розмежування $D_{4,3}$ та D_{50} в якості репрезентативної характеристики середнього діаметру частинок досліджуваних зразків використано значення медіанного розміру частинок (процентиль D_{50}).

Аналіз зразків методом електронної мікроскопії виконували з використанням растрового електронного мікроскопа Jeol (Японія). Ключовим інформаційним показником цього методу є сигнал, що генерується в результаті взаємодії потоку заряджених частинок із поверхнею досліджуваного зразка. Для підготовки зразків їх поверхню покривали шаром золота товщиною 50–100 Å за допомогою іонного напилення у вакуумній камері зі ступенем розрідження 0,10 Па. Площа досліджуваних зразків – 1–2 мм² [126].

Розроблення рецептури та технології закусок овочевих проводили згідно з ДСТУ 3946:2018 «Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Настанови щодо розроблення і поставлення на виробництво нових та новітніх харчових продуктів» [131].

Реологічні показники зразків закусок овочевих визначали на ротаційному реометрі Kinexus pro+. Дослідження проводили з використанням верхньої вимірювальної геометрії – циліндра C25 DIN L0142 SS та нижньої вимірювальної геометрії PC25 DIN C0350. Зразки наносили на нижню платформу, після чого вал із пластиною опускали до зазора 1 мм. Криві в'язкості та течії отримували в діапазоні швидкості зсуву $0,1\text{--}100\text{ с}^{-1}$ із проведенням 10 вимірювань на декаду. Кожен крок витримували до досягнення стабільного стану за мінімальний час [132]. Осциляційні дослідження здійснювали за $0\text{--}100\%$ комплексної деформації зсуву в діапазоні частот $10,0\text{--}0,1\text{ Гц}$ [133].

Релаксаційні характеристики зразків продукції визначали за залежностями напруження зсуву та деформації зсуву від часу релаксації. Дослідження проводили протягом 300 с [134].

Кутову частоту визначали за формулою [135]:

$$\omega = 2\pi \cdot f, \quad (2.14)$$

де ω – кутова частота, рад/с або с^{-1} ;

$\pi=3,141\dots$;

f – частота, Гц або с^{-1} .

Комплексний модуль визначали за формулою [135]:

$$|G^*| = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}, \quad (2.15)$$

де G^* – комплексний модуль, Па;

G' – модуль зберігання (модуль пружності), Па;

G'' – модуль втрат (модуль в'язкості), Па.

Коефіцієнт втрат (дотичну втрат) визначали за формулою [135]:

$$\tan \delta = G''/G', \quad (2.16)$$

де $\tan \delta$ – коефіцієнт втрат (дотична втрат).

Комплексну в'язкість визначали за формулою [135]:

$$\eta^* = G^*/\omega, \quad (2.17)$$

де η^* – комплексна в'язкість, Па·с

Математично-статистичне оброблення результатів реологічних досліджень здійснювали за допомогою програмного пакета SigmaPlot 14, OriginPro, Microsoft Excel.

Дослідження показників якості та безпечності закусоч овочевих виконано з дотриманням вимог державних та міжнародних стандартів.

Органолептичну оцінку готової продукції здійснювали згідно з ДСТУ ISO 3972:2004 [136, 137], за п'ятибальною шкалою з використанням коефіцієнтів вагомості. Профільний метод аналізу здійснили згідно з ISO 6564:1985, ISO 11035:19 [138, 139]. Він полягав у використанні набору описових термінів (дескрипторів) для оцінювання окремих органолептичних показників продукту (запаху, консистенції, смаку тощо) за схемою: визначення характерних ознак показників, ступеня їх інтенсивності, порядку виявлення.

Фізико-хімічні показники закусоч овочевих визначали загальноприйнятими стандартними методами. Масову частку білка визначали за методом К'ельдаля згідно з [140], коефіцієнт перерахунку загального азоту на білок дорівнював 6,25. Масову частку жиру визначали методом Сокслета згідно з ДСТУ 4941 [141], масову частку крохмалю – поляриметричним методом згідно з ДСТУ 4953 [128] на автоматичному поляриметрі AP-300 (ATAGO, Японія). Масову частку золи визначали шляхом спалювання наважки зразка в муфельній печі (прожарювання за температури 525–575 °С) згідно з ДСТУ ISO 928 [142].

Визначення жирнокислотного, мінерального та вітамінного складу закусоч овочевих здійснено шляхом застосовування розрахункового методу з урахуванням розроблених рецептур закусоч овочевих та даних, щодо хімічного складу рецептурних компонентів.

У закусках овочевих визначали пероксидне число за ДСТУ 4570 [143], яке ґрунтується на реакції взаємодії продуктів окиснення ліпідів (пероксидів і гідропероксидів) із йодистим калієм у розчині оцтової кислоти та хлороформу й подальшим визначенням кількісного виділення йоду розчином тіосульфату натрію. Кислотне число визначали шляхом розчинення проби в суміші розчинників із наступним титруванням вільних жирних кислот водним або спиртовим розчином гідроксиду калію або натрію за ДСТУ 4350 [144].

Відбір проб для мікробіологічного аналізу проводили за ДСТУ 8051 [145], підготовку проб – за ДСТУ 7963 [146]. Мікробіологічні показники закусоч визначали: КМАФАМ – за ДСТУ 8446 [147], дріжджі та плісняві гриби – за ДСТУ 8447 [148], *Staphylococcus aureus* – за ГОСТ 10444.2 [149], *L. Monocytogenes* – за МВ 10.10.2.2.-132 [150], БГКП – за ГОСТ 30518 [151], патогенні мікроорганізми, у т. ч. бактерії роду *Salmonella* – за ДСТУ EN 12824 [152].

Визначення токсичних елементів та солей важких металів у складі закусоч овочевих здійснювали за ДСТУ ISO 6637 [153], ДСТУ EN 14082 [154], ДСТУ ISO 6634 [155], ГОСТ 30178 [156], ГОСТ 31262 [157].

Активність води в закусках овочевих визначали за допомогою аналізатора активності води Rotronic HygroLab-2 за кімнатної температури в діапазоні вимірювань 0–1 a_w (0–100 % відносної вологості). HygroLab-2 (Rotronic, Швейцарія) є настільним лабораторним аналізатором вологості та температури з дисплеєм і клавішами керування, до якого одночасно підключали 1–4 зонди активності води. Досліджувану пробу відбирали у контейнер і поміщали у вимірювальну камеру. Датчик активності води встановлювали зверху. Цикл вимірювання тривав протягом (3–5)·60 с, після чого на дисплеї відображалось значення активності води та температури для кожного зонда [158].

Дослідження форм зв'язку вологи в зразках продукції здійснювали методом динамічної термогравіметрії. Одночасно вимірювали температуру досліджуваного зразка, втрати маси, швидкості зміни маси та ентальпії.

Дослідження проводили за допомогою дериватографа Q-1000 (МОМ, Угорщина) на повітрі в діапазоні температур 15–800 °C зі швидкістю нагрівання зразка та еталона (прожарений Al_2O_3) – 10 °C/хв [158].

Для оцінки надійності отриманих результатів використали розрахунок коефіцієнтів Стюдента (t_{ST}) для прийнятого рівня залежності $P = 0,05$ і відповідного (n^{-1}) числа ступенів свобод.

Економічну ефективність визначали за чинними в галузі методиками розрахунків [159, 160].

Висновки за розділом 2

1. Наведено схему теоретичного та експериментального дослідження з розроблення технології закусок овочевих. Виділено взаємопов'язані етапи дослідження, а саме: аналіз вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури, інтернет-ресурсів, патентів; визначення об'єкта, предмета, матеріалів та методів дослідження; наукове та експериментальне обґрунтування технологічних параметрів одержання ЕС на основі аквафаби; обґрунтування рецептурного складу та технологічної схеми виробництва закусок овочевих; дослідження показників якості та безпечності закусок овочевих; практична реалізація розробленої технології.

2. Визначено об'єкт (технологія закусок овочевих) та предмет дослідження (бобові, аквафаба, ЕС, закуски овочеві). Описано послідовність підготовки зразків бобових термооброблених, аквафаби, ЕС для проведення експериментальних досліджень.

3. Здійснено підбір фізичних, фізико-хімічних, мікробіологічних, сенсорних методів дослідження напівфабрикатів, які входитимуть до рецептурного складу закусок овочевих і безпосередньо кінцевого продукту. Визначено методи апроксимації отриманих експериментальних даних.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОДЕРЖАННЯ ЕМУЛЬСІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АКВАФАБИ

У цьому розділі наведено інноваційний задум нової продукції, на основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано технологічні параметри гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових, досліджено органолептичні, фізичні, фізико-хімічні показники, хімічний склад аквафаби, її функціонально-технологічні властивості, емульгувальну ємність аквафаби та стійкість ЕС на її основі, визначено закономірності формування мікроструктури та структурно-механічних показників ЕС на основі аквафаби.

3.1. Інноваційний задум нової продукції

Інноваційний задум нової продукції багатоаспектний, ураховує важливість впровадження принципів сталого розвитку в харчову промисловість, що потребує інноваційних рішень та переосмислення традиційних підходів до виробництва.

Нові виклики та концепції сьогодення спонукають до впровадження обґрунтованих технологій продукції на основі бобових, які мають біологічну варіативність, безглютенний статус та низький глікемічний індекс, є джерелом білка та клітковини. Збільшення використання бобових у харчовій промисловості просуватиме принципи регенеративної сільськогосподарської промисловості, особливо в умовах обмежених природних ресурсів та зростання попиту на екологічно стійкі продукти. Крім цього, популяризація та розширення використання локальних овочів дозволить підтримувати аграрну промисловість України та економіку загалом, оскільки передбачається використання сировини,

яка вирощується, переробляється та споживається всередині країни. Обраний напрям дослідження важливий і для забезпечення продовольчої безпеки в умовах військових дій, коли спостерігаються сировинні обмеження та загальне зниження рівня споживання овочів населенням.

Збільшення перероблення рослинної сировини також зумовлено необхідністю задоволення споживчих потреб різних верств населення України з огляду на зростання популярності веганських та вегетаріанських моделей харчування, релігійні переконання й економічні аспекти, поширеність алергії на яйця, високий рівень холестерину в традиційних харчових продуктах.

Інноваційний задум розроблення технології закусок овочевих базується на комплексному використанні бобових та аквафаби, для утворення гетерогенної структури закусок. Визначення закономірностей впливу технологічних параметрів на аквафабу дозволить керувати її структурно-механічними показниками, що забезпечить одержання продукції з прогнозованими органолептичними показниками. Цей підхід характеризується позитивним соціально-економічним впливом на навколишнє середовище, мінімізуючи втрати наявних ресурсів обробляння бобових культур і таким чином підтримуючи продовольчу безпеку та сталість шляхом зниження викидів парникових газів, а також економії витрат і енергії.

Як основу для розроблення технології закусок овочевих обрано бобові завдяки їх хімічному складу, зокрема наявності білка та здатності формувати різноманітні текстури. Так, основна частина нутрієнтів під час гідротермічного обробляння бобових залишається в матриці насіння, тоді як певна їх частина дифундує у варильне середовище (аквафабу), що дозволяє прогнозувати можливості його використання для утворення ЕС. Відповідно до проведеного аналізу літературних джерел [10,70–73] аквафаба містить білки, полісахариди, вітаміни, мінеральні речовини. Білки завдяки своїй амфіфільній природі, адсорбуються на межі поділу фаз і утворюють захисну плівку навколо крапель

жиру, забезпечуючи їм електростатичний захист і запобігаючи агрегації. Полісахариди підвищують в'язкість водної фази, створюючи структуровану матрицю, яка перешкоджає розшаруванню ЕС та забезпечує її стабільність.

Основу текстури кінцевого продукту мають забезпечити бобові відварені та подрібнені, проте використання лише бобових та ЕС на основі аквафаби зумовлює переважання крихкої структури. Доцільним є введення відварених овочевих напівфабрикатів для забезпечення соковитої текстури, формування асортименту та органолептичних показників закусок. З урахуванням зазначеного сформульовано робочу гіпотезу, яку подано на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Основні технологічні етапи реалізації робочої гіпотези

Гетерогенна структура кінцевого продукту обумовлюватиметься як параметрами технологічного процесу, так і обраними рецептурними компонентами. До багатофазної системи входить емульсія, що складається з водної та жирової фази, а також дисперсні частинки бобових та овочів відварених подрібнених.

Беручи до уваги наведені аспекти, визначено інновації, що прогнозуються до реалізації в технології закусок овочевих (табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1

Інновації, які прийнято до впровадження в технології закусок овочевих

Індикатори інноваційності	Інноваційні вимоги	Шляхи реалізації інновацій
1	2	3
Маркетингові	Задоволення потреб різних груп споживачів у готових до споживання закусках овочевих, які мають високі органолептичні показники й не містять алергенів	Харчовий продукт, представлений у зручному форматі, забезпечуватиме задоволення різноманітних споживчих уподобань
Організаційні	Виробництво – спеціалізовані цехи, реалізація – B2B, B2C	Впровадження організаційно-технологічних принципів виробництва, спрямованих на підвищення ефективності функціонування ланцюга «від лану до столу»
Технологічні	Тривале зберігання зерен бобових, як сировини протягом року. Високі смакові та поживні властивості готової продукції	Забезпечення стабільності технологічних властивостей (одержаних ЕС) у технологічному потоці виробництва готової продукції. Реалізація функціонально-технологічних властивостей аквафаби для створення гетерогенної структури. Оптимізований технологічний процес
Екологічні	Скорочення викидів, відходів. Мінімізація використання ресурсів і негативного впливу на природу. Зниження матеріаломісткості та/або енергоємності продукції. Підвищення довговічності виробів. Максимальне використання відновлювальних ресурсів. Рециклінг	Виробництво закусок овочевих базуватиметься на дотриманні принципів сталого виробництва, зокрема зниження екологічного навантаження та раціонального використання наявних ресурсів, зміні структури вихідних потоків процесу перероблення бобових з метою збільшення потоку продукції

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Соціальні	Виробництво доступних харчових продуктів для різних верств населення країни, що одночасно задовольнятиме певні соціальні потреби	Забезпечення населення країни якісними та доступними харчовими продуктами, які відповідають принципам здорового харчування. Використання локальної сировини стимулюватиме місцеву економіку, підтримуючи фермерства та забезпечуючи зайнятість населення шляхом надання робочих місць

Таблиця 3.2

Інноваційний задум нового продукту – закусок овочевих

Інноваційні показники	Характеристика
Концепція продукту	Закуси овочеві орієнтовані на широке коло споживачів, від поширених смакових уподобань до специфічних (вегетаріанці, споживачі з релігійними харчовими обмеженнями, споживачі із етичними, екологічними життєвими переконаннями, флекситаріанці). Виробництво закусок овочевих ґрунтується на врахуванні актуальних потреб України на сьогодні та в майбутньому, використовуючи локальну сировину, дотримуючись принципів сталого виробництва, сприяючи розвитку екологічно відповідального та сталого харчового сектора
Сегмент споживачів	B2B, B2C
Конкурентні переваги	Потенційно широка споживча аудиторія, відповідність сучасним споживчим запитам, підтримка місцевого аграрного сектора, універсальність і зручність споживання – ключові конкурентні переваги
Органолептичні показники	Однорідна, пастоподібна, мазка маса із рівномірним за всією масою кольором. Запах характерний використаній сировині. Смак ніжний, у міру солоний

Важливим напрямом удосконалення харчової промисловості загалом є впровадження різноманітних новітніх технологій, спрямованих на оптимізацію технологічних процесів, перероблення супутніх напівфабрикатів та раціонального використання наявних ресурсів. У зв'язку з цим є актуальним наукове обґрунтування, систематичне дослідження властивостей бобових, розроблення на їх основі харчових продуктів, які відповідатимуть цілям сталого розвитку та задовольнятимуть зростаючі потреби споживачів. Відповідно практична реалізація інноваційного задуму дозволить реалізувати технологічний потенціал зерен бобових термооброблених та одержаної в ході технологічного процесу супутньої рідини аквафаби, яка до цього моменту утилізувалася.

На підставі наведених даних (табл. 3.1, 3.2) сформульовано наукові та технологічні завдання, які потребують вирішення:

- обґрунтування технологічних параметрів гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових шляхом визначення закономірностей накопичення сухих речовин в аквафабі залежно від технологічних чинників у взаємозв'язку із доведенням бобових до кулінарної готовності;
- дослідження функціонально-технологічних властивостей аквафаби як технологічної системи для виробництва закусок овочевих;
- дослідження емульгувальної ємності аквафаби та стабільності ЕС на її основі, закономірностей формування мікроструктури та структурно-механічних показників, зокрема реологічних;
- розроблення технологічної підсистеми одержання бобових та овочів відварених подрібнених, аквафаби та ЕС на її на основі.

3.2. Обґрунтування технологічних параметрів гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових

В інформаційних джерелах широко обговорюють питання використання аквафаби в технологіях харчових продуктів з гетерогенною структурою. Відповідно до робочої гіпотези нами запропоновано використовувати аквафабу для створення ЕС, яка входить до складу закусок овочевих та формуватиме її структуру. При цьому емульгувальна ємність аквафаби та стійкість ЕС на її основі ймовірно залежатиме від масової частки сухих речовин в аквафабі та її якісного складу. Крім того, у науковій літературі відсутні узагальнені та систематизовані параметри впливу оброблення бобових на нутрієнтний склад та функціонально-технологічні властивості аквафаби. Складність систематизації зумовлена різноманітністю ботанічних сортів бобових та їх хімічного складу. У зв'язку з чим доцільно визначити закономірності накопичення сухих речовин в аквафабі під час технологічного процесу доведення різних видів бобових до кулінарної готовності.

У технологічному процесі виробництва харчової продукції з бобових відокремлюють декілька етапів. Етап гідромеханічного оброблення передбачає замочування бобових із метою набухання клітковинних гідроколоїдів та зниження вмісту антинутрієнтів. Етап гідротермічного оброблення, який супроводжується подальшою зміною вологовмісту бобових, структурними змінами білків, крохмалю та вуглеводів клітковинних стінок, має за мету доведення бобових до стану кулінарної готовності.

Дослідження закономірностей накопичення сухих речовин розпочато з етапу гідромеханічного оброблення бобових.

Установлено, що кінетика вологовмісту визначається властивостями бобових, а саме хімічним складом і фізичним станом сухих речовин бобових, дифузійними властивостями їх оболонки тощо, а також рідини, у якій зерно знаходиться, зокрема її хімічним складом та фізичними властивостями. Визначення аналітичної залежності швидкості зміни вологовмісту через поглинання досліджуваними зразками змочуючої рідини є складним завданням,

особливо з огляду на те, що така сировина, як бобові, є рослинною нативною сировиною. Виходячи з цього, у дослідженні зроблено спрощення, яке полягає у використанні в моделі кінетики вологовмісту (2.4) експериментального значення швидкості його зміни.

Очевидно, запропонована фізико-математична модель є частково емпіричною з точки зору теорії процесу кінетики вологовмісту. Однак щодо зручності її застосування під час обробляння бобових з одержанням бобових відварених та аквафаби є прийнятною.

Кінетику вологовмісту досліджуваних зразків бобових, яка є зміною вологовмісту сировини (w) з часом її обводнення (τ), наведено на рис. 3.2. Коефіцієнт кореляції для отриманих апроксимаційних функцій знаходився в діапазоні від 0,96 до 0,98.

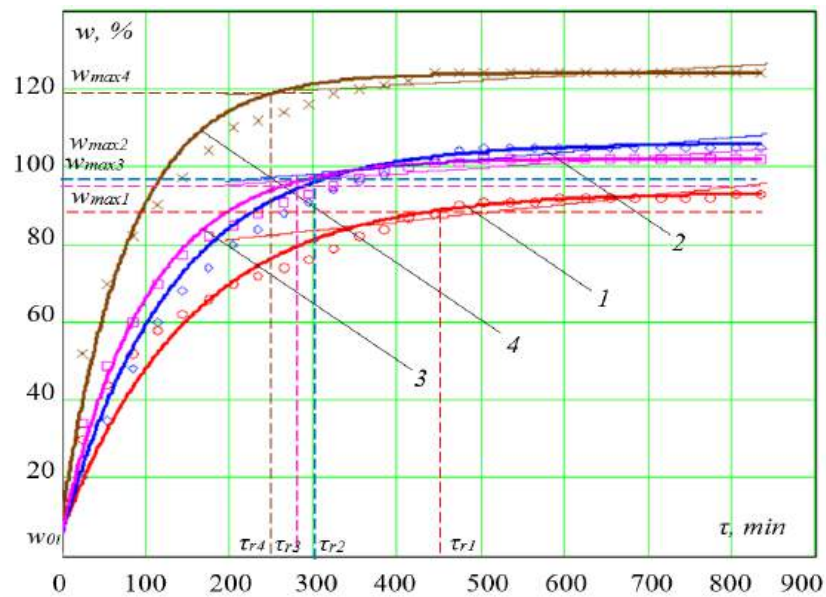


Рис. 3.2. Кінетика вологовмісту під час гідромеханічного обробляння бобових, де: 1 – нут; 2 – квасоля; 3 – горох; 4 – сочевиця ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Початковий вміст води в усіх видах бобових знаходився в межах 8,0–11,9 %. Отримані криві кінетики вологовмісту мають однаковий характер. Поточний вологовміст зі збільшенням тривалості обводнення досліджуваних зразків монотонно збільшується від початкового значення вологовмісту зразка (w_{0i}). За

збільшення тривалості обводнення відносно визначених значень, вологовміст асимптотично прагне до максимального значення, яке для різних зразків має різну величину (w_{maxi}). З урахуванням цього та аналітичного вигляду апроксимаційної функції (2.3), можна вважати, що початкове значення вологовмісту i -го зразка w_{0i} відповідає апроксимаційному коефіцієнту a_{wi} , а коефіцієнт b_{wi} – максимальному значенню вологовмісту i -го зразка w_{maxi} . Виходячи з цього, можна отримати аналітичний вираз кінетики вологовмісту (3.1).

Таким чином, ураховуючи вигляд апроксимаційної функції (2.3) та порівнюючи значення апроксимаційних коефіцієнтів (a_{wi} , b_{wi} , c_{wi}) і значення початкового (w_{0i}) та кінцевого вологовмісту (w_{maxi}) сировини, для кінетики вологовмісту запропоновано такий аналітичний вираз:

$$w_i(\tau) = w_{maxi} - e^{w_{0i} + c_{wi} \cdot \tau}, \quad (3.1)$$

де w_i – поточний вологовміст у відсотках, %;

w_{0i} – початковий вологовміст вихідної сировини, %;

w_{maxi} – кінцевий вологовміст сировини після гідромеханічного оброблення, %;

$i=1, 2, 3, 4$, залежно від номера зразка: $i = 1$ – нут; $i = 2$ – квасоля; $i = 3$ – горох; $i = 4$ – сочевиця.

Щодо апроксимаційного коефіцієнта c_{wi} , то його розмірність, виходячи із показника ступеня експоненти у формулі (3.1), відповідає зміні вологовмісту з часом – %/хв. Тобто розмірність цього коефіцієнта відповідає швидкості зміни вологовмісту через поглинання зразком змочуючої рідини, у середовищі якої він знаходиться. Відповідно до закону Фіка ця величина визначається температурою та коефіцієнтом водопоглинання.

Значення коефіцієнтів, що входять до отриманої фізико-математичної моделі для різних видів бобових, наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Коефіцієнти фізико-математичної моделі кінетики вологовмісту під час гідромеханічного оброблення

Найменування бобових	w_0 , %	w_{max} , %	$c_w 10^3$, %/хв
Нут	4,5	86,2	0,109
Квасоля	4,6	98,0	0,129
Горох	4,6	95,0	0,164
Сочевиця	4,4	119,0	0,111

Виходячи із вигляду кривих кінетики вологовмісту (рис. 3.2) та даних табл. 3.3, вологовміст асимптотично прагне до максимального значення. Тобто існує таке значення тривалості гідромеханічного оброблення, за якого подальше збільшення тривалості несуттєво підвищує кількість води, яку можуть поглинути бобові. Саме воно вважалося раціональним.

Раціональною тривалістю гідромеханічного оброблення вважали ту, для якої кінетика вологовмісту досліджуваних видів сировини була близька до лінійної, де кінцевою точкою є значення максимального вологовмісту бобових. При цьому знаходили коефіцієнт кореляції Пірсона (2.5) між даними, що підлягають апроксимаційному обробленню, та апроксимаційною лінійною функцією. Додавання значень поточного вологовмісту до підмасиву даних, що підлягали апроксимаційному обробленню, проводили до досягнення коефіцієнтом кореляції значення 0,9. Із застосуванням апроксимаційної функції, яка задовольняє значення коефіцієнта кореляції 0,9 (прямі лінії відповідного кольору на рис. 3.2), шукали точку її перетину із кінетикою вологовмісту, отриманою за запропонованою фізико-математичною моделлю. Саме значення тривалості гідромеханічного оброблення, які відповідають цим точкам перетину, вважалися максимальними (на рис. 3.2 позначено як τ_{r1} , τ_{r2} , τ_{r3} , τ_{r4}). Для досліджуваних видів бобових ці значення відповідно дорівнюють, (τ·60) с: $\tau_{r1} = 450$, $\tau_{r2} = 300$, $\tau_{r3} = 270$, $\tau_{r4} = 240$.

У табл. 3.4 наведено діапазони значень тривалості, за яких досягається максимальний вологовміст бобових під час гідромеханічного оброблення.

Таблиця 3.4

Діапазони значень тривалості, за якої досягається максимальний вологовміст бобових під час гідромеханічного оброблення

Найменування бобових	Тривалість водопоглинання, τ_r , ($\tau \cdot 60$), с
Нут	420–480
Квасоля	270–300
Горох	240–270
Сочевиця	228–252

Очевидно, наведення діапазонів тривалості, які відповідають досягненню максимального вологовмісту бобовими, є більш зручним під час їх практичного застосування. Вони обиралися таким чином, що мінімальне та максимальне значення тривалості відрізняються від значень отриманих із рис. 3.2 не більше ніж, на 5 %.

Дослідження гідратаційної поведінки бобових необхідне для прогнозованого перебігу технологічного процесу одержання готового продукту із заданими властивостями. Різниця кінетики вологовмісту бобових пов'язана із біологічними особливостями їх різних видів, що відображається у відмінних фізичних параметрах. До зазначених параметрів належить товщина насіннєвої стінки, розмір і площа зерна, початкова вологість, цілісність бобових. Так, бобові з більшою площею поверхні характеризуються довшою тривалістю гідратації сухих бобових, що підтверджується на прикладі нуту. У розколотих або дрібного розміру бобових процес водопоглинання відбувається швидше, що відображається в отриманих результатах кінетики вологовмісту для гороху та сочевиці.

Рівноважна вологість бобових досягається, коли вода дифундує через напівпроникні клітинні мембрани та насіннєвий рубчик у середину насіння, заповнюючи всі міжклітинні простори, що супроводжується набуханням

клітинних стінок, крохмальних зерен, білкової матриці, збільшенням ваги порівняно з початковою. Водопоглинання зерен бобових має прогнозовану поведінку, швидке водопоглинання на початку та уповільнення процесу до настання повної рівноваги поглинання рідини.

Збільшення тривалості гідромеханічного оброблення досліджуваних бобових відносно діапазонів значень, наведених у табл. 3.4, не приводить до суттєвого збільшення вологовмісту цієї сировини. Тобто збільшення вологовмісту відбувається не більше, ніж на 10 %, за умови збільшення тривалості гідромеханічного оброблення у 2,0–2,5 рази, що є недоцільним.

Розраховані діапазони значень максимального водопоглинання бобових під час гідромеханічного оброблення обрано як раціональні для практичного використання в технологічному процесі приготування нуту, квасолі та гороху. Проте біологічні особливості сочевиці, зокрема товщина насінневої оболонки, розмірні характеристики зерна, сприяють значно швидшому процесу гідратації порівняно з іншими видами бобових. Через це тривале гідромеханічне оброблення, яке перевищує дві години, призводить до надмірного розм'якшення, але такий етап є необхідним для зниження вмісту антинутриєнтів.

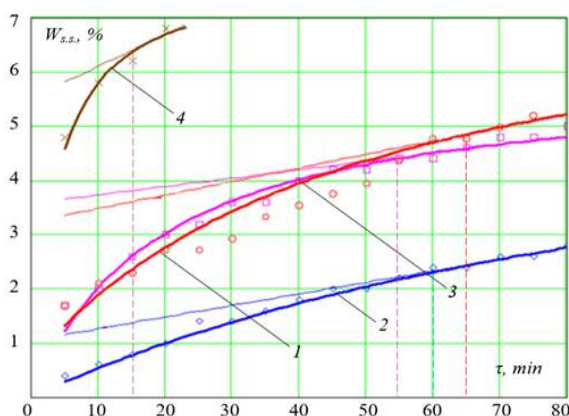
Для масиву даних кінетики вологовмісту досліджуваних бобових застосовано фізико-математичну модель, проведено апроксимацію експериментальних значень, що дозволило сформулювати раціональні параметри гідромеханічного оброблення. Визначено, що під час гідромеханічного оброблення інтенсивне поглинання води відбувається за перші години та сягає до 80 % від початкової маси, після чого інтенсивність водопоглинання дещо знижується, але продовжує збільшуватися на 2–6 % за годину, поки не досягнуто рівноваги. Ураховуючи вищезазначене, раціональною тривалістю гідромеханічного оброблення бобових прийнято таку, за якої досягається 90 % набухання від початкової маси, тобто $(7,0-8,0) \cdot 60^2$ с для нуту, $(4,5-5,0) \cdot 60^2$ с для квасолі, $(4,0-4,5) \cdot 60^2$ с для гороху, $(1,5-2,0) \cdot 60^2$ с для сочевиці.

Отримані результати показали, що надалі необхідно дослідити вплив співвідношення бобових до води та температури гідротермічного оброблення на масову частку сухих речовин в аквафабі, оскільки це формуватиме її технологічні властивості. Більш вагомим з огляду на формування технологічних властивостей як відварених бобових, так і аквафаби є етап їх гідротермічного оброблення.

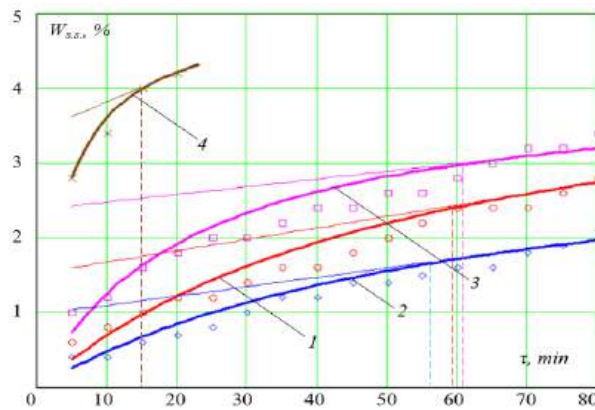
Визначено закономірності накопичення сухих речовин залежно від технологічних чинників: співвідношення бобові:вода, спосіб та тривалість термооброблення (основним способом та під тиском), рН варильного середовища.

Параметри технологічного процесу, а також масова частка та вид рецептурних компонентів розглядаються як керовані чинники, що впливають на перебіг хімічних, фізико-хімічних змін, формування певних показників, наприклад мікроструктурних, структурно-механічних показників емульсійних систем і т. д. З огляду на це, використано термінологію – технологічні чинники.

На першому етапі досліджено вплив співвідношення бобові:вода на масову частку сухих речовин в аквафабі. На рис. 3.3 а) наведено кінетику вмісту сухих речовин в аквафабі під час гідротермічного оброблення бобових за температури 98–100 °С, за умови співвідношення між сировиною та водою: 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці, а на рис. 3.3 б) за співвідношення – 1:2,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:3,0 для сочевиці.



а)



б)

Рис. 3.3. Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за температури гідротермічного оброблення 98–100 °С, де аквафаба: 1 – нутова; 2 – квасолева; 3 – горохова; 4 – сочевична. а) Співвідношення бобові:вода – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці. б) Співвідношення бобові:вода – 1:2,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:3,0 для сочевиці ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Апроксимація експериментальних даних проводилася з використанням фізико-математичної моделі Пелега (2.6). Отримані константи Пелега для бобових за різного співвідношення бобові:вода наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Константи Пелега та раціональна тривалість гідротермічного оброблення бобових за температури 98–100 °С за різного співвідношення бобові:вода

Найменування бобових / співвідношення бобові:вода	Значення констант Пелега		Діапазони раціональної тривалості гідротермічного оброблення, ($\tau \cdot 60$), с
	K_1	K_2	
Нут / 1:1,5	0,117	0,002	54–66
Нут / 1:2,5	0,200	0,004	54–66
Квасоля / 1:1,5	0,283	0,003	54–66
Квасоля / 1:2,5	0,296	0,005	49–61
Горох / 1:1,5	0,054	0,003	50–62
Горох / 1:2,5	0,092	0,004	54–66
Сочевиця / 1:2,0	0,008	0,002	14–16
Сочевиця / 1:3,0	0,013	0,003	14–16

Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі для бобових за різного співвідношення бобові:вода має схожий характер: масова частка сухих речовин збільшується в міру збільшення тривалості оброблення, монотонно прагнучи до максимального значення. Виходячи з такого характеру, очевидно, існує раціональна тривалість гідротермічного оброблення. Під раціональною тривалістю розуміється час оброблення, у разі збільшення якого на величину не менше ніж 20,00 % від загальної тривалості, масова частка сухих речовин збільшується не більше ніж на 10,00 % від загального вмісту. Такими значеннями для досліджуваної сировини є: нут (1:1,5 та 1:2,5) – (54–66)·60 с; квасоля (1:1,5 та 2,5) – (49–66)·60 с; горох (1:1,5 та 1:2,5) – (50–66)·60 с; сочевиця (1:2,0 та 1:3,0) – (14–16)·60 с. У табл. 3.5 раціональну тривалість досліджуваної сировини наведено у вигляді діапазонів, де мінімальне та максимальне значення тривалості відрізняється не більше ніж на 5,00 % від значень, описаних графічно.

Обрано гідромодуль 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2 для сочевиці для досягнення вищих значень масової частки сухих речовин в аквафабі, що одночасно дозволяє забезпечити умови доведення бобових до кулінарної готовності. Крім того, накопичення сухих речовин в аквафабі залежить від тривалості гідротермічного оброблення, відповідно (50–70)·60 с для нуту, квасолі, гороху та (5–7)·60 с для сочевиці, що дозволяє отримати відварені бобові з високими органолептичними показниками та аквафабу з масовою часткою сухих речовин 2,79–5,42 %. Подовжена тривалість гідротермічного оброблення призводить до пошкодження й розриву насіннєвої оболонки бобових та переходу сухих речовин у варильне середовище.

З урахування того, що гідротермічне оброблення за використання тиску буде суттєво пришвидшено, досліджено кінетику вмісту сухих речовин в аквафабі за температури 119–121 °С. Отримані результати наведено на рис. 3.4.

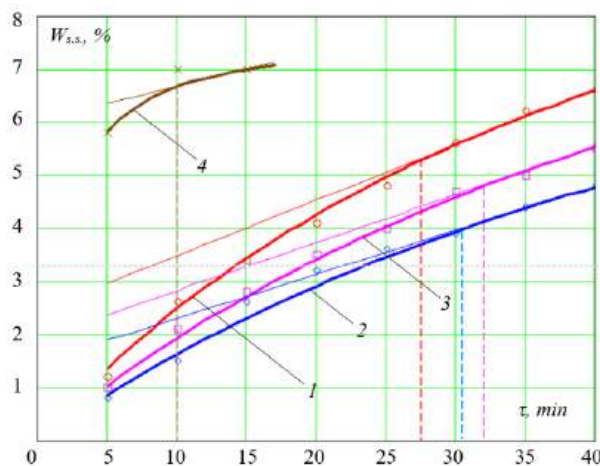


Рис. 3.4. Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за температури гідротермічного оброблення 119–121 °С, де аквафаба: 1 – нутова; 2 – квасолева; 3 – горохова; 4 – сочевична (співвідношення бобові:вода – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці) ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Кінетику вмісту сухих речовин апроксимували з використанням аналітичного вигляду фізико-математичної моделі Пелега. Константи Пелега наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Константи Пелега та раціональна тривалість гідротермічного оброблення бобових за температури 119–121 °С за співвідношення бобові:вода – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці

Найменування бобових	Значення констант Пелега		Діапазони раціональної тривалості оброблення, ($\tau \cdot 60$), с
	K_1	K_2	
Нут	0,056	0,001	26–29
Квасоля	0,090	0,001	28–33
Горох	0,075	0,001	30–34
Сочевиця	0,004	0,002	9–11

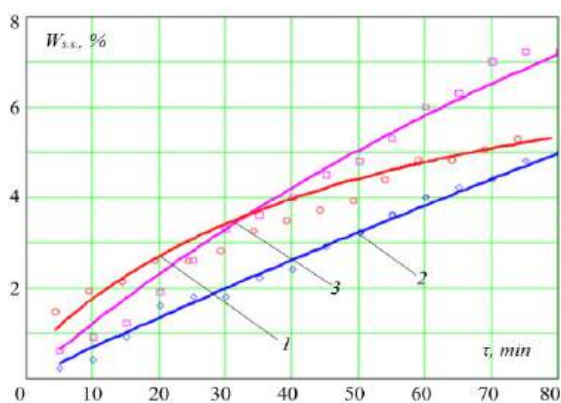
У табл. 3.6 також наведено діапазони раціональної тривалості гідротермічного оброблення досліджуваної сировини за температури 119–121 °С. Їх визначали аналогічно до діапазонів тривалості, наведених у табл. 3.5.

Використання основного способу доведення до готовності регідратованих бобових дозволяє оптимізувати технологічний процес, варіюючи такі чинники, як гідромодуль і тривалість гідротермічного оброблення, що дозволяє отримати аквафабу з раціональною масовою часткою сухих речовин. При цьому, варіння під тиском 119–121 °С дозволило зменшити загальну тривалість доведення до готовності бобових у два рази, одночасно збільшивши масову частку сухих речовин в аквафабі.

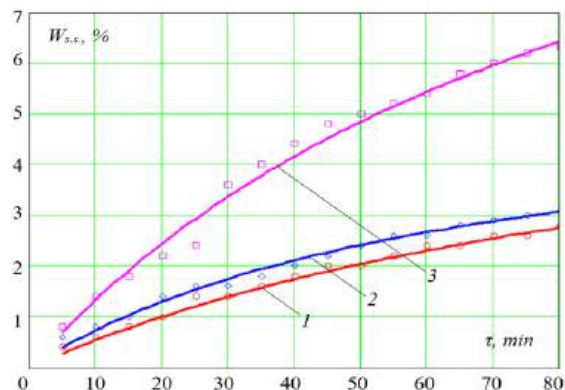
Установлено раціональні технологічні параметри гідротермічного оброблення бобових у взаємозв'язку «досягнення готовності бобових – масова частка сухих речовин в аквафабі». Останній визначається кінетикою вмісту сухих речовин в аквафабі та впливає на її технологічне призначення. Для майбутніх досліджень може бути обрано дві стандартизовані технології гідротермічного оброблення бобових: перша (основний спосіб) – варіння бобових за гідромодулю 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці, протягом (60–70)·60 с для нуту та квасолі, (50–60)·60 с для гороху, (5–7)·60 с для сочевиці за температури 98–100 °С; друга – варіння бобових під тиском із використанням скороварки за гідромодулю 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2 для сочевиці протягом (5–40)·60 с за температури 119–121 °С. Використання вищенаведених способів гідротермічного оброблення бобових дозволяє отримати масову частку сухих речовин в аквафабі в діапазоні 2,79–5,42 % для варіння основним способом та 3,93–7,10 % за використання скороварки. Запропоновані параметри гідротермічного оброблення приводять до одержання аквафаби у кількості 70,0–75,0 % від початкової масової частки використаної води питної.

Результати дослідження впливу лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію на накопичення сухих речовин в аквафабі нутовій, квасолевій, гороховій,

сочевицній наведено на рис. 3.5, 3.6. Співвідношення бобові:вода для вихідних зразків складали відповідно – 1:1,5 для нуту, квасолі, гороху та 1:2,0 для сочевиці. Температура гідротермічного оброблення при цьому становила 98–100 °С.



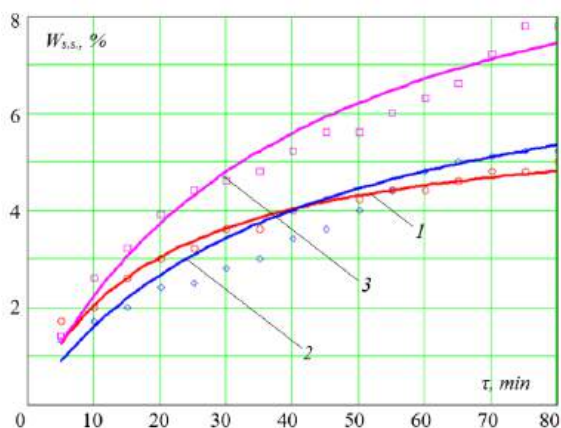
а) Аквафаба нутова



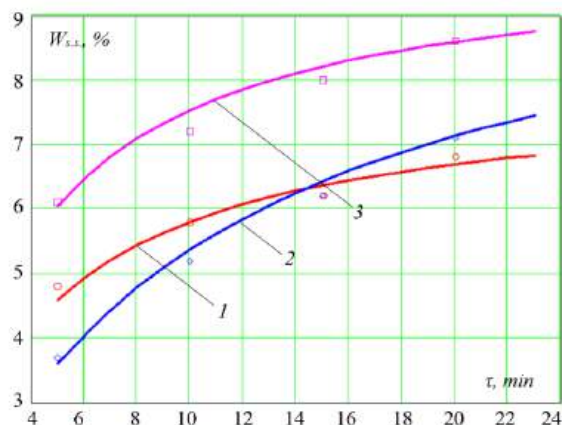
б) Аквафаба квасолева

Рис. 3.5. Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за різної тривалості гідротермічного оброблення нуту та квасолі у варильному середовищі, де: 1 – вода питна; 2 – розчин лимонної кислоти (рН 4,9–5,1); 3 – розчин гідрокарбонату натрію (рН 7,9–8,1) ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Залежності зміни масової частки сухих речовин у аквафабі, одержаної в результаті гідротермічного оброблення бобових у різних середовищах, мають схожий характер. Масова частка сухих речовин монотонно збільшується за збільшення тривалості гідротермічного оброблення. Очевидно, слід очікувати, що за збільшення тривалості гідротермічного оброблення відносно значень, розглянутих в експерименті, масова частка сухих речовин в аквафабі прагнучиме до свого максимального значення.



а) Аквафаба горохова



б) Аквафаба сочєвична

Рис. 3.6. Кінетика вмісту сухих речовин в аквафабі за різної тривалості гідротермічного оброблення гороху та сочевиці у варильному середовищі, де: 1 – вода питна; 2 – розчин лимонної кислоти (рН 4,9–5,1); 3 – розчин гідрокарбонату натрію (рН 7,9–8,1) ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

У табл. 3.7 наведено значення констант Пелега для кінетики вмісту сухих речовин у аквафабі, одержаній під час гідротермічного оброблення бобових у середовищі води питної, розчину лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію для досліджуваних видів бобових.

Таблиця 3.7

Константи Пелега для кінетики вмісту сухих речовин в аквафабі за додавання у варильне середовище бобових лимонної кислоти та гідрокарбонату натрію

Найменування бобових	Варильне середовище			
	Розчин лимонної кислоти (рН 4,9–5,1)		Розчин гідрокарбонату натрію (рН 7,9–8,1)	
	K_1	K_2	K_1	K_2
Нут	0,242	0,001	0,131	0,001
Квасоля	0,197	0,003	0,113	0,001
Горох	0,083	0,002	0,060	0,002
Сочевиця	0,015	0,002	0,005	0,002

Необхідно зазначити, що K_1 – константа Пелега, розмірність якої %/хв, відповідає швидкості переходу сухих речовин у розчин під час гідротермічного оброблення сировини. K_2 – константа ємності Пелега, яка обернено пропорційна максимальному рівню сухих речовин, що дифундують у розчин. Виходячи з цього, наведені в табл. 3.7 константи дають можливість формулювати рекомендації щодо того, у якому саме середовищі проводити гідротермічне оброблення відповідно до виробничих вимог.

Під час гідротермічного оброблення бобових у варильному середовищі з рН 4,9–5,1 відбувається кислотний гідроліз крохмалю, спостерігається руйнування цілісності крохмальних зерен та деполімеризація крохмальних полісахаридів з утворенням речовин із меншою молекулярною масою (декстринів). Зазначений процес може пояснювати дещо вищу масову частку сухих речовин в аквафабі, одержаної за визначених параметрів. Проте одночасно із описаними змінами в аквафабі, гідротермічне оброблення бобових у варильному середовищі з рН 4,9–5,1 призвело до уповільнення процесу розм'якшення насіннєвої оболонки, що збільшило тривалість доведення бобових до кулінарної готовності.

Гідротермооброблення бобових у варильному середовищі з рН 7,9–8,1 зменшило тривалість гідротермічного оброблення за рахунок деструкції полісахаридів клітинних стінок. Лужне середовище впливає і на розчинність наявних білків, посилюючи їх екстракцію за рахунок розриву білкової матриці. Зазначені фізико-хімічні зміни призвели до значно вищої масової частки сухих речовин в аквафабі порівняно зі зразками без додавання гідрокарбонату натрію. Проте це негативно вплинуло на органолептичні показники як бобових відварених, так і аквафаби. Зокрема спостерігалися зміна кольору бобових і аквафаби, наявність залишкового лужного присмаку.

Експериментальні дані дозволили визначити раціональні технологічні параметри гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових і розробити технологічну підсистему виробництва бобових відварених та аквафаби (рис. 3.7).

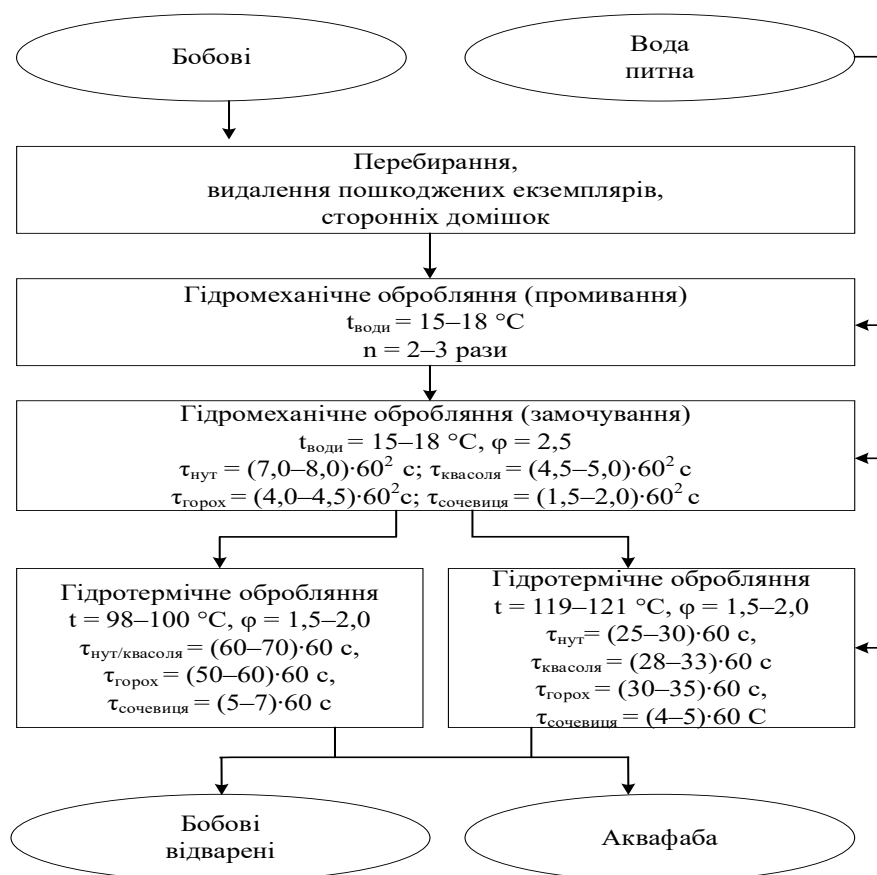


Рис. 3.7. Технологічна підсистема виробництва бобових відварених та аквафаби

Технологічні параметри, які обґрунтовані в технологічній підсистемі дозволяють одержати як бобові відварені, що надалі використовуватимуться як основна складова в технології закусок овочевих, так і аквафаби, властивості якої потребують подальшого дослідження. Хімічний склад аквафаби відіграє ключову роль у формуванні її функціонально-технологічних властивостей, які значною мірою визначаються масовою часткою сухих речовин. Вираженість емульгувальних властивостей залежить від кількісного та якісного складу водорозчинних нутрієнтів, що вимагає детального дослідження хімічного складу аквафаби.

Технологічний спосіб доведення бобових до кулінарної готовності за допомогою обладнання, що використовується в HoReCa, може мати варіативність. Проте контрольними точками технологічного процесу, не залежно від використаного обладнання можуть бути органолептичні показники бобових (цілісність насіннєвої оболонки, м'якість, ніжність) та масова частка сухих речовин в аквафабі. Ці параметри забезпечуватимуть стабільність органолептичних показників та якість кінцевого продукту під час практичної реалізації технології не залежно від технічного оснащення закладів ресторанної індустрії. З огляду на це подальше дослідження буде зосереджене і на визначенні контрольних точок технологічного процесу виробництва закусочних овочевих, зокрема на прикладі використання основного способу гідротермічного оброблення бобових за температури 98–100 °С, що є типовим для практичного застосування.

3.3. Дослідження органолептичних, фізичних показників, хімічного складу аквафаби та її функціонально-технологічних властивостей

Бобові, а саме нут, квасоля, горох та сочевиця, які обрано як предмет дослідження відрізняються між собою за хімічним складом, фізичними показниками та цілісністю зерна, тривалістю технологічного процесу доведення до кулінарної готовності, функціонально-технологічними властивостями. Так, саме горох для досліджень обрано у вигляді крупки горохової розколотої, а не цілого гороху, зважаючи на необхідність досягнення концепції як екологічної так і економічної ефективності від впровадження нової технології харчової продукції у виробництво. Відповідно й аквафаба, яка утворилася під час гідротермічного оброблення, матиме відмінні особливості щодо хімічного складу, мікроструктури, реологічних показників та здатності до утворення ЕС.

Тож дослідженню підлягали:

- органолептичні та фізичні показники аквафаби;
- хімічний склад аквафаби та її фізико-хімічні показники;
- емульгувальна ємність аквафаби та стійкість ЕС на її основі;
- структурно-механічні показники аквафаби.

3.3.1. Дослідження органолептичних та фізичних показників аквафаби

Досліджено органолептичні показники, хімічний склад аквафаби з огляду на те, що вираженість функціонально-технологічних властивостей залежить від масової частки сухих речовин. Фотографії зразків аквафаби, одержаної з різних видів бобових, подано на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Зразки аквафаби, де: 1 – нутова, 2 – квасолева, 3 – горохова, 4 – сочевична

Зовнішній вигляд досліджуваних зразків характеризується зміною від частково прозорої (аквафаба нутова та квасолева) до каламутної (аквафаба горохова та сочевична) рідини, що свідчить про наявність у складі аквафаби твердих частинок бобових. Аквафаба нутова та квасолева виглядають більш однорідними, тоді як у сочевичній чітко видно осад. Інтенсивність кольору варіюється залежно від сировини від світло-жовтого до блідо-коричневого. Запах аквафаби слабкий, невиражений, характерний відвареним бобовим. Смак нейтральний із легким солодким присмаком.

Ураховуючи, що визначені органолептичні показники відображають те, що аквафаба є суспензією, до складу якої входять частинки насінневої оболонки та внутрішнього складу сім'ядоля, доцільно дослідити її дифракційні показники, що дозволить визначити, якого розміру фракції наявні в складі аквафаби.

На рис. 3.9 подано об'ємний розподіл за розмірами частинок, які наявні в досліджуваних зразках аквафаби.

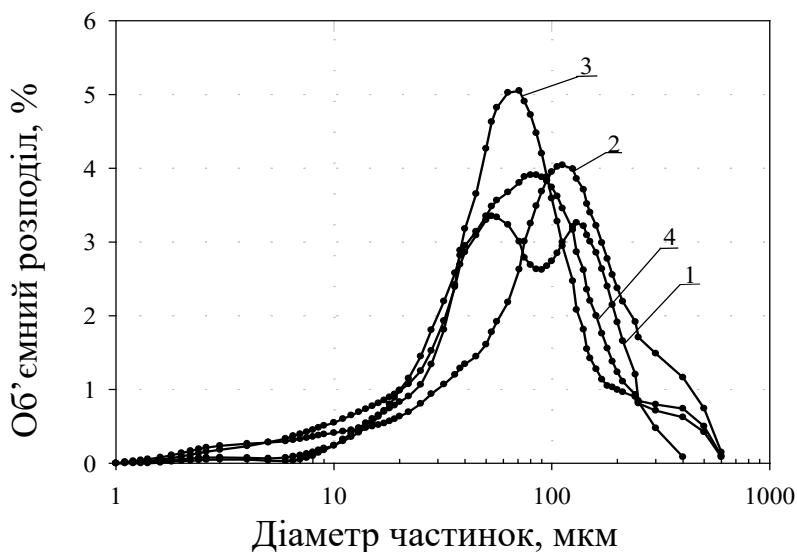
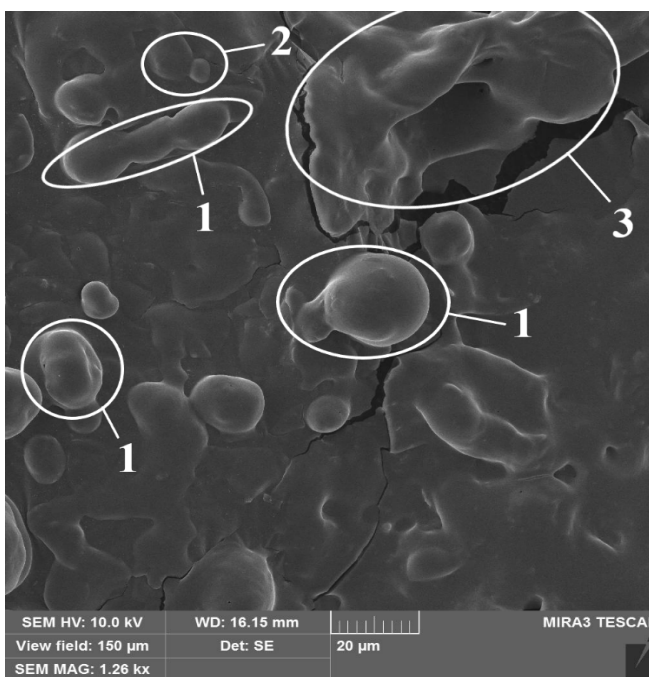


Рис. 3.9. Об'ємний розподіл за розмірами частинок зразків аквафаби, де: 1 – нутова; 2 – квасолева; 3 – горохова; 4 – сочевична ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Для характеристики об'ємного розподілу частинок в аквафабі використано метод лазерної дифракції. Крива об'ємного розподілу частинок аквафаби квасолевої характеризується найбільшим піком у діапазоні 70,0–100,0 мкм, що свідчить про найбільший середній розмір частинок. Криві об'ємного розподілу частинок аквафаби квасолевої, горохової та сочевичної характеризуються моноmodalним розподілом, що вказує на однорідність розміру частинок у більшості зразків. Однак, крива, яка відповідає аквафабі нутовій, характеризується наявністю двох чітко виражених піків, тобто має біmodalний розподіл частинок, що може свідчити про агрегацію дрібніших частинок.

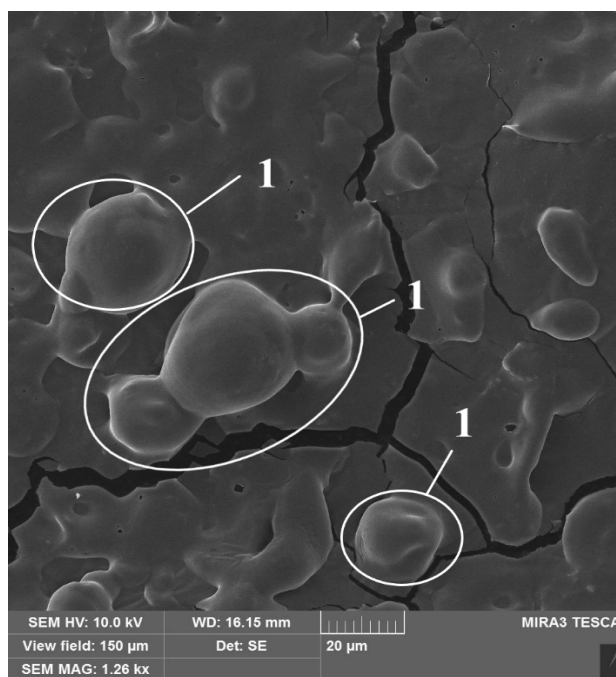
Значення процентилів D_{10} , D_{50} , D_{90} свідчать про те, що відповідно 10 %, 50 %, 90 % частинок об'ємного розподілу менше даного діаметра. Значення процентилів D_{10} , D_{50} та D_{90} для аквафаби нутової становили 13,3–13,7 мкм, 62,4–64,5 мкм та 140,7–145,4 мкм, квасолевої – 15,1–15,7 мкм, 94,5–98,1 мкм та 221,3–229,5 мкм, горохової – 24,9–25,8 мкм, 64,5–66,3 мкм та 183,5–187,2 мкм, сочевичної – 23,7–24,8 мкм, 74,2–75,8 мкм та 195,9–200,2 мкм (додаток А.1.1). Значення вказаних параметрів розмірного розподілу частинок свідчать про схожість зразків аквафаби горохової та сочевичної між собою. Аквафаба квасолева характеризується найбільшим об'ємним розподілом за розміром частинок, що може бути пов'язано з біологічними особливостями квасолі та можливими мікропошкодженнями сім'ядоля під час гідротермічного обробляння.

Для дослідження мікроструктури аквафаби використано метод електронної мікроскопії (рис. 3.10) за різного збільшення. Аналіз скануючих електронних мікрофотографій (СЕМ) аквафаби здійснено з метою ідентифікації визначеного гранулометричного складу (додаток А.1.1), на прикладі аквафаби нутової. Установлено, що аквафаба характеризується складною структурою, наявністю різноманітних компонентів, варіативністю їх структури (рис. 3.10).



Збільшення 1.26кх,

шкала масштабу 20,0 мкм



Збільшення 1.26кх,

шкала масштабу 20,0 мкм

Рис. 3.10. СЕМ фотографії аквафаби нутової, де: 1 – крохмаль (процентиль D_{50}), 2 – скупчення білка та крохмалю (процентиль D_{10}), 3 – клітинний матеріал (процентиль D_{90})

Під час аналізу СЕМ фотографій аквафаби виявлено, що її склад неоднорідний та містить значну кількість гранул крохмалю різної форми, скупчень більших за розміром гранул крохмалю та білка, частинок клітинного матеріалу. З огляду на те, що досягнення раціональної масової частки сухих речовин в аквафабі та доведення бобових до кулінарної готовності потребує тривалого гідротермічного впливу на бобові, це зумовлює неоднорідні зміни морфології гранул крохмалю. Так, у праці [161] визначено, що гранули нативного крохмалю нуту становлять 10,0–50,0 мкм, натомість гранули набухлого крохмалю – 20,0–200,0 мкм. Аналіз мікроструктури аквафаби дозволяє стверджувати, що до її складу входять значна кількість гранул крохмалю, що мають овальну форму з гладкою поверхнею та чітко вираженими краями, а також гранули крохмалю витягнутої форми. Менше міститься гранул крохмалю з

неоднорідною формою, що мають темні зони на поверхні й глибокі порожнини в середині гранул, а також гранул крохмалю, які характеризуються втягнутими в середину сторонами.

Експериментальні дані, щодо об'ємного розподілу за розмірами частинок зразків аквафаби (рис. 3.9, додаток А.1.1) та скануючої електронної мікроскопії (рис. 3.10) узгоджуються між собою, а також з опублікованими даними інших авторів. Так, ученими [162] визначено, що білкові фракції гороху становлять 2,0–25,0 мкм, а фракції крохмалю – 25,0–70,0 мкм.

Ураховуючи результати дифракційного дослідження зразків аквафаби доцільно вивчити її основні фізико-хімічні показники, які визначають функціонально-технологічні властивості аквафаби як харчової сировини.

3.3.2. Фізико-хімічні показники аквафаби

У зв'язку з відсутністю точних даних щодо хімічного складу аквафаби, одержаної з різних видів бобових, доцільне використання методів, які дозволяють швидко й інформативно її охарактеризувати. Дослідження хімічного складу аквафаби розпочато з використання методу інфрачервоної спектроскопії з перетворенням Фур'є (додаток А.2, рис. 3.11). Використання інфрачервоної спектроскопії забезпечує комплексне уявлення про хімічну природу аквафаби та сприяє ефективному плануванню подальших досліджень. Зазначений метод дозволяє ідентифікувати наявні в зразках аквафаби органічні та полімерні сполуки.

Результати інфрачервоної спектроскопії аквафаби, одержаної з різних видів бобових, відображають схожий профіль спектрів, які демонструють характерні піки різної вираженості, що дозволяє зробити припущення, що в зразків аквафаби подібний хімічний склад. Найбільш насиченими характеристичними смугами інфрачервоної спектроскопії зразків аквафаби є довгохвильова область ІКС <

1800 cm^{-1} (додаток А.2), адже до складу аквафаби переважно входять білки, вуглеводи. Найбільш важливу інформацію про первинну та вторинну структуру білка надає смуга складної форми (1500–1700 cm^{-1}) (рис. 3.11). Тут спостерігаються сильні валентні коливання, характерні пептидним зв'язкам C–N. Інтенсивна смуга валентних коливань амідів I (ν 1651 cm^{-1}) білкового кістяка виникає здебільшого через розтягування подвійного зв'язку C=O з невеликим вкладом від протифазного розтягування C–N, деформації C–C–N та вигину N–H на площині. Її положення та ширина чутливі до вторинної структури білка. Розщеплення смуги амідів I структур β -шару зумовлено механізмом перехідного дипольного сполучення. Це резонансна взаємодія між диполями сусідніх амідних груп, що коливаються, вона залежить від їх відносної орієнтації та відстані між ними [163]. Пік (1651 cm^{-1}) характеризує поглинання α -спіралі основного ланцюга білка. Унаслідок розщеплення основної смуги, β -шари виявляються у вигляді слабкої бічної смуги приблизно 1690 cm^{-1} та піку або плеча 1636 cm^{-1} .

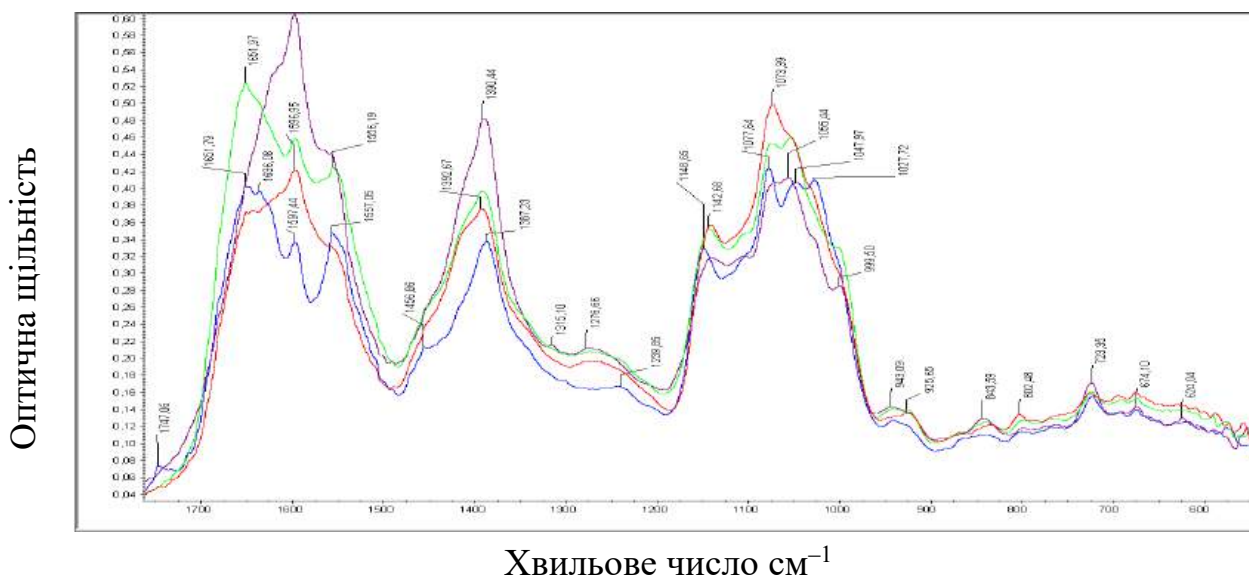


Рис. 3.11. Інформативний фрагмент інфрачервоних спектрів зразків аквафаби (500–1800 cm^{-1}), де: ■ – нутова, ■ – квасолева, ■ – горохова, ■ – сочевична

Смуга δ 1557 см^{-1} належить до деформаційних коливань амідів II, малоінформативна для аналізу структури білка. Вона є протифазною комбінацією вигину N–H в площині й розтягуючого коливання C–N, з меншим вкладом від вигину C=O в площині й розтягуючих коливань C–C і N–C. Мода амідів III в інфрачервоному спектрі слабка та не має діагностичного значення на відміну від Раман-спектрів [164].

Виражену смугу складної форми $900\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ в аквафабах формують вуглеводи. Вона складається з піків асиметричного розтягування ν_{as} 1148 см^{-1} і 1142 см^{-1} та позаплощинного вигину ω 723 см^{-1} глікозидних зв'язків C–O–C полісахаридів. Піки ν 1077 см^{-1} , 1073 см^{-1} , 1055 см^{-1} , 1047 см^{-1} , 1027 см^{-1} , 999 см^{-1} , 943 см^{-1} належать валентним коливанням численних зв'язків C–OH. Положення смуг залежить від структурної конфігурації кожного вуглецю в глюкозних і фруктозних мономерах, а також сил усередині та міжмолекулярних водневих зв'язків відповідних гідроксилів. Форма смуги, як і склад полісахаридів (целюлози, крохмалю, пектину та ін.), індивідуальна для аквафаби з різних видів бобових. Зокрема, смуга 1075 см^{-1} часто спостерігається в пектинів [165], а група смуг 1047 см^{-1} , 1027 см^{-1} , 999 см^{-1} може належати різним поліморфам крохмалю А, В і С-типу. Відношення інтенсивностей смуг 1027 см^{-1} та 1047 см^{-1} може бути індикатором кристалічності крохмалю. Іntenсивність смуги 1027 см^{-1} нативного крохмалю зменшується із збільшенням аморфного стану та зростає в міру його желатинізації [166].

Крім цього, ІКС полісахаридів характерна інтенсивна та широка смуга в області $3600\text{--}3000\text{ см}^{-1}$ (рис. 3.11). Вона відповідає валентним коливанням гідроксилів, а смуга в області $3000\text{--}2500\text{ см}^{-1}$ середньої інтенсивності належить до симетричних та асиметричних валентних коливань скелетних CH_2 та CH груп.

В області коливань аномерного вуглецю цукрів наявна специфічна смуга 843 см^{-1} , яка вказує на переважання α -конфігурацій піранозних форм глюкози у

всіх зразках аквафаби [165]. Смугу 802 cm^{-1} можна віднести до вібрацій вуглеводного скелета [167].

Разом із перерахованими спостерігаються неспецифічні для конкретних органічних сполук сильні смуги поглинання асиметричного та симетричного розтягування карбоксилат іону COO^- ν_{as} 1597 cm^{-1} та COO^- ν_{s} 1390 cm^{-1} , деформаційні коливання гідроксилу $\text{C}-\text{OH}$ σ 1276 cm^{-1} . Ці вібрації характерні для карбоксильної групи карбонових кислот, у тому числі амінокислот, ліпідів тощо.

На прикладі сочевиці необхідно відзначити наявність акриламід у значних кількостях. Акриламід є побічним продуктом реакції Майяра амінокислот з вільною нуклеофільною аміногрупою та редукуючих цукрів із реактивною карбонільною групою. Найчастіше реагують аспарагін та глюкоза. Наявність акриламід підтверджують характерні смуги асиметричної моди валентних коливань зв'язку $\text{C}=\text{N}$ ν_{as} 1239 cm^{-1} [168], розтягувань кетонного карбоніла $\text{C}=\text{O}$ ν 1747 cm^{-1} і ножичні деформації кінцевої метиленової групи олефінов σ 1456 cm^{-1} . Поява акриламід під час термічного оброблення рослинних продуктів не є рідкістю [169]. Наявність акриламід лише в аквафабі сочевичній можна пояснити її специфічним білково-вуглеводним складом. Порівняно з іншими бобовими аквафаба сочевична демонструє найнижчий ступінь і найповільнішу швидкість гідролізу через більш високий вміст білка та вищу температуру плавлення, що пов'язано із сильними молекулярними взаємодіями [170].

Таким чином, дослідження підтверджують наявність у складі аквафаби таких нутрієнтів, як білки (смуга $1500\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$), вуглеводи (смуга $900\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$ та $3600\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$), зокрема пектини (смуга 1075 cm^{-1}), крохмаль А, В і С-типу (група смуг 1047 cm^{-1} , 1027 cm^{-1} , 999 cm^{-1}), а також карбонових кислот, акриламід.

Визначення хімічного складу аквафаби є ключовим етапом для прогнозування її функціонально-технологічного потенціалу в харчовій

промисловості. Зокрема, такі показники, як масова частка сухих речовин, білка, вуглеводів та рН, дозволяють не лише охарактеризувати кількісний склад аквафаби, а й визначити найбільш перспективну бобову сировину для її одержання. Узагальнені дані хімічного складу та рН аквафаби наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Хімічний склад та рН зразків аквафаби ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Аквафаба	Масова частка, %				рН
	сухих речовин	білка	вуглеводів	крохмалю	
Нутова	5,12	1,32	3,24	1,42	6,2
Квасолева	2,79	0,82	1,74	0,75	6,1
Горохова	4,84	1,41	2,91	1,74	6,2
Сочевишна	5,42	1,11	3,82	2,15	6,2

Установлено, що найменшою масовою часткою сухих речовин характеризується аквафаба квасолева (2,77–2,80 %), а найбільшою – аквафаба сочевишна (5,40–5,43 %).

Зрозуміло, що на накопичення сухих речовин в аквафабі впливає багато чинників, у тому числі будова бобових. Зокрема, у квасолі міцна структура та напівпроникна оболонка, яка є механічною перешкодою переходу сухих речовин у варильне середовище, що безпосередньо впливає на нижчу масову частку сухих речовин в аквафабі квасолевій порівняно з іншими зразками.

У досліджуваних зразках найнижчу масову частку білка визначено в аквафабі квасолевій (0,81–0,83 %), а найвищу – у гороховій (1,39–1,43 %). При цьому масова частка сухих речовин у зразках аквафаби не відображає прямої залежності від масової частки білка. Зокрема, найвищу масову частку сухих речовин (5,40–5,43 %) зафіксовано в аквафабі сочевичній, у якій масова частка білка становила лише 1,09–1,13 %. Це може свідчити про те, що вищу масову частку сухих речовин у цьому зразку аквафаби представлено водорозчинними вуглеводами.

Більша масова частка білка в нутовій та гороховій аквафабі порівняно з аквафабою квасолевою та сочевиною, ймовірно, забезпечуватиме їх різну здатність до емульгування. Відмінний вміст білка в зразках підтверджує залежність хімічного складу аквафаби від виду використаних бобових та вмісту в них водорозчинних нутрієнтів, які дифундують у водний розчин. Це вказує на необхідність дослідження різних видів вихідної сировини для одержання аквафаби з метою досягнення бажаних функціонально-технологічних властивостей. Визначені раціональні параметри технологічного процесу доведення бобових до кулінарної готовності у взаємозв'язку із масовою часткою сухих речовин в аквафабі (рис. 3.7) дозволять забезпечити відповідну концентрацію водорозчинних нутрієнтів за умови використання традиційного технологічного процесу, який можливо реалізувати в практичній діяльності. Відповідно досягнення вищої концентрації водорозчинних нутрієнтів у аквафабі обмежується фізичними, фізико-хімічними показниками та хімічним складом використаних бобових.

Визначено, що рівень рН досліджуваних зразків аквафаби в діапазоні 6,1–6,3, що відповідає злегка кислому середовищу та узгоджується з рівнем рН вихідної сировини (рН 6,4–6,7), з якої її одержано.

Масова частка сухих речовин у харчових продуктах відображає сумарний вміст білків, вуглеводів, вітамінів та інших речовин, концентрація яких корелює з технологічними властивостями харчових продуктів, зокрема з реологічними показниками, тому доцільно дослідити в'язкість зразків аквафаби (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Ефективна в'язкість аквафаби залежно від швидкості зсуву ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Швидкість зсуву, с^{-1}	В'язкість аквафаби, $\text{мПа}\cdot\text{с}$			
	нутова	квасолева	горохова	сочевишна
0,12	20,60	0,80	20,30	20,10
0,24	10,20	0,80	10,90	10,20
0,47	0,90	0,80	1,20	0,60

Досліджувані зразки аквафаби нутової, горохової, сочевичної демонструють неньютонівські властивості в зазначеному діапазоні швидкостей зсуву. Проте аквафаба з квасолі, яка має масову частку сухих речовин 2,77–2,80 %, що значно менше, ніж у інших зразках аквафаби, виявляє реологічні властивості, характерні для ньютонівських рідин, тобто демонструє стабільну в'язкість незалежно від прикладеної швидкості зсуву. Масова частка сухих речовин корелює зі збільшенням молекулярної маси завдяки підвищенню вмісту водорозчинного білка та полісахаридів, що пов'язано зі збільшенням в'язкості.

Відповідно до сформульованої робочої гіпотези, функціонально-технологічні властивості аквафаби підтверджуються визначеним хімічним складом. Наступним етапом експериментальних досліджень обрано визначення емульгувальної ємності та стійкості ЕС на основі аквафаби.

Розроблена концепція закусок з гетерогенною структурою передбачає одночасне одержання як бобових відварених із високими органолептичними показниками, так і аквафаби з раціональною масовою часткою сухих речовин. Інтеграція цих напівфабрикатів у єдину технологію закусок дозволить не лише забезпечити прогнозовані органолептичні показники кінцевого продукту, а й дотримуватися принципів сталого виробництва. Ураховуючи, що в аквафабі квасолевій незалежно від варіювання технологічних параметрів не відбувається накопичення достатньої масової частки сухих речовин, її використання потребує альтернативних підходів одержання для можливої реалізації її функціонально-технологічних властивостей. Крім того, через біологічні особливості сочевиці виникають труднощі з контролюванням технологічного процесу одержання напівфабрикатів із неї без перетворення суміші в суспензію, що загалом ускладнює технологічний процес. Відповідно до зазначеного вважали за доцільне скоротити кількість досліджуваних зразків аквафаби. Ураховуючи розроблену концепцію технології харчового продукту, найбільш перспективною сировиною

визначено нут і горох. У зв'язку з цим подальші дослідження зосереджені саме на цих видах бобових.

Проведені дослідження із застосуванням інструментальних та інфрачервоних методів дозволили звузити предмет дослідження та визначити ключові показники аквафаби, а саме органолептичні та мікроструктурні, хімічний склад, що є підґрунтям для дослідження емульгувальних властивостей аквафаби. Крім того, отримані дані підтверджують доцільність ревіталізації супутньої рідини (аквафаби) в технологічному процесі, що підвищуватиме його ефективність.

3.3.3. Дослідження емульгувальної ємності аквафаби та стійкості емульсійних систем на її основі

Для встановлення раціональних параметрів одержання ЕС досліджено емульгувальну ємність та стійкість емульсій залежно від масової частки сухих речовин в аквафабі, масової частки жирової фази, вмісту стабілізаторів, що дозволить отримати необхідну комплексну оцінку систем за багатьма показниками. На першому етапі визначено емульгувальну ємність аквафаби залежно від масової частки сухих речовин (рис. 3.12).

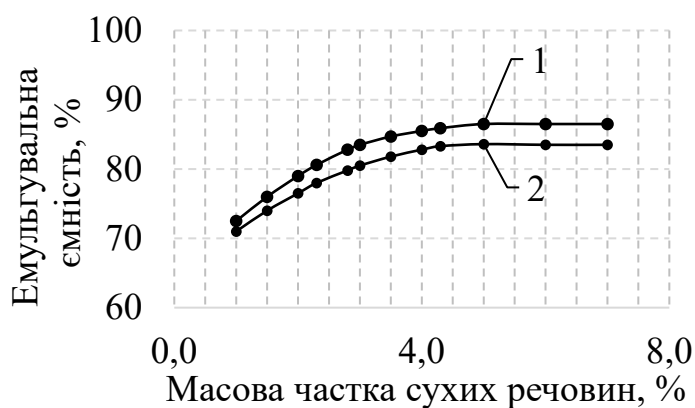


Рис. 3.12. Емульгувальна ємність аквафаби залежно від масової частки сухих речовин, де: 1 – нутова; 2 – горохова

З даних, які наведено на рис. 3.12, бачимо, що емульгувальна ємність аквафаби нутової та горохової демонструє подібні закономірності. В інтервалі масової частки сухих речовин від 1,0 % до 4,0 % спостерігається підвищення емульгувальної ємності.

Подальше підвищення масової частки сухих речовин в аквафабі не має значного впливу на емульгувальну ємність, значення досягають плато. Однак емульгувальна ємність аквафаби нутової дещо вища, ніж горохової, що, ймовірно, зумовлено вищим вмістом ПАР (табл. 3.9). Отримані результати свідчать про можливість одержання ЕС із масовою часткою жиру в широкому діапазоні – від 29,5–30,0 % до 82,5–86,5 %. Значення точки інверсії фаз досягається за масової частки жирової фази 85,4–86,5 % для аквафаби нутової та 82,5–84,6 % жирової фази для аквафаби горохової за масової частки сухих речовин 4,5–7,0 %.

Визначено, що емульгувальна ємність систем на основі аквафаби залежить як від виду аквафаби, одержаної після гідротермічного оброблення нуту чи гороху, так і від масової частки сухих речовин у ній.

Дослідження кінетичної, агрегативної та загальної стійкості ЕС (рис. 3.13), залежно від масової частки сухих речовин в аквафабі та жирової фази, дозволило сформулювати такі висновки.

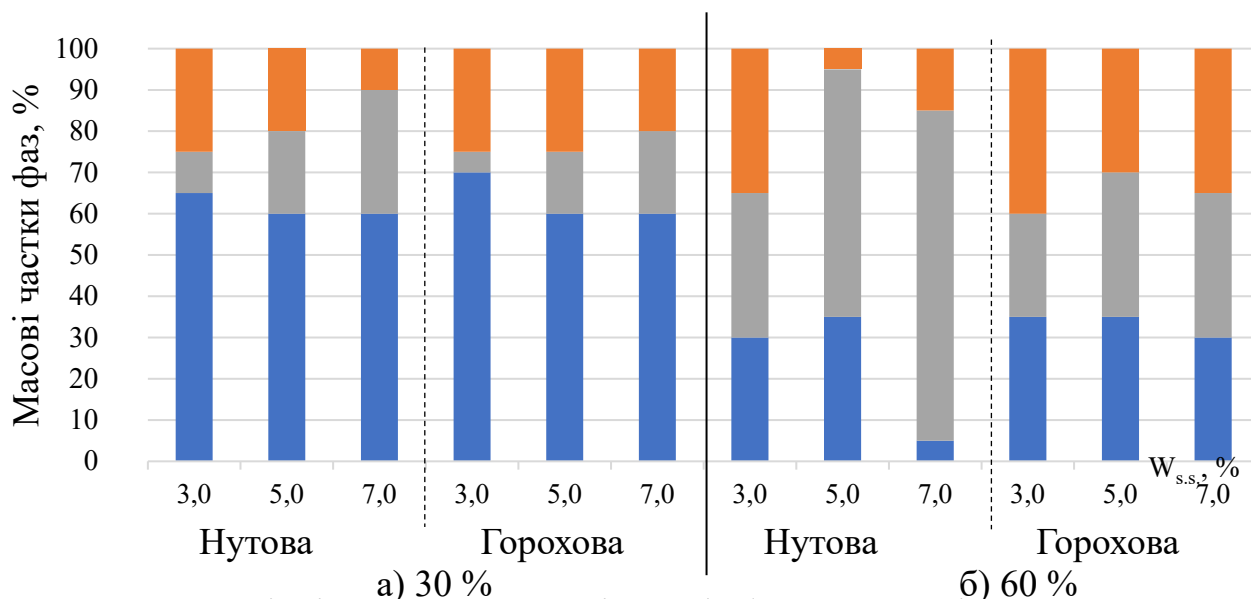


Рис. 3.13. Стійкість ЕС на основі аквафаби залежно від масової частки сухих речовин в аквафабі та масової частки жирової фази (а, б), де: ■ – масова частка водної фази, % , ■ – масова частка незруйнованої емульсії, %, ■ – масова частка жирової фази, % (n = 5, P ≥ 0,95)

Досліджувані зразки аквафаби характеризуються високою емульгувальною ємністю (рис. 3.12), проте ЕС на їх основі не є стабільними, розшаровуються на три фази (жирову, незруйновану емульсію, водну фазу). Із даних рис. 3.13 бачимо, що ЕС на основі аквафаби нутової та горохової за масової частки жирової фази 30 % характеризуються загальною стабільністю у межах 5–30 %. Водночас збільшення масової частки жирової фази до 60 % призвело до збільшення загальної стабільності утворених емульсій у межах 25–80 %. Це пов'язано з відсутністю чинників стабілізації, водна фаза не зв'язана й легко відокремлюється у вільному стані. Це свідчить про необхідність пошуку технологічних чинників стабілізації утворених ЕС шляхом комбінування властивостей аквафаби із стабілізаторами. Ураховуючи вище зазначене, досліджено вплив полісахаридів із високим ступенем гідрофільності, а саме ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого на стійкість емульсій. Ксантанову камідь обрано на підставі того, що вона характеризується високими гідратаційними властивостями, підвищує в'язкість та сприяє утворенню систем з «довгою», плинною текстурою. У свою чергу, крохмаль прежелатинізований має відмінні властивості та в залежності від масової частки сприяє утворенню густих, гелеподібних, в'язких або пастоподібних текстур з «короткою» текучістю.

Вплив ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого на стабілізацію ЕС за різної масової частки сухих речовин в аквафабі та масової частки жирової фази наведено на рис. 3.14–3.17.

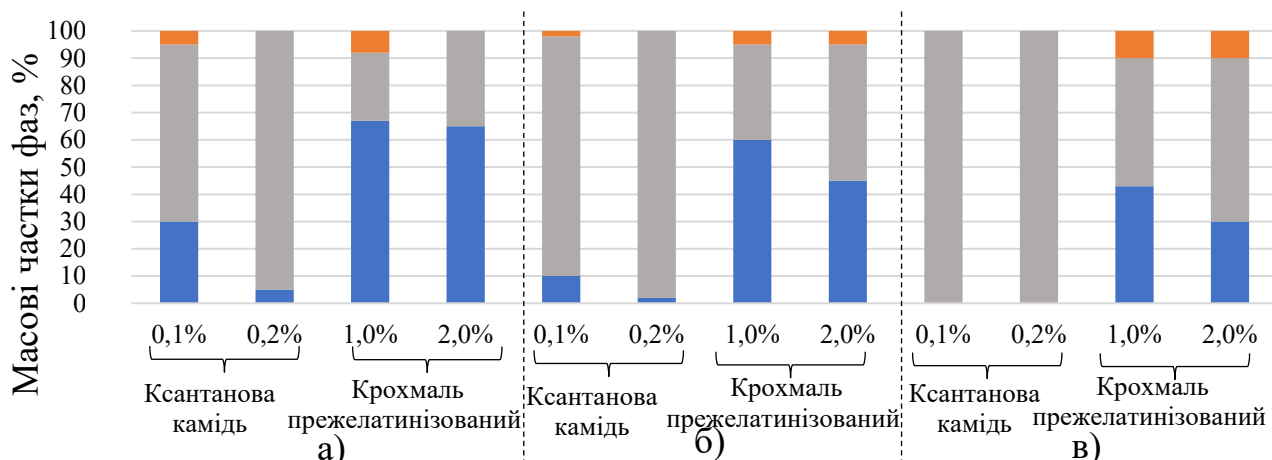


Рис. 3.14. Стійкість ЕС (масова частка жирової фази 30 %) на основі аквафаби нутової залежно від вмісту ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого за масової частки сухих речовин в аквафабі, %: а) 3,0 %, б) 5,0 %, в) 7,0 %, де: ■ – масова частка водної фази, %, ■ – масова частка незруйнованої емульсії, %, ■ – масова частка жирової фази, % ($n = 5, P \geq 0,95$)

Аналіз даних, наведених на рис. 3.14, свідчить про те, що підвищення вмісту ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого в ЕС на основі аквафаби нутової в досліджуваному діапазоні масової частки сухих речовин сприяло збільшенню загальної стабільності утворених систем. Визначено, що досягнення 100 % стабільності системи можливе на основі аквафаби з масовою часткою сухих речовин 7,0 % та за введення 0,1 % ксантанової каміді.

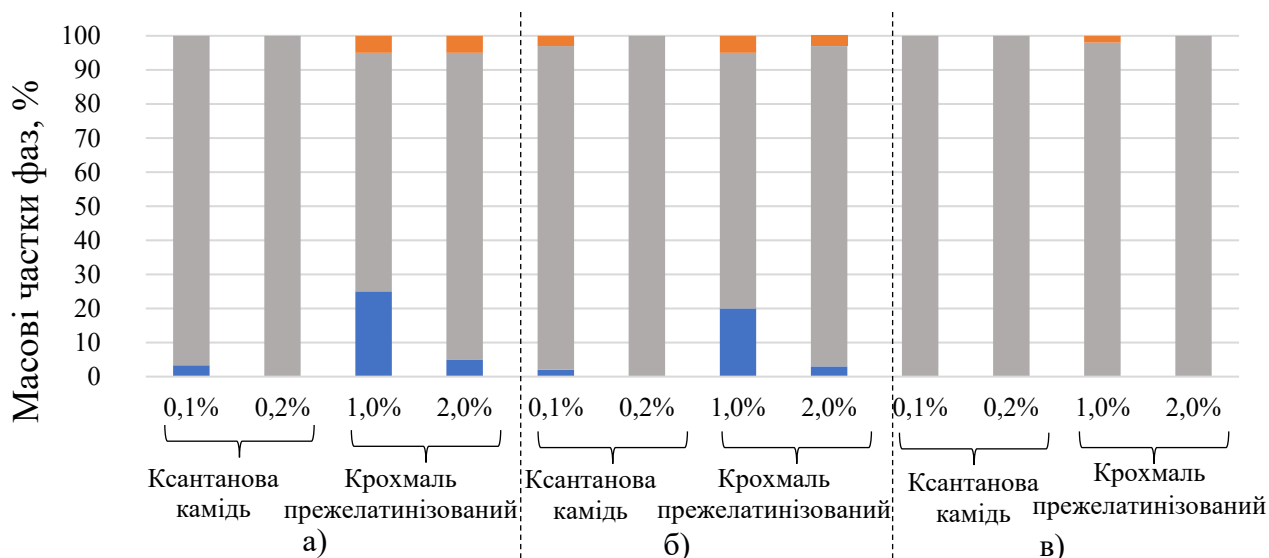


Рис. 3.15. Стійкість ЕС (масова частка жирової фази 60 %) на основі аквафаби нутової залежно від вмісту ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого за масової частки сухих речовин в аквафабі, %: а) 3,0 %, б) 5,0 %, в) 7,0 %, де: ■ – масова частка водної фази, %, ■ – масова частка незруйнованої емульсії, %, ■ – масова частка жирової фази, % ($n = 5, P \geq 0,95$)

Аналіз даних на рис. 3.14, 3.15, дозволяє стверджувати, що збільшення масової частки жирової фази з 30 % до 60 % ефективно впливає на досягнення вищих значень загальної стабільності утворених ЕС на основі нутової аквафаби. Так, під час введення ксантанової каміді досягнуто стабільність систем 87–100 %, а крохмалю прежелатинізованого – 70–100 %.

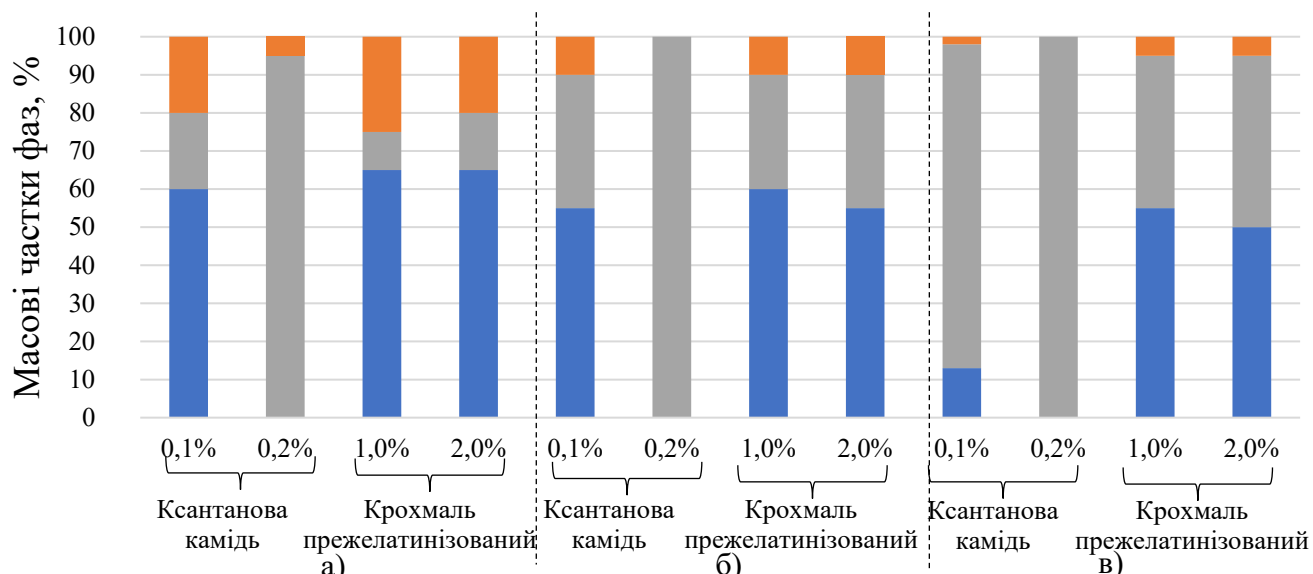


Рис. 3.16. Стійкість ЕС (масова частка жирової фази 30 %) на основі аквафаби горохової залежно від вмісту ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого за масової частки сухих речовин в аквафабі, %: а) 3,0 %, б) 5,0 %, в) 7,0 %, де: ■ – масова частка водної фази, %, ■ – масова частка незруйнованої емульсії, %, ■ – масова частка жирової фази, % ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Із даних рис. 3.16 бачимо, що введення 0,2 % ксантанової каміді в ЕС на основі аквафаби горохової дозволяє досягнути 95–100 % загальної стійкості системи, незалежно від масової частки сухих речовин. При цьому введення 2,0 % крохмалю прежелатинізованого дозволяє досягнути 15–45 % стійкості систем. У досліджуваних зразках емульсій, де як стабілізатор системи використано крохмаль прежелатинізований, спостерігається низька кінетична стійкість, а саме 50–65 %. Натомість у зразках емульсій із введенням 0,1 % ксантанової каміді кінетична стійкість прямо залежала від масової частки сухих речовин в аквафабі,

за вмісту сухих речовин 3,0 %, 5,0 % та 7,0 % кінетична стійкість становить 60 %, 55 % та 13 %, відповідно.

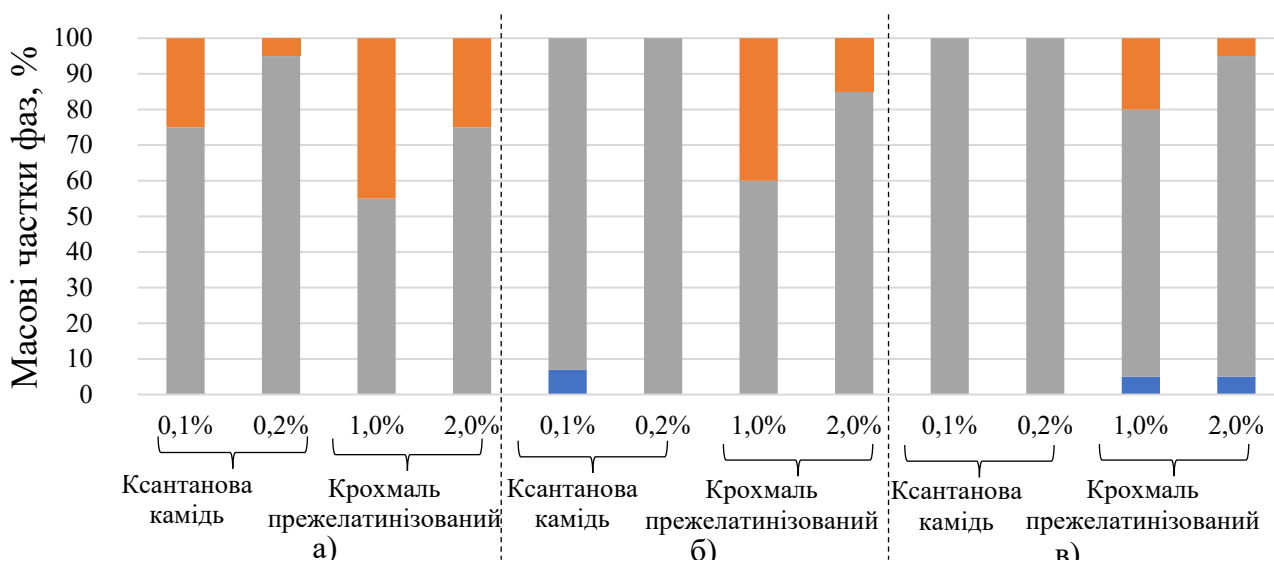


Рис. 3.17. Стійкість ЕС (масова частка жирової фази 60 %) на основі аквафаби горохової залежно від вмісту ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого за масової частки сухих речовин в аквафабі, %: а) 3,0 %, б) 5,0 %, в) 7,0 %, де: ■ – масова частка водної фази, %, ■ – масова частка незруйнованої емульсії, %, ■ – масова частка жирової фази, % ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

На основі даних рис. 3.17 встановлено, що ЕС за масової частки жиру 60 % на основі аквафаби горохової та стабілізаторів характеризуються більшою мірою агрегативною нестабільністю, ніж інші досліджувані системи (рис. 3.14–3.16). Так, у системах відділилося 5–45 % масової частки жирової фази й 5–7 % – водної.

Одержані експериментальні дані є показовими щодо того, які раціональні концентрації стабілізаторів необхідно обирати для утворення стійких ЕС на основі аквафаби.

Введення ксантанової каміді та крохмалю прежелатинізованого до ЕС на основі аквафаби нутової сприяло збільшенню масової частки незруйнованої емульсії, майже повністю усуваючи водну фазу. Ксантанова камідь, як речовина з

високою гідрофільністю, зв'язує воду та стабілізує систему. Така закономірність спостерігалася в усіх досліджених зразках емульсій, причому їхня стабільність зростала зі збільшенням масової частки сухих речовин. Зазначені закономірності спостерігалися і в аквафабі гороховій, проте в іншому діапазоні концентрацій масової частки сухих речовин. Так, в ЕС із масовою часткою жиру 30 % стабільність емульсії з 5–30 % за введення ксантанової каміді зросла до 20–100 %, а за введення крохмалю прежелатинізованого – до 10–60 %. Натомість в ЕС із масовою часткою жиру 60 % стабільність емульсії з 35–80 % за введення ксантанової каміді зросла до 75–100 %, а за введення крохмалю прежелатинізованого – до 55–100 %.

Крохмаль прежелатинізований не є високомолекулярною сполукою, як, наприклад, ксантанова камідь, це зерно, яке набухає у водній фазі. Відповідно технологічні властивості крохмалю обмежуються масовою часткою водної фази, що може мати деструктивний вплив на стабільність утворених високожирних емульсій. Крохмаль, набухаючи у водній фазі, поглинає воду, зменшуючи її кількість у системі, що перешкоджає формуванню емульсійної структури. Це, у свою чергу, спричиняє відокремлення жиру, що може призводити до часткового руйнування емульсії та втрати її структурної цілісності.

Залежність масової частки незруйнованої емульсії від масової частки сухих речовин в аквафабі нутовій (рис. 3.18) та гороховій (рис. 3.19) відображає зміни стабільності емульсій.

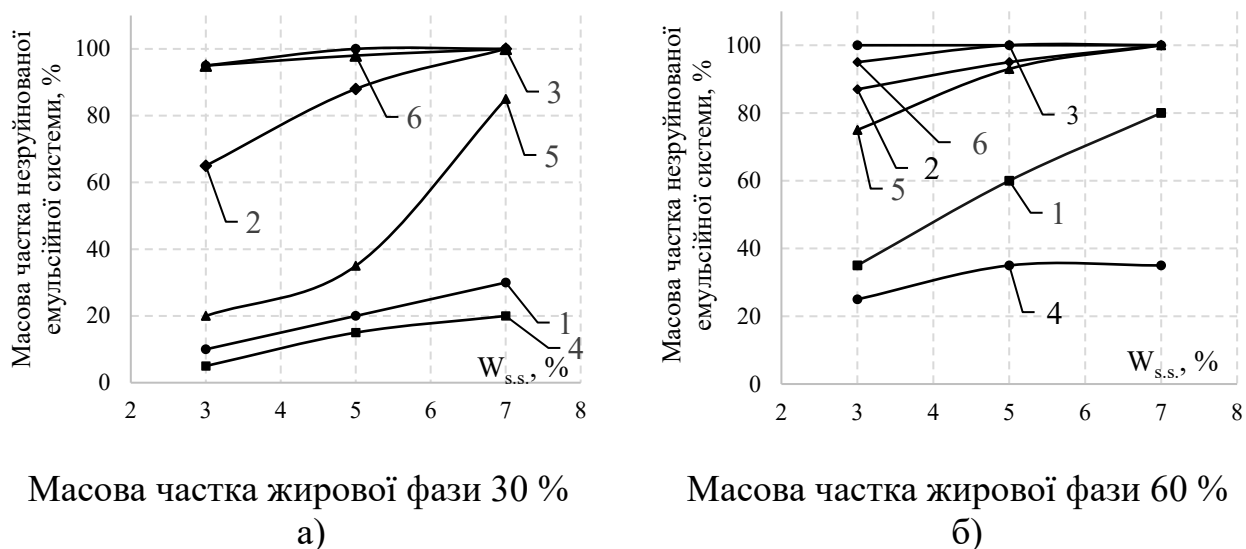


Рис. 3.18. Масова частка незруйнованої ЕС залежно від виду аквафаби та масової частки сухих речовин у ній (1, 2, 3 – аквафаба нутова; 4, 5, 6 – аквафаба горохова) та вмісту ксантанової каміді, %: 1, 4 – 0; 2, 5 – 0,1; 3, 6 – 0,2

Аналіз даних, наведених на рис. 3.18, дозволяє констатувати, що додавання 0,2 % ксантанової каміді в емульсії за масової частки жирової фази 30 % на основі аквафаби дозволило досягнути 95–100 % незруйнованої системи (загальна стійкість), незалежно від масової частки жирової фази чи сухих речовин в аквафабі, або її виду.

Натомість в ЕС на основі аквафаби нутової за масової частки жирової фази 60 % введення 0,1–0,2 % ксантанової каміді дозволило досягнути 87–100 % стабільності системи, а в ЕС на основі аквафаби горохової – 75–100 %. Так, у досліджуваних зразках емульсій досягнуто 100 % загальної стійкості за масової частки сухих речовин в аквафабі 7 % незалежно від вмісту ксантанової каміді чи виду аквафаби. За масової частки сухих речовин в аквафабі 5 % повна стійкість системи спостерігалася лише за умови введення 0,2 % ксантанової каміді. У зразках емульсій на основі аквафаби з масовою часткою сухих речовин 3 % повну стійкість системи досягнуто виключно в емульсіях на основі аквафаби нутової та за умови введення ксантанової каміді 0,2 %.

Загалом для ефективного формування ЕС на основі аквафаби необхідно забезпечити реалізацію як емульгуювальних властивостей аквафаби, так і застосування відповідного технологічного підходу для стабілізації утворених систем. Завдяки введенню стабілізаторів, зокрема ксантанової каміді, можливо отримати стабільні системи, які не залежатимуть від масової частки жирової фази чи сухих речовин в аквафабі.

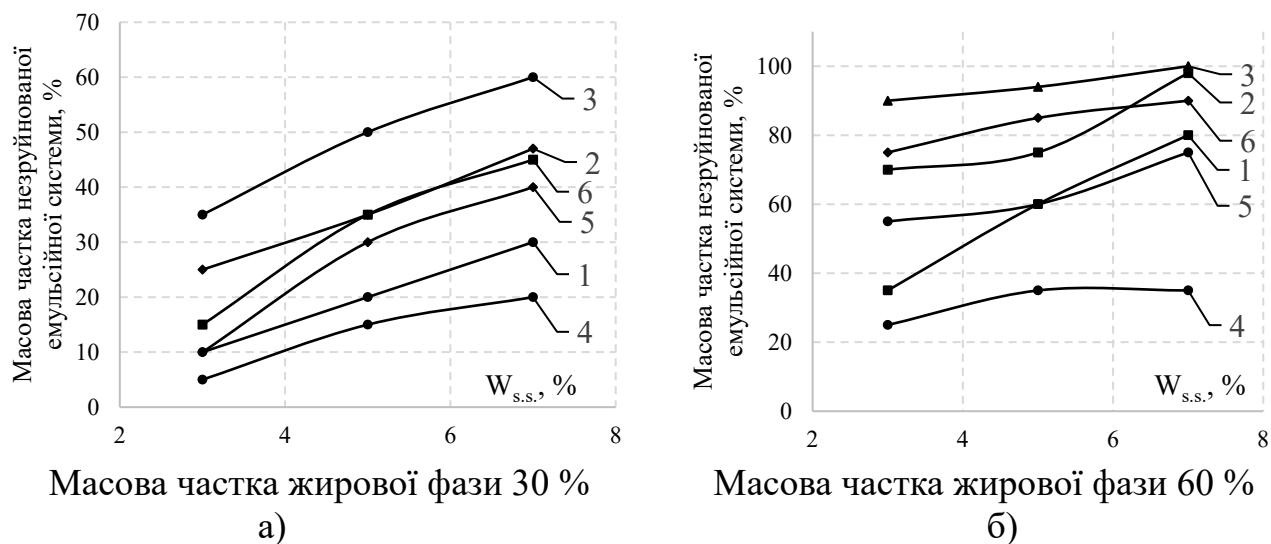


Рис. 3.19. Масова частка незруйнованої ЕС залежно від виду аквафаби та масової частки сухих речовин у ній (1, 2, 3 – аквафаба нутова; 4, 5, 6 – аквафаба горохова) та вмісту крохмалю прежелатинізованого, %: 1, 4 – 0; 2, 5 – 1,0; 3, 6 – 2,0

Аналіз даних, поданих на рис. 3.19 а), дозволяє зробити висновок, що в ЕС за масової частки жирової фази 30 % на основі аквафаби горохової за використання обраних стабілізаторів не вдається досягнути стабільності систем, що вимагає використання інших технологічних рішень.

На основі даних, наведених на рис. 3.19 б) встановлено, що додавання крохмалю прежелатинізованого підвищує стабільність ЕС, як і ксантанова камідь, проте за відмінних технологічних параметрів. Зокрема, за масової частки жирової фази 60 % та масової частки сухих речовин від 5,0 % до 7,0 %, аквафаба нутова

демонструє масову частку незруйнованої емульсії в діапазоні 94–100 %, тоді як аквафаба горохова – 85–90 %. Так, повну загальну стійкість емульсії за введення 2,0 % крохмалю прежелатинізованого досягнуто в зразку на основі аквафаби нутової з масовою часткою сухих речовин 7,0 %.

Таким чином, введення крохмалю прежелатинізованого та ксантанової каміді сприятиме стабілізації ЕС на основі аквафаби та дозволить корегувати їхні властивості. Це зумовить досягнення бажаних органолептичних показників кінцевого продукту.

Експериментально встановлено, що аквафаба характеризується високою емульгувальною ємністю та здатністю утворювати ЕС у широкому діапазоні масової частки жирової фази від 29,5–30,0 % до 82,5–86,5 %, проте ці показники значною мірою залежать від масової частки сухих речовин в аквафабі. Однак ЕС на основі аквафаби є нестійкими, що потребує відповідних технологічних рішень: створення ЕС із наступною стабілізацією. На етапі стабілізації вирішують проблему низького вмісту масової частки сухих речовин в аквафабі шляхом додавання до харчової системи компонентів, які підвищують її в'язкість і забезпечують структурну стабільність.

Експериментальні дані щодо кінетичної та агрегативної нестійкості ЕС на основі аквафаби з масовою часткою сухих речовин 3,0 % свідчать про те, що її використання як дисперсійного середовища призводить до найнижчих значень стійкості утворених систем на її основі. Натомість використання аквафаби з масовою часткою сухих речовин 7,0 % забезпечує формування найбільш стабільних систем. Проте одержання аквафаби з такою масовою часткою сухих речовин вимагає подовженого гідротермічного оброблення бобових, що перетворює їх у надлишковий напівфабрикат та призводить до ускладнення й здорожчання технологічного процесу. З огляду на отримані експериментальні дані та враховуючи інноваційний задум розроблення технології закусок, подальші дослідження ЕС доцільно продовжити на основі аквафаби нутової з

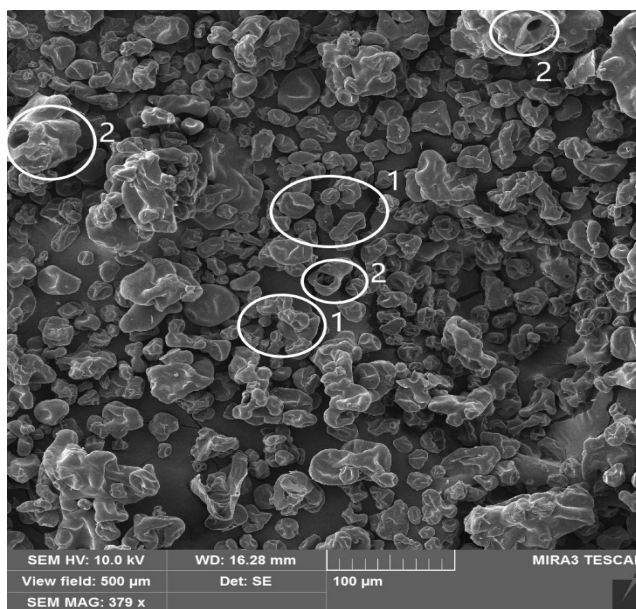
масовою часткою сухих речовин 4,97–5,21 % та горохової з масовою часткою сухих речовин 4,73–4,92 %, що досягнуто завдяки визначеним у підрозділі 3.1 раціональним параметрам гідромеханічного та гідротермічного оброблення бобових. Надалі дослідження спрямовано на визначення впливу обраних стабілізаторів та їх масової частки на мікроструктурні та структурно-механічні показники ЕС на основі аквафаби за масової частки жирової фази 30 % та 60 %.

3.4. Визначення закономірностей формування мікроструктури та структурно-механічних показників емульсійних систем на основі аквафаби

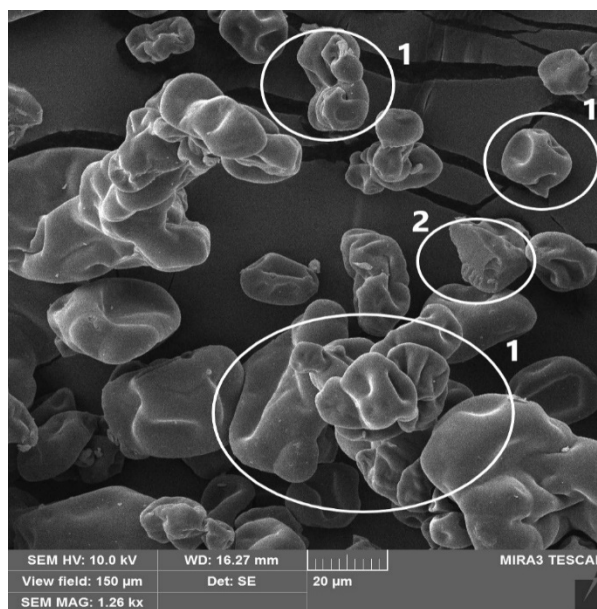
До складу аквафаби входять сполуки, здатні виявляти ПАВ та формувати міжфазні адсорбційні шари, що забезпечує можливість утворення емульсій на її основі в широкому діапазоні масової частки жирової фази. Однак для забезпечення тривалої стійкості цих систем визначено доцільність використання стабілізаторів, таких як ксантанова камідь або крохмаль прежелатинізований, які за загальними ознаками є полісахаридами. Вони мають відмінну будову та функціонально-технологічні властивості. Ксантанова камідь є лінійним полісахаридом, що стабілізує систему шляхом утворення в'язкої тривимірної сітчастої структури, розчинення якого приводить до одержання високомолекулярних розчинів. Натомість гранули крохмалю прежелатинізованого набухають, абсорбують воду й уповільнюють рух крапель жирової фази. Введення до систем обраних полісахаридів впливає на в'язкість дисперсійного середовища та забезпечує структурно-механічну стабілізацію з одночасним формуванням текстури емульсій. Проте ефективність стабілізації та можливого перебігу дестабілізаційних процесів у емульсіях залежить і від мікроструктурних показників утворених систем, адже відповідно до закону Стокса швидкість осідання частинок прямо пропорційна квадрату їхнього радіуса та обернено пропорційна в'язкості середовища, що визначає стабільність ЕС на

основі аквафаби. Отже, дрібніші краплі жирової фази сповільнюють фазове розшарування, забезпечуючи тривалішу стабільність емульсії.

Ураховуючи вищезазначене, ефективність стабілізації ЕС визначається, з одного боку, в'язкістю системи, а з іншого – її дисперсністю. Відповідно надалі досліджено вплив масової частки ксантанової каміді або крохмалю прежелатинізованого та масової частки жирової фази на мікроструктурні (рис. 3.21–3.22), структурно-механічні показники (рис. 3.23–3.24) ЕС на основі аквафаби нутової або горохової. Однак з урахуванням особливостей набухання гранул крохмалю прежелатинізованого у складі ЕС та можливого впливу цього процесу на перебіг дестабілізаційних явищ доцільним є проведення аналізу морфологічних характеристик крохмалю методом скануючої електронної мікроскопії (рис. 3.20).



Збільшення 379х,
шкала масштабу 100,0 мкм



Збільшення 1.26кх,
шкала масштабу 20,0 мкм

Рис. 3.20. Електронні мікрофотографії крохмалю прежелатинізованого, де: 1 – гранули крохмалю прежелатинізованого, 2 – пошкоджені гранули крохмалю

SEM фотографії крохмалю прежелатинізованого (рис. 3.20) свідчать про наявність гранул крохмалю з поглибленнями, втягнутими зовнішніми сторонами

в середину гранул та злипанням дрібних гранул у більші агломерати. Наявність гранул такої форми зумовлена тим, що в процесі пливу температури та перебігу процесу желатинізації відбувається набухання гранул із наступним їх колапсом під час висушування, коли випаровується волога та гранули набувають типової зморщеної, дещо здавленої в середину форми. При цьому збільшення окремих гранул до 15,0–50,0 мкм свідчить про наявність у певної кількості гранул крохмалю отворів, що, можливо, пов'язано з рекомбінацією амілози та амілопектину. Наявні фізичні пошкодження, шершавості могли сформуватися під час сушіння з наступним подрібненням крохмалю.

Мікроструктурні показники ЕС досліджено як без використання стабілізаторів, так і з ними, що доцільно для визначення впливу виду стабілізаторів та їхньої масової частки на формування мікроструктури систем у порівнянні з контрольними зразками без стабілізаторів. Однак реологічні показники ЕС досліджено лише для зразків за використання стабілізаторів, адже без їх використання ЕС характеризуються агрегативною та кінетичною нестабільністю (рис. 3.13), що унеможливило застосування цих систем у харчовій промисловості. З огляду на зазначене реологічні показники досліджено лише для зразків емульсій, стабілізованих шляхом використання ксантанової каміді чи крохмалю прежелатинізованого.

Аквафаба являє собою складну систему, яка є розчином високо- та низькомолекулярних речовин, а також суспензійних частинок сировини (рис. 3.9, 3.10, табл. 3.8). Під час процесу емульгування відбувається гомогенізація системи, проте одержана емульсія містить не лише краплі олії, а й частинки, наявні в аквафабі, які інтегруються в просторову структуру емульсії. Ураховуючи це, надалі використано термін «частинки», а не «краплі жиру» щодо інтерпретації отриманих експериментальних даних.

Досліджено мікроструктурні показники ЕС на основі аквафаби нутової (рис. 3.21) та горохової (рис. 3.22) за різної масової частки жирової фази.

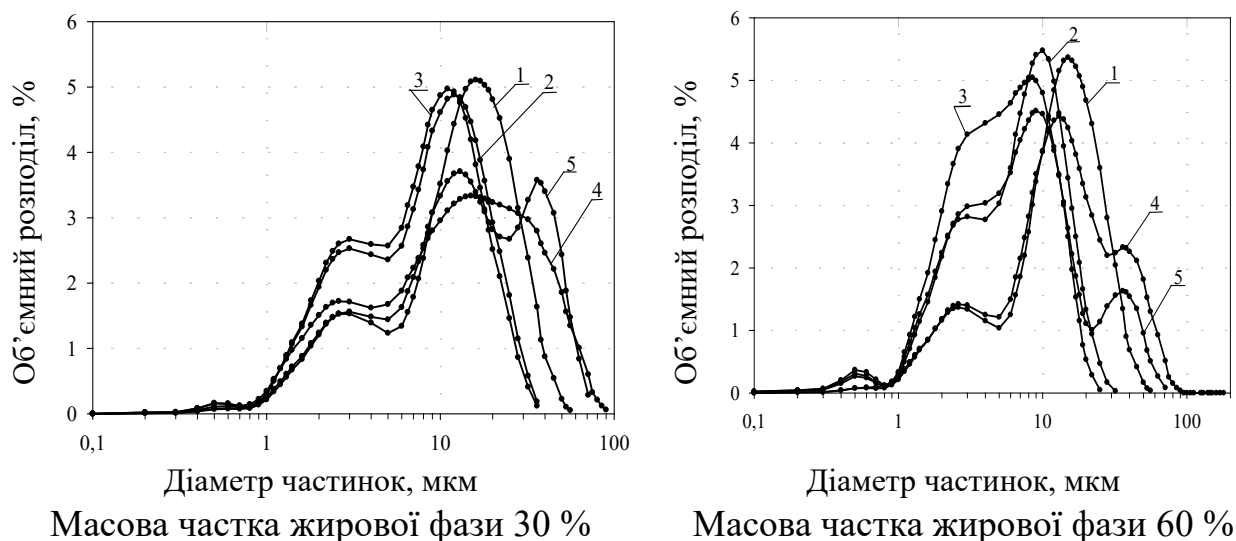


Рис. 3.21. Об'ємний розподіл за розмірами частинок ЕС на основі аквафаби нутової, де: 1 – без стабілізації ЕС; 2, 3 – ксантанової каміди 0,1 % та 0,2 %, відповідно; 4, 5 – крохмалю прежелатинізованого 1,0 % та 2,0 %, відповідно ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Медіанний розмір частинок (процентиль D_{50}) ЕС із масовою часткою жиру 30 % становить 12,0–12,8 мкм, натомість збільшення масової частки жиру до 60 % не впливає на це значення, воно становить 11,9–12,6 мкм.

Використання 0,1 % ксантанової каміди як стабілізатора в ЕС на основі аквафаби нутової з масовою часткою жирової фази 30 % забезпечило процентиль D_{50} на рівні 7,9–8,1 мкм. Збільшення концентрації ксантанової каміди до 0,2 % сприяло незначному зменшенню процентилу D_{50} до 7,3–7,5 мкм. Натомість у системах з масовою часткою жирової фази 60 % вплив ксантанової каміди на зменшення розміру частинок більш виражений. Так за концентрації 0,1 % процентиль D_{50} становив 6,4–6,6 мкм, а за концентрації 0,2 % – 4,8–4,9 мкм. Отже, збільшення масової частки жирової фази та вмісту ксантанової каміди сприяє зменшенню розмірних показників частинок дисперсної фази в ЕС на основі аквафаби нутової.

У системах з масовою часткою жиру 30 % використання 1,0 % та 2,0 % крохмалю прежелатинізованого призвело до збільшення об'ємного розподілу частинок за розмірами, процентилю D_{50} яких становив відповідно 11,7–11,9 мкм і 12,6–12,9 мкм. Однак в ЕС з масовою часткою жиру 60 % вплив крохмалю прежелатинізованого на об'ємний розподіл частинок виявився протилежним, підвищення його вмісту з 1,0 % до 2,0 % супроводжувалося зменшенням процентилю D_{50} з 11,9–12,2 мкм до 6,5–6,7 мкм.

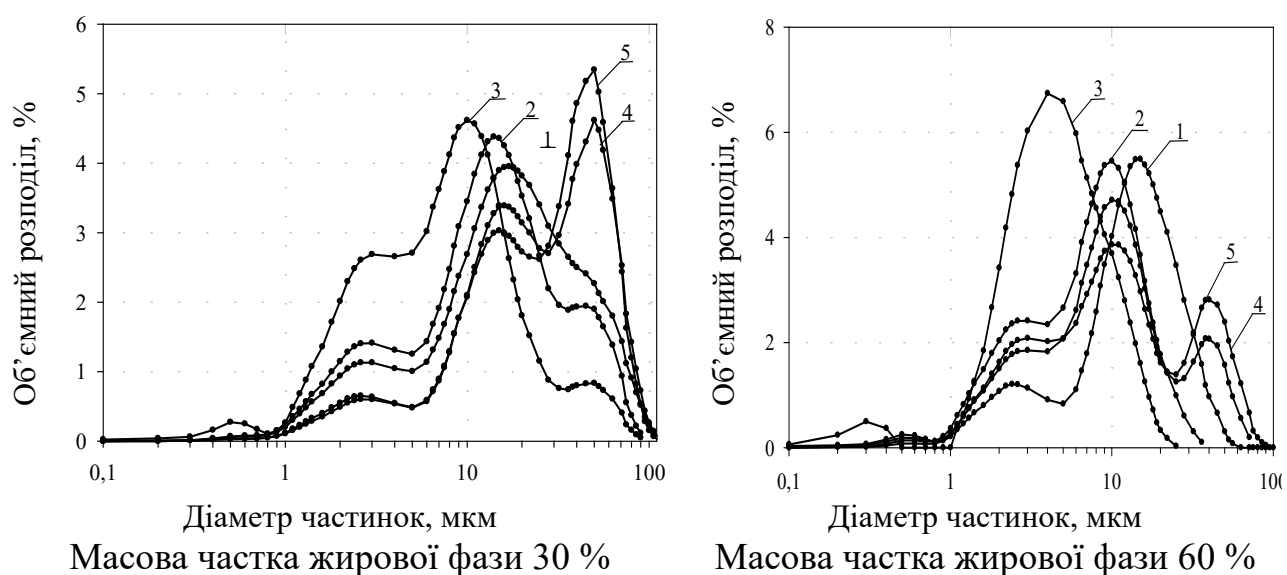


Рис. 3.22. Об'ємний розподіл за розмірами частинок ЕС на основі аквафаби горохової, де: 1 – без стабілізації ЕС; 2, 3 – ксантанової каміді 0,1 % та 0,2 %, відповідно; 4, 5 – крохмалю прежелатинізованого 1,0 % та 2,0 %, відповідно ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Експериментально встановлено (рис. 3.22), що збільшення масової частки жирової фази в ЕС на основі аквафаби горохової зменшує об'ємний розподіл за розмірами частинок. Так, процентилю D_{50} за масової частки жиру 30 % становить 15,7–16,1 мкм, а за 60 % жиру – 12,5–12,8 мкм.

В ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 30 % за вмісту 0,1 % та 0,2 % ксантанової каміді процентилю D_{50} становить відповідно

12,5–12,7 мкм та 7,0–7,2 мкм. Збільшення масової частки жиру до 60 % за вказаних концентрацій ксантанової каміді призводило до зменшення процентилю D_{50} , а саме 6,7–6,9 мкм і 4,1–4,2 мкм, відповідно.

За використання 1,0 % та 2,0 % крохмалю прежелатинізованого для стабілізації ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 30 % процентилю D_{50} становить відповідно 23,1–23,7 мкм та 26,7–27,4 мкм. Збільшення масової частки жиру в ЕС до 60 % за вказаних концентрацій крохмалю прежелатинізованого призводить до процентилю D_{50} 8,9–9,2 мкм.

Отримані експериментальні дані (рис. 3.21–3.22) відображають вплив масової частки жирової фази та виду стабілізатора на об'ємний розподіл за розміром частинок ЕС залежно від виду аквафаби.

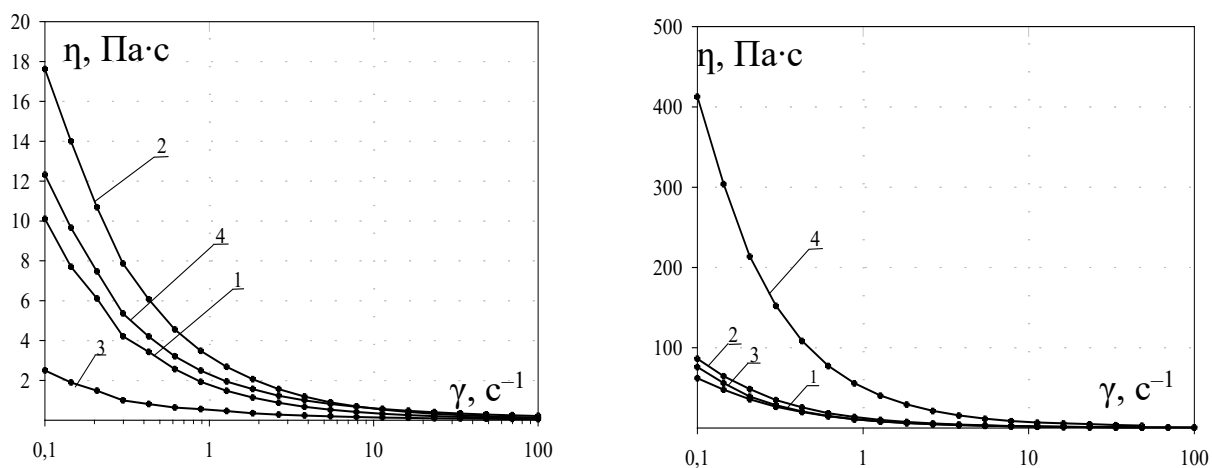
На кривих об'ємного розподілу за розмірами частинок в ЕС (рис. 3.21, 3.22) за масової частки жирової фази 30 % спостерігається зміщення кривих для зразків за використання стабілізаторів порівняно з контрольним зразком ЕС без стабілізаторів, за використання ксантанової каміді – вліво, тоді як за використання крохмалю прежелатинізованого – вправо. У зразках ЕС за масової частки 60 % жиру подібна тенденція виявляється менш виражено.

Введення ксантанової каміді до ЕС спричинило зменшення об'ємного розподілу частинок незалежно від виду використаної аквафаби, сприяючи формуванню дрібніших частинок емульсії та їх більш рівномірному розподілу в загальному об'ємі. Однак введення крохмалю прежелатинізованого не призвело до зменшення розмірних показників усіх утворених емульсій, а, навпаки, збільшило їх порівняно з емульсіями без додавання стабілізаторів. Це пояснюється специфічним механізмом стабілізації ЕС за використання крохмалю прежелатинізованого, що, у свою чергу, вплинуло на визначений об'ємний розподіл частинок (додаток А.1.2).

Відповідно до значень Span (ширина розподілу частинок) (додаток А.1.2), яка відображає віддаленість одне від одного значень об'ємного розподілу

процентилів D_{10} та D_{90} щодо D_{50} , найбільш однорідні розміри в зразках ЕС за використання ксантанової каміді, що становить 1,9–2,1 мкм. Таким чином, використання ксантанової каміді, незалежно від її масової частки, сприяє формуванню більш монодисперсних систем, тоді як використання прежелатинізованого крохмалю – полідисперсних.

Криві залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву за різної масової частки стабілізаторів та жирової фази в ЕС на основі аквафаби наведено на рис. 3.23, 3.24.



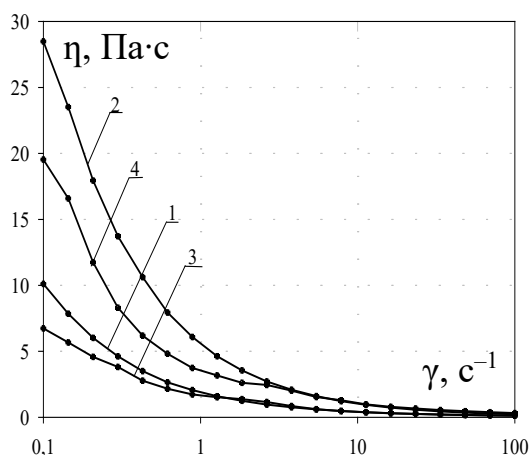
Масова частка жирової фази 30 %

Масова частка жирової фази 60 %

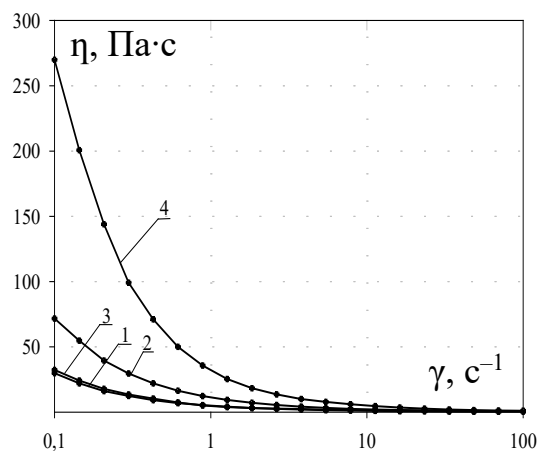
Рис. 3.23. Залежність ефективної в'язкості ЕС на основі аквафаби нутової від швидкості зсуву, в яких вміст стабілізатора: 1 – 0,1 % вміст ксантанової каміді; 2 – 0,2 % вміст ксантанової каміді; 3 – 1,0 % вміст крохмалю прежелатинізованого; 4 – 2,0 % вміст крохмалю прежелатинізованого ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Ефективна в'язкість ЕС на основі аквафаби нутової з масовою часткою жирової фази 30 % за використання ксантанової каміді в концентраціях 0,1 % та 0,2 % становила відповідно 0,142–0,145 Па·с і 0,213–0,217 Па·с за швидкості зсуву $48,3 \text{ s}^{-1}$. За використання 1,0 % та 2,0 % крохмалю прежелатинізованого ефективна в'язкість ЕС дорівнювала відповідно 0,071–0,073 Па·с і 0,292–0,298

Па·с. Зі збільшенням масової частки жирової фази до 60 % ефективна в'язкість систем суттєво зростала, за використання 0,1 % і 0,2 % ксантанової каміді вона становила відповідно 0,883–0,896 Па·с і 0,952–0,975 Па·с, тоді як за використання 1,0 % і 2,0 % крохмалю прежелатинізованого – 0,871–0,896 Па·с і 3,012–3,094 Па·с за швидкості зсуву $48,3 \text{ c}^{-1}$.



Масова частка жирової фази 30 %



Масова частка жирової фази 60 %

Рис. 3.24. Залежність ефективної в'язкості ЕС на основі аквафаби горохової від швидкості зсуву, в яких вміст стабілізатора: 1 – 0,1 % вміст ксантанової каміді; 2 – 0,2 % вміст ксантанової каміді; 3 – 1,0 % вміст крохмалю прежелатинізованого; 4 – 2,0 % вміст крохмалю прежелатинізованого ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

В ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 30 % спостерігалася пряма залежність між концентрацією стабілізаторів і ефективною в'язкістю. Зокрема, збільшення вмісту ксантанової каміді з 0,1 % до 0,2 % сприяло зростанню ефективної в'язкості системи з 0,171–0,175 Па·с до 0,348–0,354 Па·с, за швидкості зсуву $48,3 \text{ c}^{-1}$. Подібна тенденція простежувалася за використання крохмалю прежелатинізованого, збільшення його вмісту з 1,0 % до 2,0 %, сприяло зростанню ефективної в'язкості ЕС з 0,174–0,176 Па·с до 0,452–0,471 Па·с. При цьому збільшення масової частки жирової фази до 60 % за використання стабілізаторів дозволило досягнути найвищих значень ефективної

в'язкості систем. Так, за використання 0,1 % і 0,2 % ксантанової каміди ефективна в'язкість становила відповідно 0,414–0,433 Па·с і 0,907–0,935 Па·с, тоді як за використання 1,0 % і 2,0 % крохмалю прежелатинізованого – 0,683–0,691 Па·с і 1,563–1,597 Па·с (за швидкості зсуву 48,3 с⁻¹).

В'язкість усіх досліджуваних ЕС залежить від швидкості зсуву, що характерно для неньютонівських рідин. У разі досягнення швидкості зсуву в діапазоні 48,3 с⁻¹ та вище криві ефективної в'язкості демонструють тенденцію до лінійності. Отримані експериментальні дані (рис. 3.23, рис. 3.24) беззаперечно свідчать, що використання стабілізаторів призводить до підвищення в'язкості систем. Проте вплив стабілізаторів залежить від виду аквафаби та масової частки жирової фази. Найвищі значення ефективної в'язкості досягнуто за масової частки жирової фази 60 %.

Аналіз експериментальних даних обраними реологічними моделями (степеневою, Гершеля-Балклі, Кесона) (додаток А.3.1) мають високі коефіцієнти кореляції R^2 , що свідчить про їх високу апроксимаційну відповідність. Відповідно до значень індексів поведінки потоку ($n < 1$), ЕС можна охарактеризувати як псевдопластичні, тобто такі, що демонструють зниження в'язкості зі збільшенням швидкості зсуву. Серед досліджуваних зразків найвищі значення коефіцієнта консистенції (К) досягнуто в ЕС із масовою часткою жирової фази 60 % та 2,0 % крохмалю прежелатинізованого, що корелює з вищою в'язкістю. Зокрема, для ЕС на основі аквафаби нутової коефіцієнт консистенції становить 49,2 Па·сⁿ, на основі аквафаби горохової – 30,4 Па·сⁿ. Водночас найнижчі значення коефіцієнта консистенції відповідають ЕС за масової частки жирової фази 30 %, що залежно від масової частки стабілізатора становить 0,5–5,4 Па·сⁿ.

Отримані дані інтегральної характеристики ($\chi > 0$), визначені моделлю Кесона, підтверджують псевдопластичну поведінку досліджуваних систем, що узгоджується із значеннями індексів потоку (n) установленими на основі

степеневій моделі та моделі Гершеля-Балклі. Значення коефіцієнтів в'язкості ($\eta_c^{1/2}$) за моделлю Кесона для ЕС із масовою часткою жирової фази 30 % залишаються в одному діапазоні, незалежно від виду аквафаби та стабілізатора, що аналогічно для значень коефіцієнтів за масової частки жирової фази 60 %. Це свідчить про подібну в'язкість емульсій за умов повного руйнування асоціатів дисперсної системи.

Дослідження структурно-механічних показників ЕС на основі аквафаби нутової та горохової дають можливість зробити висновок, що масова частка жирової фази, вид та вміст стабілізатора дозволяє варіювати реологічні показники та впливати на структуру кінцевого продукту, формуючи бажані органолептичні показники.

З метою доповнення експериментальних даних щодо мікроструктурних показників ЕС, використано метод скануючої електронної мікроскопії. З огляду на попередні експериментальні дані, досліджено ЕС, які характеризуються найвищою загальною стійкістю (рис. 3.18, 3.19) та в'язкістю (рис. 3.23, 3.24). Відповідно обраним методом досліджено ЕС з масовою часткою жирової фази 60 % за використання 0,2 % ксантанової каміді (рис. 3.25) та 2,0 % крохмалю прежелатинізованого (рис. 3.26).

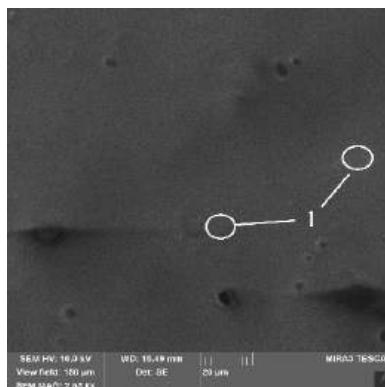


Рис. 3.25. СЕМ фотографія емульсійної системи на основі аквафаби горохової та 0,2 % ксантанової каміді, де: 1 – краплі жиру (збільшення 2.53кх, шкала масштабу 20 мкм)

На СЕМ фотографіях ЕС із додаванням ксантанової каміди (рис. 3.25) спостерігається утворення однорідної структури, видимі краплі жиру характеризуються переважно овальною формою, їх розподіл рівномірний, без ознак седиментації чи агрегації, що свідчить про стійкість утворених систем та ефективність використання ксантанової каміди як стабілізатора.

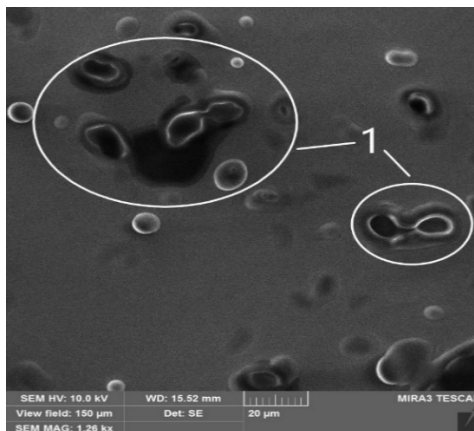


Рис. 3.26. СЕМ фотографія емульсійної системи на основі аквафаби нутової та 2 % крохмалю прежелатинізованого, де: 1 – набухлі гранули прежелатинізованого крохмалю (процентиль D₉₀), (збільшення 1.26kx, шкала масштабу 20,0 мкм)

На СЕМ фотографіях (рис. 3.26) спостерігається утворення щільних агломератів із набухлих гранул крохмалю прежелатинізованого, які формують просторову мережу у водній фазі емульсії, що сприяє підвищенню в'язкості та стабілізації системи. За введення крохмалю прежелатинізованого до ЕС видимі частинки крохмалю характеризуються нерівномірною та дещо округлою формою й діаметром у діапазоні 10,0–30,0 мкм. Поверхня частинок крохмалю неоднорідна, з темними зонами та глибокими порожнинами, що вказує на структурну перебудову.

СЕМ фотографії ЕС відображають різний вплив використаних полісахаридів на мікроструктуру утворених систем. Крім того, отримані дані за

використання скануючої електронної мікроскопії (рис. 3.25, 3.26) узгоджуються з даними об'ємного розподілу за розмірами частинок ЕС (рис. 3.21, 3.22).

Узагальнення результатів дослідження доводить доцільність використання ЕС на основі аквафаби в технології закусок овочевих. Ураховуючи емульгувальну здатність і стійкість досліджених ЕС, їх мікроструктурні та структурно-механічні показники за різної масової частки жиру, виду та концентрації стабілізаторів, обрано до використання в технології закусок ЕС із масовою часткою жирової фази 60 %, стабілізованих 0,2 % ксантановою каміддю або 2,0 % крохмалю прежелатинізованого. В ЕС на основі аквафаби нутової доцільно використовувати 2,0 % крохмалю прежелатинізованого, емульсії характеризуються 94 % загальною стійкістю системи з медіанним розміром частинок (процентиль D_{50}) – 6,5–6,7 мкм, ефективною в'язкістю системи – 3,012–3,094 Па·с за швидкості зсуву 48,3 с⁻¹. Натомість для аквафаби горохової доцільно використовувати як стабілізатор системи ксантанову камідь, яка дозволяє досягнути 100 % загальної стійкості системи з медіанним розміром частинок (процентиль D_{50}) – 4,1–4,2 мкм, ефективною в'язкістю – 0,907–0,935 Па·с за швидкості зсуву 48,3 с⁻¹.

Науково обґрунтовані технологічні параметри одержання ЕС дозволяють отримати емульсійний напівфабрикат, який здатний реалізувати функціонально-технологічні властивості аквафаби в межах розробленої технології закусок овочевих.

3.5. Рациональні параметри формування стійких емульсійних систем на основі аквафаби

На підставі розуміння впливу параметрів технологічного процесу на одержання як бобових відварених, так і аквафаби, а також досліджених її структурно-механічних та емульгувальних властивостей нами визначено точки

контролю технологічного процесу. Це дозволило в межах технологічного процесу отримати не супутню рідину, а напівфабрикат «Аквафабу» з раціональним вмістом сухих речовин. Цей напівфабрикат використовуватиметься для одержання ЕС на його основі та надання кінцевому харчовому продукту бажаних органолептичних показників.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження та узагальнення отриманих результатів дозволили визначити раціональні параметри формування стійких ЕС на основі аквафаби (табл. 3.10) та розробити модель технологічної системи виробництва емульсій (рис. 3.27).

Таблиця 3.10

Раціональні параметри формування стійких емульсій на основі аквафаби

Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Межові значення	
		нут	горох
Гідромеханічне оброблення			
Тривалість	·60 ² с	7,0–8,0	4,0–4,5
Температура	°С	15–18	15–18
Гідромодуль	–	1:2,5	1:2,5
Гідротермічне оброблення			
Тривалість	·60 с	60–70	50–60
Температура	°С	98–100	98–100
Гідромодуль	–	1:1,5	1:1,5
або			
Тривалість	·60 с	25–30	30–35
Температура	°С	119–121	119–121
Гідромодуль	–	1:1,5	1:1,5
Емульгування			
Масова частка сухих речовин в аквафабі	%	4,97–5,21	4,73–4,92
Тривалість	·60 с	3,5–4,0	3,5–4,0
Температура	°С	18–22	18–22
Вміст стабілізатора: – ксантанова камідь – крохмаль прежелатинізований	%	– 2,0	0,2 –
Швидкість обертів робочого органа емульсатора	с ⁻¹	25/50	25/50
Масова частка жирової фази	%	50–60	50–60

Раціональна масова частка стабілізаторів відповідає вимогам нормативних документів, що регламентують допустимий вміст харчових добавок у харчових продуктах [171].

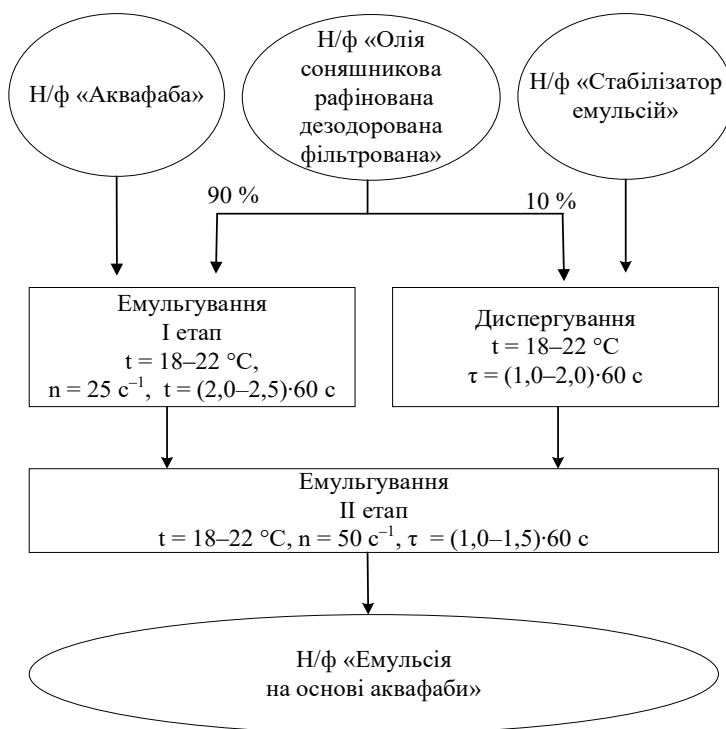


Рис. 3.27. Технологічна підсистема виробництва напівфабрикату «Емульсія на основі аквафаби»

Технологічна підсистема виробництва напівфабрикату «Емульсія на основі аквафаби» відображає одержання ЕС в два етапи. На першому етапі напівфабрикат «Олія рафінована дезодорована фільтрована» диспергували за використання емульсітатора в напівфабрикаті «Аквафаба» за швидкості 25 c^{-1} протягом $(2,0-2,5) \cdot 60 \text{ c}$. На другому етапі для стабілізації утвореної ЕС вводили суспензію одержану шляхом диспергування стабілізатора (ксантанової каміді або крохмалю прежелатинізованого) із напівфабрикатом «Олія рафінована дезодорована фільтрована» (співвідношення стабілізатор:жир 1:10) протягом $(1,0-2,0) \cdot 60 \text{ c}$. Введення суспензії здійснювали за швидкості 50 c^{-1} протягом $(1,0-1,5) \cdot 60 \text{ c}$.

Висновки за розділом 3

1. Установлено раціональні параметри гідромеханічного оброблення бобових залежно від їх значень даних кінетики вологовмісту та отриманих коефіцієнтів фізико-математичної моделі, а саме $(1,5-8,0) \cdot 60^2$ с. Визначено закономірності накопичення сухих речовин в аквафабі залежно від технологічних чинників. Підвищення температури з 98–100 °С до 119–121 °С призводить до збільшення масової частки сухих речовин в аквафабі з 2,79–5,42 % до 3,93–7,10 %. Натомість зменшення співвідношення зерна бобових:вода з 1:1,5 та 1:2,0 до 1:2,5 та 1:3,0 призводить до збільшення масової частки сухих речовин а аквафабі з 2,70–3,42 % до 2,79–5,42 %. Зміна рН варильного середовища на кисле або лужне збільшує масову частку сухих речовин в аквафабі однак негативно впливає на органолептичні показники бобових термооброблених. Експериментальні дані та отримані на основі них константи фізико-математичної моделі Пелега, дозволили визначити діапазон раціональної тривалості гідротермічного оброблення у взаємозв'язку досягнення готовності бобових та масової частки сухих речовин в аквафабі. Вони становлять $(50-70) \cdot 60$ с для нуту, квасолі, гороху та $(5-7) \cdot 60$ с для сочевиці у воді питній за температури 98–100 °С. Визначені параметри технологічного процесу стали підґрунтям для розроблення підсистеми виробництва бобових відварених та аквафаби.

2. Досліджено мікроструктурні, структурно-механічні, фізико-хімічні, показники, хімічний склад аквафаби, яку одержано за раціональних параметрів технологічного оброблення зерен бобових. Установлено, що аквафаба має нейтральні органолептичні показники та є сумішшю високо- та низькомолекулярних речовин, а також суспензійних частинок, медіанний розмір (процентиль D_{50}) яких становить 63,6–96,3 мкм. Аналіз СЕМ фотографій свідчить про наявність в складі аквафаби гранул крохмалю різної форми, скупчень гранул білку та крохмалю, частинок клітинного матеріалу. Натомість масову частку

сухих речовин в аквафабі (2,79–5,42 %) представлено білками (0,82–1,41 %), вуглеводами (1,74–3,82 %), крохмалем (0,75–2,15 %), пектинами, цукрами, карбоновими кислотами. Визначений хімічний склад аквафаби відображає їх реологічні показники. Зокрема аквафаба нутова, горохорова, сочевична, в дослідженому діапазоні швидкості зсуву, демонструють неньютонівські властивості, натомість аквафаба з квасолі – властивості ньютонівських рідин.

3. Досліджено емульгувальні властивості аквафаби та стійкість ЕС на її основі. Установлено, що емульгувальна ємність аквафаби пропорційно збільшується зі збільшенням масової частки сухих речовин від 1 % до 4 %, після чого значення повільно стабілізуються, досягаючи плато. Відповідно завдяки певному вмісту сухих речовин в аквафабі можна отримати ЕС з масовою часткою жиру в широкому діапазоні – від 29,5–30,0 % до 82,5–86,5 %. Зважаючи на те, що в ЕС на основі аквафаби водна фаза не зв'язана і легко відокремлюється у вільному стані, доцільно вводити полісахариди, які сприятимуть структурно-механічному чиннику стабільності утворених систем.

4. Встановлено закономірності формування мікроструктури та структурно-механічних показників ЕС на основі аквафаби залежно від технологічних чинників. Так найбільш ефективними чинниками зменшення об'ємного розподілу за розмірами частинок ЕС визначено збільшення масової частки жиру з 30 % до 60 % та ксантанової каміді з 0,1 % до 0,2 %. Натомість, значення ефективної в'язкості залежно від швидкості зсуву в діапазоні практично зруйнованої системи та коефіцієнтів консистенції, за використання обраних реологічних моделей, свідчать про збільшення в'язкості орієнтовно в 1,5–3 рази за збільшення масової частки полісахариду в межах одної системи та в 15 разів за збільшення масової частки жиру з 30 % до 60 %.

5. На основі експериментальних даних доведено можливість використання аквафаби як джерела поверхнево-активних речовин для формування гетерогенної структури харчових продуктів.

РОЗДІЛ 4

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ЗАКУСОК ОВОЧЕВИХ

У цьому розділі наведено результати дослідження з обґрунтування рецептурного складу та технологічної схеми виробництва закусочок овочевих. Зокрема, визначено технологічні параметри одержання бобових та овочів відварених подрібнених, а також їх фізичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники, які формуватимуть прогнозовані органолептичні показники та харчову цінність закусочок овочевих.

4.1. Дослідження фізичних, фізико-хімічних та структурно-механічних показників овочевої сировини як складових закусочок овочевих

Для забезпечення високих показників якості та безпечності готової продукції, а також формування їх асортименту визначено наукові та технологічні завдання, які потребують вирішення:

- дослідити фізичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники обраної овочевої сировини, яка входить до рецептурного складу закусочок;
- науково обґрунтувати рецептурний склад та параметри технологічного процесу виробництва закусочок овочевих.

Розробленим інноваційним задумом нової продукції передбачено використання бобових та овочів у технології закусочок. Це передбачатиме їх гідромеханічне та гідротермічне кулінарне обробляння, подрібнення, з'єднання та перемішування для рівномірного розподілу. Обґрунтований технологічний процес одержання в єдиному технологічному потоці як бобових відварених, так і аквафаби описано в підрозділі 3.2. Однак важливо визначити технологічні параметри обробляння й овочевої сировини.

Введення до рецептурного складу закусок компонентів із високим вмістом пектину та харчових волокон сприятиме збільшенню зв'язаної води в кінцевому продукті, що нівелюватиме сухість, яка є в подрібнених бобових (табл. 4.1.), надаючи текстуру готовим закускам та формуючи органолептичні показники. З урахуванням зазначеного та для формування асортименту закусок обрано як овочеву сировину гарбуз продовольчий свіжий, моркву свіжу, буряк столовий свіжий (надалі – гарбуз, морква, буряк). Вони мають низку переваг, а саме поширеність вирощування серед аграріїв завдяки реалізації органічного землеробства шляхом сівозміни бобових, сидерації або компостування наземних залишків, сортова різноманітність, тривале зберігання, доступність, простота технологічного процесу доведення до кулінарної готовності. Також овочі є джерелом натуральних пігментів та біологічно активних речовин, завдяки чому їх споживання позитивно впливає на організм людини.

Технологічний процес доведення обраних овочів до стану кулінарної готовності здійснено за типових параметрів шляхом гідромеханічного, гідротермічного та механічного (подрібнення) обробляння.

Гідромеханічне обробляння овочів передбачало їх сортування, калібрування, миття, чищення, промивання, нарізання. Підготовлені овочі варили у воді за температури 98–100 °C та гідромодуля 1:3. Відварені овочі у воді не зберігали, а подрібнювали до одержання визначених розмірних характеристик.

З огляду на високу масову частку сухих речовин у нутів та горохові відвареному подрібненому, а також текстурні особливості бобових, зокрема наявність високого вмісту крохмалю, бобові відварені подрібнені характеризуються підвищеною сухістю, щільністю, пісчаністю, що ускладнює процес їх подрібнення. У зв'язку з чим на етапі подрібнення бобових відварених передбачається додавання 10–20 % аквафаби, що забезпечить плинність систем та позитивно впливатиме на процес подрібнення. Зазначене, у свою чергу,

знизить і в'язкість, чим зумовлене дослідження реологічних характеристик як просто бобових відварених подрібнених, так і з додаванням аквафаби.

Фізико-хімічні показники овочів відварених подрібнених, які входитимуть до складу закусок овочевих, зазначено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Фізико-хімічні показники овочів відварених подрібнених ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Найменування овочів відварених подрібнених	Масова частка, %							pH
	сухих речовин	білка	крохмалю	жиру	моно- та дицукридів	клітковини	золи	
Нут	32,84	7,93	12,76	0,56	3,76	6,88	0,88	6,5
Горох	31,80	8,58	13,19	0,30	2,32	6,64	0,75	6,4
Морква	12,04	0,76	—	—	7,93	2,50	0,74	6,2
Буряк	18,06	1,68	—	—	12,06	3,10	1,12	6,3
Гарбуз	9,87	0,79	—	—	5,85	2,44	0,69	5,5

Експериментальні дані (табл. 4.1) дозволяють констатувати, що бобові відварені подрібнені характеризуються масовою часткою сухих речовин 31,80–32,84 %, із яких найвища масова частка крохмалю 12,76–13,19 % та білка 7,93–8,58 %. Натомість у зразках овочів відварених подрібнених масова частка сухих речовин становить 9,87–18,06 %, із яких переважають моно- та дицукриди.

Під час гідротермічного оброблення овочів відбуваються фізико-хімічні зміни, а саме перехід протопектину в пектин, клейстеризація крохмалю, зсідання білків протоплазми, що призводить до деградації компонентів клітинної стінки та отримання м'якої текстури овочів відварених подрібнених [172].

Одним із важливих етапів у розробленні технології закусок овочевих є дослідження параметрів подрібнення всіх напівфабрикатів, які входитимуть до рецептурного складу, оскільки ступінь подрібнення впливає на формування однорідної, пастоподібної текстури кінцевого продукту.

Розроблену технологію закусок овочевих не обмежено використанням конкретного обладнання, що дасть змогу операторам ринку адаптувати виробничий процес відповідно до потужностей підприємства. Залежно від виробничих потреб можуть використовуватися промислові блендери-гомогенізатори, кутери, бліксери, машини для тонкого подрібнення варених продуктів чи інше обладнання. Оскільки параметри технологічного процесу розробляються з урахуванням відмінних технічних характеристик застосовуваного обладнання, нами визначено точки контролю технологічного процесу для забезпечення високих органолептичних показників та споживчої привабливості закусок. Ураховуючи вищезазначене, досліджено мікроструктурні характеристики овочів відварених подрібнених (додаток А.1.3, рис. 4.1). З погляду технологічного оброблення передбачене подрібнення для досягнення високого ступеня дисперсності.

Бобові відварені подрібнені належать до гомогенних дрібнодисперсних мас, проте одночасно з цим саму текстуру пюре можна назвати полікомпонентною, адже складається з крохмальних зерен, набряклих білкових фракцій, фрагментів клітинної стінки, що створює міцну сітку, яка визначає текстуру та консистенцію. Експериментальні дані об'ємного розподілу частинок досліджуваних овочів відварених подрібнених подано на рис. 4.1.

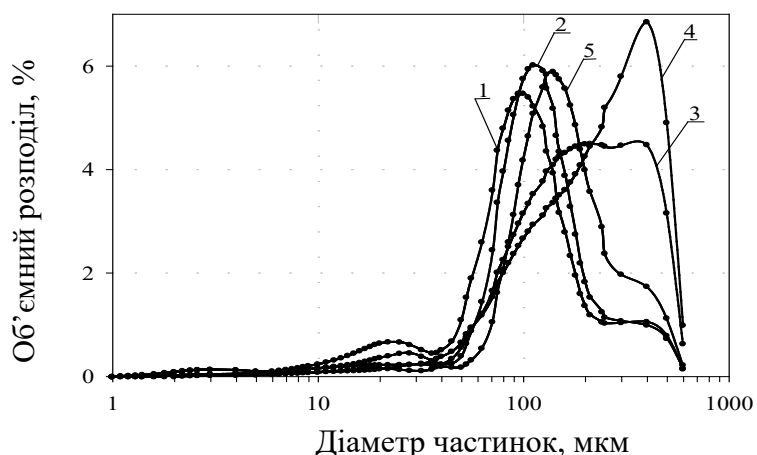


Рис. 4.1. Об'ємний розподіл за розмірами частинок овочів відварених подрібнених, де: 1 – нут, 2 – горох, 3 – морква, 4 – буряк, 5 – гарбуз

Криві об'ємного розподілу за розмірами частинок овочів відварених подрібнених характеризуються мономодальним розподілом. Так, криві бобових відварених подрібнених зміщені в ліву сторону, що свідчить про їх менший об'ємний розподіл частинок за розміром порівняно з іншими овочами відвареними подрібненими. Медіанний розмір частинок (процентиль D_{50}) нуту відвареного подрібненого становить 91,2–93,6 мкм, гороху відвареного подрібненого – 103,2–106,4 мкм. Отримані результати свідчать про схожість розмірного розподілу частинок і ступеня подрібнення між бобовими відвареними подрібненими, що зумовлено дещо схожою структурою клітинної стінки.

Криві об'ємного розподілу частинок моркви та буряка відварених подрібнених зміщені вправо, вони відображають схожість їх розмірних показників. Натомість крива об'ємного розподілу частинок гарбуза відвареного подрібненого зміщена дещо вліво. Так, медіанний розмір частинок (процентиль D_{50}) моркви відвареної подрібненої становить 187,35–193,05 мкм, буряка відвареного подрібненого – 226,9–233,8 мкм, а гарбуза відвареного подрібненого – 138,1–142,3 мкм. Зазначені відмінності можуть бути пов'язані з різним хімічним складом та стійкістю вуглеводів клітинної стінки до термічного впливу.

Об'ємний розподіл за розмірами частинок бобових відварених подрібнених безпосередньо впливає на їхні структурно-механічні показники. З огляду на це подальший аналіз зосереджено на дослідженні реологічних показників овочів відварених подрібнених, поданих на рис. 4.2.

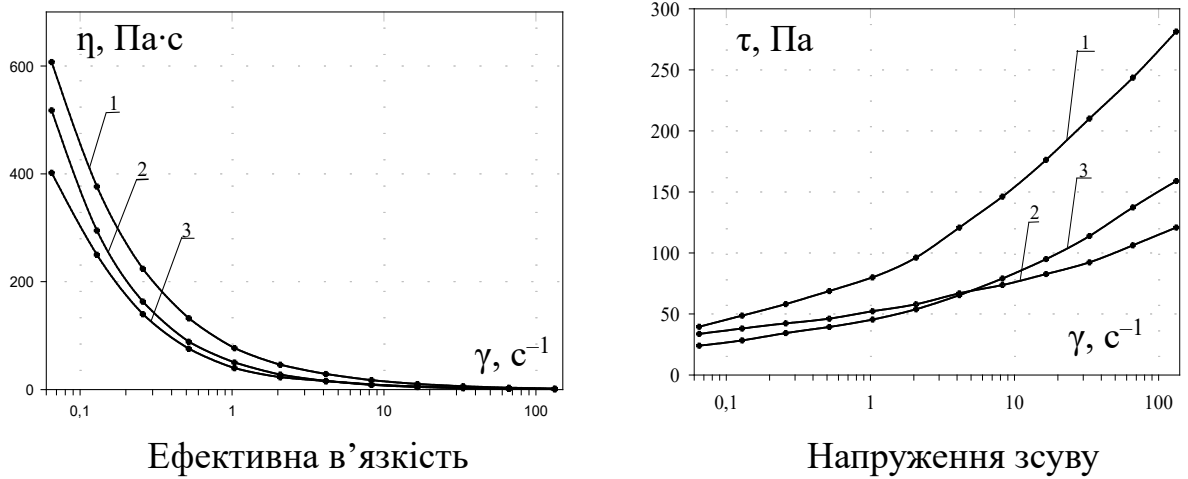


Рис. 4.2. Залежність ефективної в'язкості/напруження зсуву від швидкості зсуву овочів відварених подрібнених, де: 1 – морква, 2 – буряк, 3 – гарбуз ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Установлено, що ефективна в'язкість моркви відвареної подрібненої становить 3,574–3,721 Па·с, буряка відвареного подрібненого – 2,098–2,103 Па·с, гарбуза відвареного подрібненого – 1,574–1,625 Па·с за швидкості зсуву 66,38 с⁻¹.

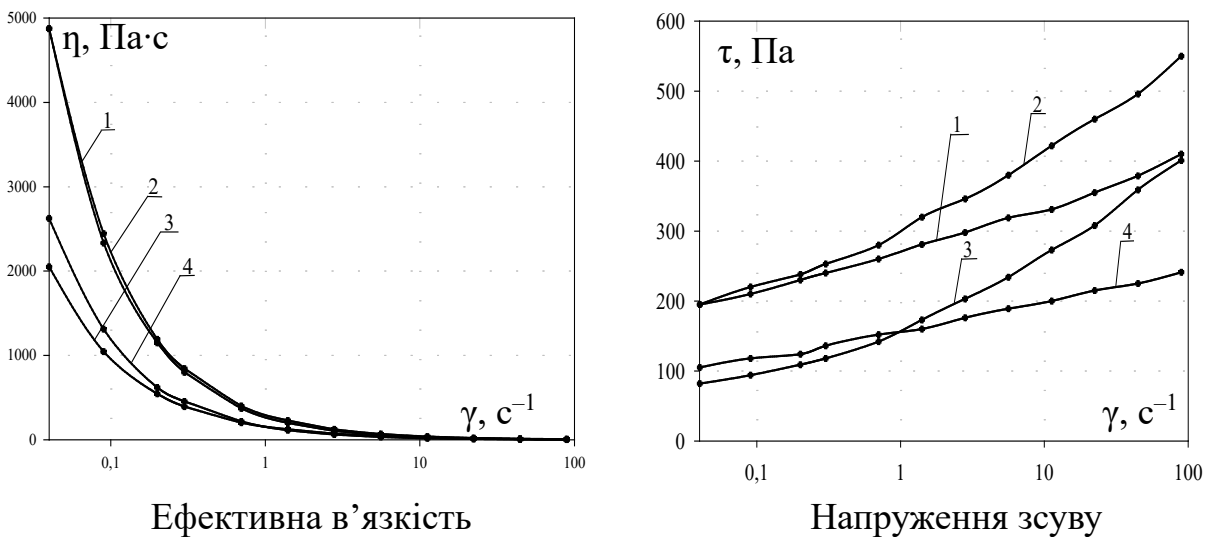


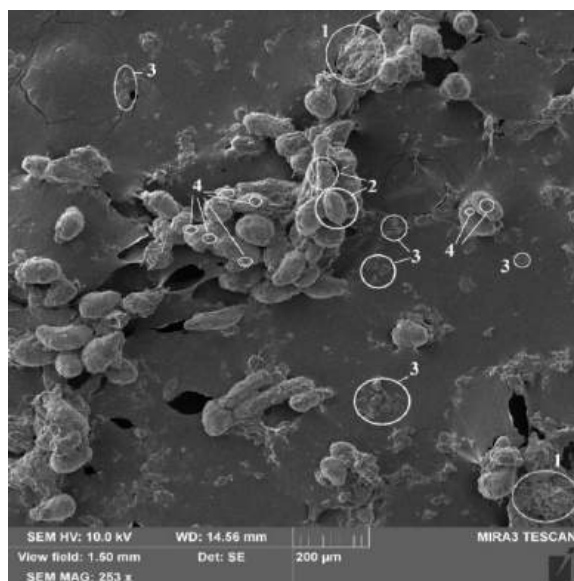
Рис. 4.3. Залежність ефективної в'язкості/напруження зсуву від швидкості зсуву овочів відварених подрібнених, де: 1 – нут, 2 – горох, 3 – нут із додаванням 20 % аквафаби нутової, 4 – горох із додаванням 20 % аквафаби горохової ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

В'язкість овочів відварених подрібнених знижується за збільшення швидкості зсуву, що пояснюється руйнуванням структури суміші, яке відбувається під впливом гідродинамічних сил. Відповідно досліджувані зразки можна віднести до неньютоновських рідин. Ефективна в'язкість нуту відвареного подрібненого становить 8,343–8,624 Па·с, гороху відвареного подрібненого – 10,874–11,352 Па·с за швидкості зсуву 44,6 с⁻¹. Після додавання аквафаби до нуту чи гороху відвареного подрібненого ефективна в'язкість зменшується та становить відповідно 7,895–8,163 Па·с та 5,017–5,076 Па·с за швидкості зсуву 44,6 с⁻¹. Додавання більшої масової частки аквафаби призводить до надто рідкої текстури, що негативно впливатиме на органолептичні показники кінцевого продукту.

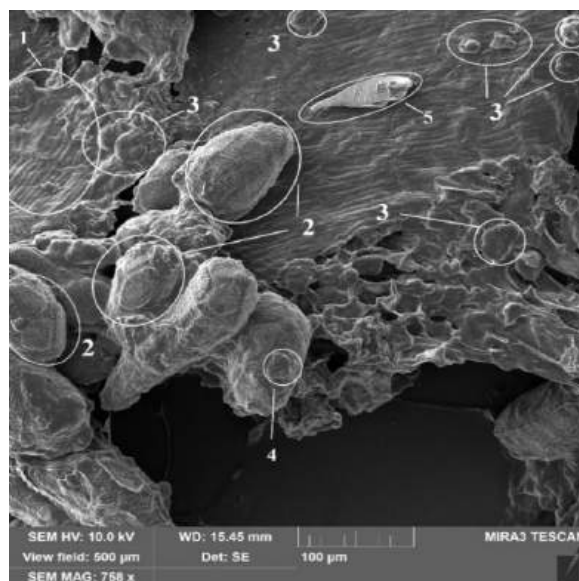
Апроксимацію експериментальних даних виконано за використання саме степеневій моделі через відсутність у досліджуваних зразках еластичності, тобто овочі відварені подрібнені в'язкі, а не в'язко-еластичні. Відповідно зазначене підтверджує застосування моделі Гершеля-Балклі, де апроксимація даних дає нульові значення граничного напруження зсуву (τ_0). Аналіз розрахованих коефіцієнтів кореляції та середньоквадратичної похибки підтвердив адекватність використання степеневій моделі, визначені коефіцієнти рівняння наведено в Додатку А3.2. Хоча степенева модель не враховує граничне напруження зсуву, проте дозволяє охарактеризувати досліджувані зразки овочів відварених подрібнених, використовуючи коефіцієнт консистенції (К) та індекс плинності (n). Досліджувані зразки овочів відварених подрібнених мали значення індексу поведінки потоку менше одиниці, що свідчить про їх псевдопластичну поведінку. Найнижчі значення коефіцієнта консистенції має гарбуз відварений подрібнений – 52,60 Па·сⁿ, а найвищі – бобові відварені подрібнені.

Для комплексного аналізу одержаних овочів відварених подрібнених, крім дослідження їх в'язкісних показників, важливо оцінити мікроструктурні показники шляхом використання скануючої електронної мікроскопії (рис. 4.4),

оскільки вони можуть впливати на текстурні характеристики кінцевого продукту. Зважаючи на подібність отриманих експериментальних даних між бобовими відвареними подрібненими, надалі мікроструктурні дослідження проведено на прикладі гороху відвареного подрібненого.



Збільшення 253х,
шкала масштабу 200,0 мкм



Збільшення 758х,
шкала масштабу 100,0 мкм

Рис. 4.4. СЕМ фотографії гороху відвареного подрібненого, де: 1 – частинки клітинного матеріалу (процентиль D_{90}); 2 – гранули крохмалю (процентиль D_{50}); 3 – гранули білка та клітковини (процентиль D_{10}); 4 – білкові компоненти (процентиль D_{10}); 5 – частинки насіннєвої оболонки (процентиль D_{50})

Під час подрібнення робочими органами обладнання оболонка відварених бобових відділяється від ендосперму, що сприяє згурпуванню внутрішнього вмісту. Мікроструктурний аналіз досліджуваного зразка показав, що він складається зі зруйнованих клітин насіннєвої оболонки, значної кількості гранул крохмалю овальної форми, асиметричних дрібних частинок, які ідентифіковано як білкові гранули та клітковину. На СЕМ фотографіях помітні великі частинки клітинного матеріалу з нерівною, шорсткою поверхнею, поруч із якими спостерігається агломерація овальних гранул крохмалю. Невеликі частинки,

розташовані на поверхні гранул крохмалю, можна визначити як білкові компоненти.

У ході фізичних, фізико-хімічних та структурно-механічних досліджень обґрунтовано вибір овочевої сировини як рецептурної складової закусок овочевих. Проведені дослідження сприятимуть оптимізації технологічних процесів для досягнення кінцевого продукту з високою споживчою привабливістю.

Результати експериментальних досліджень покладено в основу рецептурного складу та технологічної схеми виробництва напівфабрикатів і безпосередньо закусок.

4.2. Розроблення рецептурного складу та технологічної схеми виробництва закусок овочевих

Попередні теоретичні й експериментальні дослідження є основою для розроблення та обґрунтування рецептурного складу, технології та асортименту закусок овочевих.

На основі узагальнених теоретичних та експериментальних даних визначено показники якості (додаток А.4) та технологічні параметри одержання напівфабрикатів (рис. 3.7, 3.27, табл. 3.10), які входитимуть до складу закусок овочевих, розроблено рецептурний склад (табл. 4.2, 4.3) та складено технологічну схему виробництва закусок овочевих (рис. 4.6), сформовано їх асортимент.

Визначені показники якості напівфабрикатів (додаток А.4), які входять до складу закусок овочевих, забезпечуватимуть досягнення заданих показників якості кінцевого продукту. Модель технологічної системи виробництва закусок овочевих наведено на рис. 4.5.

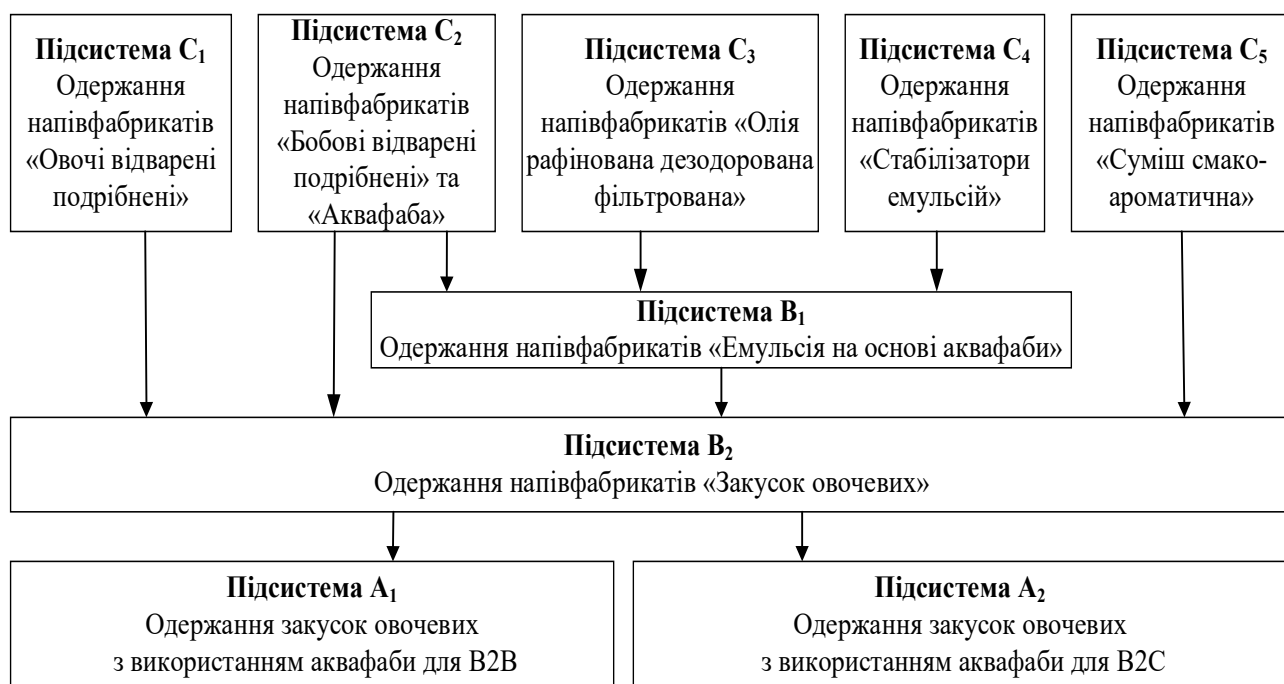


Рис. 4.5. Модель технологічної системи виробництва закусок овочевих із визначеними підсистемами

Технологію закусок овочевих подано як модель технологічної системи виробництва у вигляді окремих підсистем, на обґрунтування параметрів яких було спрямоване попереднє експериментальне дослідження.

Підсистема С₁ передбачає гідромеханічне та гідротермічне оброблення овочів – моркви, буряка або гарбуза з одержанням напівфабрикату, який формуватиме органолептичні, фізико-хімічні показники, харчову цінність та асортимент закусок.

Моркву, буряк, гарбуз сортували, калібрували, промивали. Моркву очищали від шкірки, нарізали на шматочки масою 50–80 г. Гарбуз очищали від шкірки, видаляли насіння та нарізали на шматочки масою 80–100 г. Гідротермічне оброблення моркви, гарбуза здійснювали основним способом (варіння у воді) за температури 98–100 °С протягом (20–30)·60 с чи в пароконвекційній печі за температури 180–200 °С протягом (25–35)·60 с. Буряк варили до готовності основним способом за температури 98–100 °С протягом

(50–60)·60 с. Доведення до кулінарної готовності буряка може здійснюватися і шляхом використання пароконвекційної печі за температури 180–190 °С протягом (60–70)·60 с або запікання в духовій шафі за температури 180–200 °С протягом (60–80)·60 с, після чого буряк очищають і промивають.

Овочі, доведені до кулінарної готовності, подрібнювали на швидкісних промислових блендерах чи іншому технологічному обладнанні до досягнення медіанного розміру частинок (процентиль D_{50}) відповідно 138,1–233,8 мкм (додаток А1.3).

Підсистема C_2 передбачає гідромеханічне та гідротермічне обробляння нуту чи гороху з подальшим одержанням однорідної пюреподібної маси, яка формуватиме органолептичні показники, харчову та біологічну цінність кінцевого продукту. Під час технологічного процесу бобові сортували, промивали та замочували у воді питній за температури 15,0–18,0 °С протягом (7,0–8,0)·60² с для нуту та (4,0–4,5)·60² с для гороху за співвідношення бобові:вода питна 1:2,5 (рис. 3.2). Гідротермічне обробляння регідратованих бобових здійснювали основним способом за температури 98–100 °С протягом (60–70)·60 с для нуту та (50–60)·60 с для гороху чи під тиском за температури 119–121 °С протягом (25–30)·60 с для нуту та (30–35)·60 с для гороху за співвідношення бобові:вода питна 1:1,5 (рис. 3.7). Після гідротермічного обробляння бобові подрібнювали з додаванням аквафаби до досягнення медіанного розміру частинок (процентиль D_{50}) 91,2–106,4 мкм (додаток А1.3, рис. 4.1) для утворення однорідної, мазкої текстури. Залишок аквафаби з масовою часткою сухих речовин 4,73–5,21 % (рис. 3.5, а; рис. 3.6, а) використовували для одержання ЕС на її основі.

У межах підсистеми C_3 передбачено одержання напівфабрикату «Олія рафінована дезодорована фільтрована» шляхом фільтрування олії рафінованої дезодорованої для видалення наявних сторонніх домішок.

Підсистема C_4 передбачає одержання напівфабрикату «Стабілізатори емульсій» шляхом просіювання стабілізаторів для видалення сторонніх домішок та руйнування наявних агломератів.

Підсистема C_5 передбачає одержання вихідної смако-ароматичної суміші, до складу якої входять сіль кухонна, спеції, цукор білий та сорбат калію, що формуватиме органолептичні показники закусок та забезпечуватиме гарантійний термін зберігання.

Результатом функціонування підсистеми B_1 є одержання напівфабрикату «Емульсія на основі аквафаби», який отримували у два етапи. Спочатку напівфабрикат «Олія рафінована дезодорована фільтрована» (одержаний у межах підсистеми C_3) диспергували за використання емульсітатора в напівфабрикаті «Аквафаба» за швидкості 25 с^{-1} протягом $(2,0-2,5) \cdot 60\text{ с}$. Окремо диспергували частину напівфабрикату «Олія рафінована дезодорована фільтрована» зі стабілізатором у співвідношенні 1:10 протягом $(1,0-2,0) \cdot 60\text{ с}$, після чого одержану суміш поступово вводили в емульсію шляхом емульгування протягом $(1,0-1,5) \cdot 60\text{ с}$ (табл. 3.10) до досягнення процентилю D_{50} 6,5–6,7 мкм для ЕС на основі аквафаби нутової (рис. 3.21) та процентилю D_{50} 4,1–4,2 мкм для ЕС на основі аквафаби горохової (рис. 3.22). Загальна масова частка жиру в ЕС становить 60 %. Як стабілізатор ЕС на основі аквафаби нутової використано 2,0 % крохмалю прежелатинізованого, а ЕС на основі аквафаби горохової – 0,2 % ксантанової каміді.

У межах підсистеми B_2 утворюється гетерогенна структура продукту, за рахунок перемішування всіх напівфабрикатів до досягнення їх рівномірного розподілу в межах одної системи, а також доведення закуски до смаку. Рациональна масова частка напівфабрикату «Емульсія на основі аквафаби» в закусках овочевих становить 40–45 % завдяки чому досягаються прогнозовані органолептичні показники закусок овочевих відповідно до сформульованого інноваційного задуму. За нижчої масової частки напівфабрикату кінцевий

продукт важко розподіляється та наноситься, характеризується як непластична маса.

Підсистема А₁ передбачає фасування, пакування, маркування та зберігання готових закусок, призначених для реалізації в сегменті В2В. Натомість підсистема А₂ передбачає підготовку до реалізації та фасування готових закусок, орієнтованих на сегмент В2С.

Результати експериментальних досліджень дозволили розробити та обґрунтувати рецептурний склад закусок овочевих, що наведено в табл. 4.2 та 4.3.

Таблиця 4.2

Рецептура закуски овочевої «Український ф'южн»

Найменування сировини	Витрати сировини, кг	
	Маса брутто	Маса нетто
Зерна нуту	11,80	11,70
<i>Напівфабрикат «Зерна нуту відварені»</i>	—	27,00
Аквафаба нутова	7,00	7,00
<i>Напівфабрикат «Зерна нуту відварені подрібнені»</i>	—	32,98
Буряк столовий свіжий	34,84	34,14
<i>Напівфабрикат «Буряк відварений подрібнений»</i>		26,10
Аквафаба нутова	15,96	15,96
Олія соняшникова рафінована дезодорована	25,20	25,20
Крохмаль прежелатинізований	0,84	0,84
<i>Напівфабрикат «Емульсія на основі аквафаби нутової»</i>	—	41,50
Продукт томатний концентрований	1,00	1,00
Цукор білий	0,25	0,25
Суміш спецій (паприка копчена, імбир сушений, куркума мелена, базилік, гострий червоний перець)	0,50	0,50
Сіль кухонна	0,50	0,50
Сорбат калію	0,134	0,134
Всього	—	102,96
Вихід	—	100,00

Таблиця 4.3

Рецептура закуски овочевої «Гарбузовий карі»

Найменування сировини	Витрати сировини, кг	
	Маса бруutto	Маса нетто
Крупа горохова розколота	11,80	11,70
<i>Напівфабрикат «Крупа горохова розколота відварена»</i>	–	27,00
Аквафаба горохова	7,00	7,00
<i>Напівфабрикат «Крупа горохова відварена подрібнена»</i>	–	32,98
Гарбуз продовольчий свіжий	35,57	24,90
Морква свіжа	7,35	5,51
<i>Напівфабрикат «Овочі відварені подрібнені»</i>	–	25,75
Аквафаба горохова	16,72	16,72
Олія соняшникова рафінована дезодорована	25,20	25,20
Ксантанова камідь	0,084	0,084
<i>Напівфабрикат «Емульсія на основі аквафаби горохової»</i>	–	41,50
Продукт томатний концентрований	1,00	1,00
Цукор білий	0,20	0,20
Суміш спецій «Карі» (куркума, перець чилі, часник сушений, імбир мелений, кардамон мелений)	0,70	0,70
Сіль кухонна	0,70	0,70
Сорбат калію	0,134	0,134
Всього	–	102,96
Вихід	–	100,00

На основі проведених досліджень науково обґрунтовано та розроблено технологію закусок овочевих, яку подано як цілісну систему, у межах якої виділено підсистеми – С₁, С₂, С₃, С₄, С₅, В₁, В₂, А₁, А₂. Узагальнену технологічну схему виробництва закусок овочевих наведено на рис. 4.6.

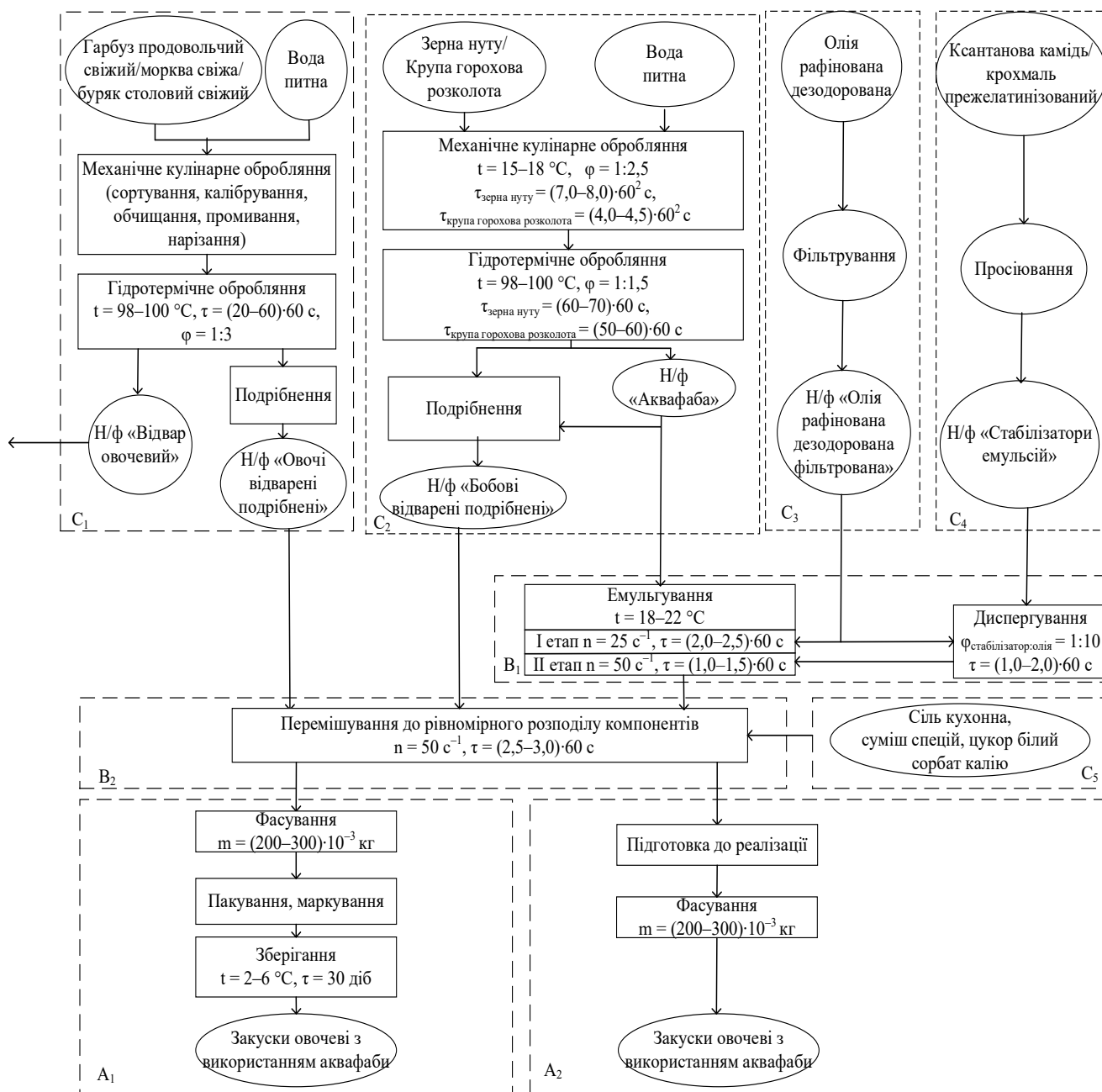


Рис. 4.6. Технологічна схема виробництва закусок овочевих

Розроблена технологічна схема (рис. 4.6) відображає взаємозв'язок кожного технологічного етапу виробництва закусок.

Проведені дослідження дозволили науково обґрунтувати вибір овочевої сировини та сформувані технологічні параметри виробництва на її основі напівфабрикатів, які входитимуть до складу закусок овочевих. Узагальнені раціональні параметри одержання закусок овочевих подано в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Рациональні параметри одержання закусок овочевих

Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Межові значення	Точки контролю технологічного процесу
1	2	3	4
Гідромеханічне оброблення бобових			
Тривалість – нут – горох	60 ² с	7,0–8,0 4,0–4,5	–
Температура води питної	°C	15–18	
Співвідношення бобові:вода питна	w/w	1:2,5	
Гідротермічне оброблення та подрібнення бобових			
Тривалість – нут – горох	·60 с	60–70 50–60	Масова частка сухих речовин в аквафабі, W = 4,73–5,21 %; медіанний розмір частинок бобових відварених подрібнених (процентиль D ₅₀) = 91,2–106,4 мкм
Температура	°C	98–100	
Співвідношення бобові:вода питна	w/w	1:1,5	
Гідротермічне оброблення та подрібнення овочів			
Тривалість	·60 с	20–60	Медіанний розмір частинок овочів відварених подрібнених (процентиль D ₅₀) = 138,1–233,8 мкм
Температура	°C	98–100	
Співвідношення овочі:вода питна	w/w	1 : 3	
Одержання емульсії на основі аквафаби нутової чи горохової			
Температура емульгування	°C	18–22	Процентиль D ₅₀ = 4,1–6,7 мкм; ефективна в'язкість ЕС на основі аквафаби горохової за використання ксантанової каміді η = 0,907–0,935 Па·с та ефективна в'язкість ЕС на основі аквафаби нутової за використання крохмалю прежелатинізованого η =
Масова частка стабілізатора емульсії: – крохмаль прежелатинізований – ксантанова камідь	%	2,0 0,2	
Швидкість обертів робочого органа емульсіатора	с ⁻¹	25/50	
Тривалість емульгування	·60 с	3,5–4,0	

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4
			3,012–3,093 Па·с за $\gamma = 48,3 \text{ с}^{-1}$; стійкість емульсії 94–100 %
Одержання готового продукту – закусок овочевих			
Швидкість обертів	с^{-1}	50	Ефективна в'язкість $\eta = 7,91\text{--}8,52 \text{ Па}\cdot\text{с}$ за $\gamma = 40,0 \text{ с}^{-1}$; стійкість емульсії 98–99 %
Тривалість перемішування напівфабрикатів «Бобові відварені подрібнені», «Овочі відварені подрібнені», «Емульсія на основі аквафаби»	·60 с	2,5–3,0	
Охолодження	°C	2–6	
Зберігання			
Температура	°C	2–6	
Відносна вологість повітря	%	75	
Гарантійний термін	діб	30	

Визначені раціональні параметри одержання закусок овочевих дозволяють урахувати різноманітні чинники технологічного процесу, що забезпечуватиме високі органолептичні показники та споживчу привабливість закусок.

Висновки за розділом 4

1. Досліджено фізичні, фізико-хімічні та структурно механічні показники овочів відварених подрібнених, визначено, що бобові характеризуються найбільшим вмістом білка та крохмалю, тоді як овочі – моно- та дицукридів. Бобові відварені подрібнені мають медіанний розмір частинок (процентиль D_{50}) 91,2–106,4 мкм та ефективну в'язкість 5,017–8,163 Па·с за швидкості зсуву 44,6 с^{-1} . Натомість овочі відварені характеризуються медіанним розміром частинок (процентиль D_{50}) 138,1–233,8 мкм та ефективною в'язкістю 1,574–3,721 Па·с за швидкості зсуву 44,6 с^{-1} .

2. Результати експериментальних досліджень дозволили сформулювати технологічні параметри одержання напівфабрикатів, які входитимуть до рецептурного складу закусок овочевих, визначити показники їх якості та точки контролю технологічного процесу, що сприятиме досягненню прогнозованих органолептичних показників кінцевого продукту.

3. Науково обґрунтовано та розроблено рецептурний склад та технологічну схему виробництва закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби для сегментів B2B та B2C. Визначено раціональні параметри одержання закусок овочевих, ураховуючи різноманітні чинники технологічного процесу незалежно від технічного оснащення підприємства та його виробничих потужностей, що забезпечуватиме споживчу привабливість закусок овочевих.

РОЗДІЛ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ЗАКУСОК ОВОЧЕВИХ

У цьому розділі наведено результати дослідження показників якості та безпечності. Установлено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність розроблених закусок овочевих, обґрунтовано умови та термін їх зберігання.

5.1. Дослідження показників якості та безпечності закусок овочевих

Ураховуючи, що розроблена харчова продукція є принципово новою, яка не має аналогів на українському ринку, доцільно дослідити її органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність. Органолептичну оцінку закусок овочевих проведено з використанням органолептичної шкали (додаток А.5), на основі якої побудовано профілограми (рис. 5.1). Дослідження показників якості та безпечності закусок овочевих здійснено для двох асортиментних одиниць закусок з огляду на використання різних за будовою та дією стабілізаторів.

Результати органолептичної оцінки закусок овочевих свіжовиготовлених «Український ф'южн» та «Гарбузовий карі» за використання дескрипторів подано в додатку А.6. На основі отриманих даних побудовано профілограми органолептичної оцінки закусок овочевих, які наведено на рис. 5.1.

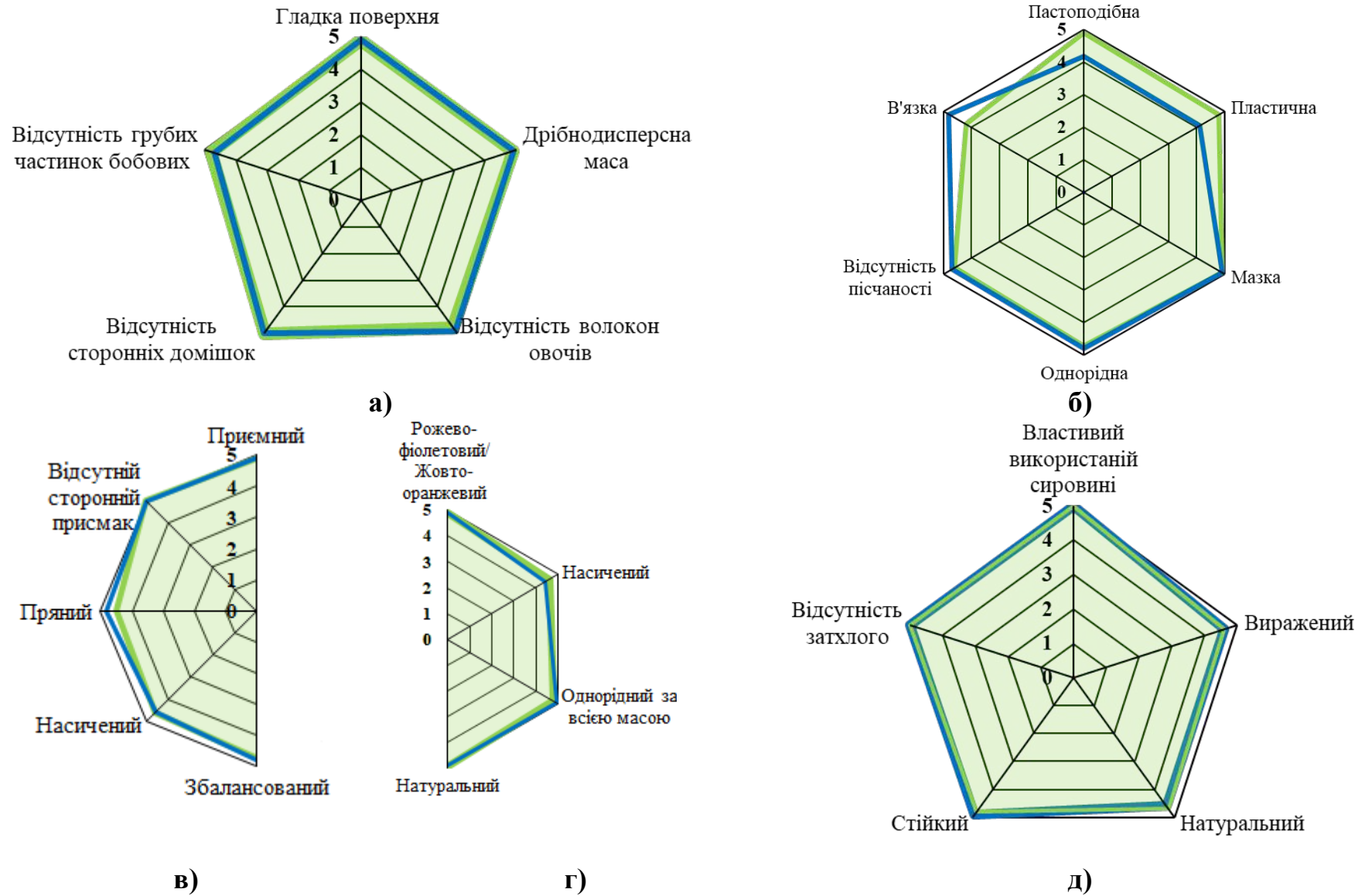


Рис. 5.1. Профілограми органолептичної оцінки закусок овочевих ■ – «Український ф'южн», ■ – «Гарбузовий карі», де: а) зовнішній вигляд, б) текстура, в) смак, г) колір, д) запах

Найвищий коефіцієнт вагомості серед органолептичних показників закусоч овочевих надано смаку та текстурі, які визначають загальну прийнятність продукту для споживача та є критичними під час виявлення дефектів у готовому продукті. Зазначені показники мають найбільші коефіцієнти вагомості, що становлять 0,30 та 0,25, відповідно. Коефіцієнт вагомості інших показників, таких як зовнішній вигляд (0,15), колір (0,15) та запах (0,15), є менш вагомими, оскільки їх вплив на загальну оцінку якості продукту з огляду на гетерогенну структуру закусоч є менш значущим. За результатами органолептичної оцінки (додаток А.6) закуска овочева «Український ф'южн» отримала загальну оцінку 4,99 бала, найвищу підсумкову оцінку отримано за показниками смак – 1,56 бала та текстура – 1,18 бала. При цьому закуска овочева «Гарбузовий карі» також отримала загальну оцінку 4,99 бала, проте підсумкова оцінка за показником смак становила 1,59 бала, а за текстуру – 1,15 бала. Зведену органолептичну оцінку розроблених закусоч овочевих наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Органолептична оцінка закусоч овочевих

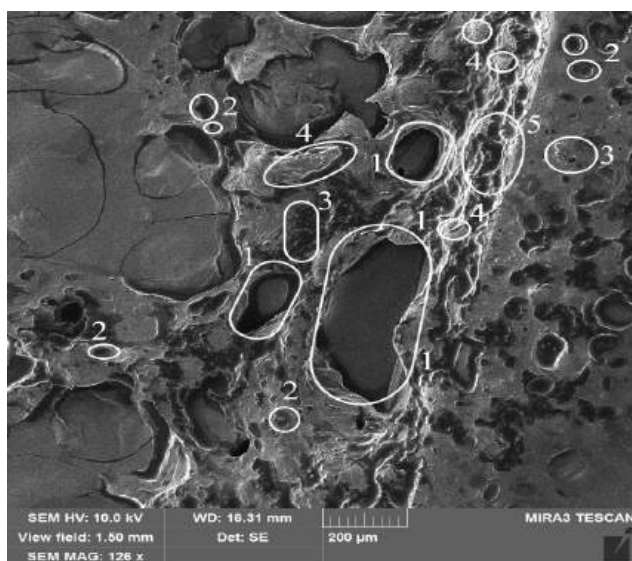
Найменування показників і їх характеристика				
зовнішній вигляд	текстура	колір	запах	смак
1	2	3	4	5
Закуска овочева «Український ф'южн»				
Поверхня гладка. Маса однорідна, дрібнодисперсна, без видимих включень волокон овочів, грубих частинок бобових. Сторонні домішки відсутні	Однорідна, мазка, у міру в'язка, пастоподібна, пластична маса без пісчаності	У міру насичений, рожево-фіолетовий, однорідний за всією масою	Середньо-виражений, приємний, натуральний, властивий використаній сировині, без затхлості	Збалансований, у міру насичений, дещо пряний, приємний. Післясмак помірний, характерний для використаних прянощів і спецій. Відсутні сторонні присмаки
Закуска овочева «Гарбузовий карі»				

Продовження таблиці 5.1

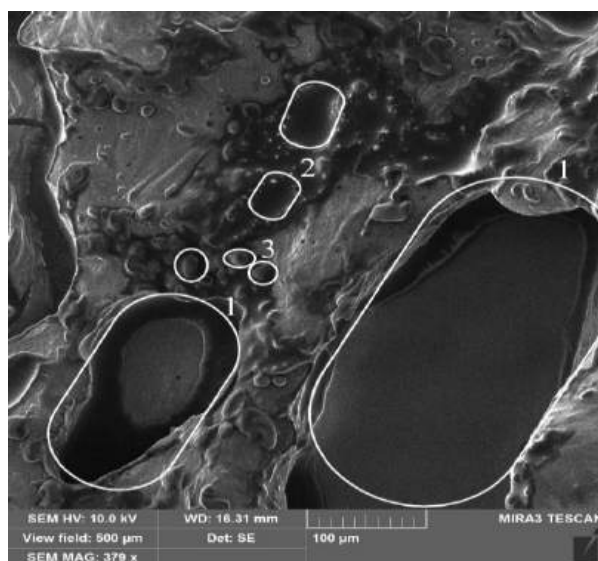
1	2	3	4	5
Поверхня гладка. Маса однорідна, дрібнодисперсна, без видимих включень волокон овочів, грубих частинок бобових. Сторонні домішки відсутні	Однорідна, мазка, в'язка, у міру пластична маса, без пісчаності	Злегка насичений жовто-оранжевий, однорідний за всією масою	Середньо-виражений, приємний, натуральний, властивий використаній сировині, без затхлості	Збалансований, у міру насичений, пряний, приємний. Післясмак помірний, характерний для використаних прянощів і спецій. Відсутні сторонні присмаки

За результатами дослідження органолептичних показників (додаток А.5, додаток А.6, рис. 5.1, табл. 5.1) закуски овочеві мають високі бали за основними показниками, що сприятиме позитивному сприйняттю розробленого інноваційного продукту споживачами.

Визначено об'ємний розподіл частинок закуски овочевої «Український ф'южн» за розмірами. Відповідно розподіл процентилів частинок становить $D_{10} = 14,8\text{--}15,2$ мкм, $D_{50} = 68,9\text{--}71,1$ мкм, $D_{90} = 206,8\text{--}213,2$ мкм. Значення середньозваженого за об'ємом діаметра частинок $D_{4,3}$ становить $88,6\text{--}91,4$ мкм. Для розуміння розподілу всіх рецептурних компонентів досліджено мікроструктуру закусок овочевих (рис. 5.2) за використання скануючої електронної мікроскопії на прикладі закуски овочевої «Український ф'южн».



Збільшення 126х,
шкала масштабу 200,0 мкм



Збільшення 379х,
шкала масштабу 100,0 мкм

Рис. 5.2. СЕМ фотографії закуски овочевої «Український ф'южн», де: 1 – повітряні кульки; 2 – жирові кульки (процентиль D_{50}); 3 – набряклі крохмальні гранули (процентиль D_{10}); 4 – частинки нуту відвареного подрібненого (процентиль D_{50} , D_{90}); 5 – волокна рослинного пюре (процентиль D_{90})

СЕМ фотографії закуски свідчать про її гетерогенну, складну та багатокомпонентну структуру. Усі компоненти закуски інтегровані в тоєдину матрицю, що сприяє стабільності кінцевого продукту, надаючи бажану гетерогенну структуру та органолептичні показники. У центральній частині СЕМ фотографії бачимо великі пори, схожі на повітряні кульки, які сформовані в процесі емульгування та об'єднання всіх рецептурних компонентів, що забезпечує легку текстуру під час споживання закуски. Темніші ділянки у вигляді крапель відповідають жировим кулькам, які рівномірно розподілені в матриці продукту, поряд із ними розміщуються набряклі крохмальні гранули, що зв'язують наявну рідину. Неоднорідні ділянки з дещо пористою поверхнею з візуально різною щільністю відповідають нуту та буряку відвареним подрібненим. Досліджені фізико-хімічні показники закусок овочевих представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Фізико-хімічні показники закусок овочевих ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Найменування показника	Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
Масова частка сухих речовин, %	44,09	41,34
Масова частка білка, %	3,45	3,46
Масова частка жиру, %	25,43	25,33
Масова частка загальних вуглеводів, %:	13,88	11,16
крохмалю, %	5,72	5,25
моно- та дисахаридів, %	4,84	2,81
клітковини, %	3,32	3,10
Масова частка золи, %	1,26	1,31
pH	6,4	6,1
Енергетична цінність, ккал	305	293

Експериментальні дані (табл. 5.2) дозволили встановити, що в закусках овочевих масова частка сухих речовин коливається в межах 41,34–44,09 %. При цьому масова частка білка (3,45–3,46 %) та крохмалю (5,25–5,72 %) знаходяться в одному діапазоні, що зумовлено включенням до рецептурного складу бобових відварених подрібнених. Натомість масова частка моно- та дисахаридів (2,81 % та 4,84 %) відображає вплив використаних овочів відварених подрібнених у складі закусок.

Визначено амінокислотний склад розробленої харчової продукції, який наведено в Додатку А.7. Амінокислотний склад закусок дозволяє стверджувати, що в їх складі міститься 18 амінокислот, із яких 34,40–34,69 % припадає на незамінні та 65,31–65,60 % – на замінні. Серед незамінних амінокислот переважають лейцин (7,04–7,30 %) та лізин (6,56–7,39 %), а серед замінних – глутамінова (18,89–20,58 %) та аспарагінова кислоти (11,81–12,40 %).

Додатково розраховано біологічну цінність закусок овочевих за амінокислотним скором за використання стандартної амінокислотної шкали ФАО/ВООЗ (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Біологічна цінність закусочок овочевих за амінокислотним скором

Амінокислота	Шкала ФАО/ ВООЗ, мг/1г білка	Фактичний вміст, мг/1 г білка		Амінокислотний скор	
		Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузо- вий карі»	Закуска овочева « Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузо- вий карі»
Лейцин+ізолейцин	110	113,24	115,57	102,95	105,06
Лізин	55	65,45	73,82	119,00	134,22
Валін	50	43,10	48,34	86,20	96,68
Триптофан	10	10,48	11,59	104,80	115,90
Треонін	40	38,01	39,36	95,03	98,40
Фенілаланін+ тирозин	60	78,52	78,01	130,87	130,02
Метіонін+цистин	35	34,42	26,97	98,34	77,06

За вмістом амінокислот переважають лейцин з ізолейцином, лізин, фенілаланін із тирозином. Найменший вміст серед амінокислот у закусках овочевих мають метіонін з цистином, які є лімітуючими амінокислотами.

З урахуванням того, що розроблені закуски овочеві є продуктом з гетерогенною структурою, де масова частка жиру становить 25,33–25,43 %, нами досліджено кислотне та пероксидне число жирової складової (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Кислотне та пероксидне число жирової складової закусочок овочевих (n = 5, $P \geq 0,95$)

Найменування показника	Одиниці виміру	Вміст
Кислотне число	мг КОН/г	0,23
Пероксидне число	½ О ммоль/кг	0,40

Кислотне число жирової складової закусочок овочевих, що вказує на вміст вільних жирних кислот, становить 0,23 мг КОН/г, натомість пероксидне число, яке вказує на вміст продуктів окиснення, становить 0,40 ½ О ммоль/кг.

Експериментальні дані підтверджують відсутність розпаду тригліцеридів, стійкість до окислювальних процесів жирової складової закусок овочевих.

Зважаючи на те, що для закусок овочевих «Український ф'южн» та «Гарбузовий карі» використано один вид жирової складової, то жирнокислотний склад ліпідів визначено на прикладі закуски овочевої «Гарбузовий карі» (додаток А.8). До таблиці жирнокислотного складу ліпідів не включено жирні кислоти, вміст яких становить менше 0,02 г/100 г, у таблиці наведено основні жирні кислоти.

Жирнокислотний склад закусок овочевих представлено мононенасиченими (58,75 %), поліненасиченими (29,89 %) та насиченими (11,36 %) жирними кислотами. Серед названих амінокислот переважають олеїнова (58,43 %) та лінолева (29,75 %).

Визначено мінеральний склад зольного залишку закусок овочевих, що наведено в додатку А.9, за використання [39, 41]. З'ясовано, що мінеральний склад закусок овочевих представлений переважно натрієм, вміст якого 660,64–857,85 мг%, калієм – 304,72–378,05 мг%, фосфором – 71,04–127,18 мг%, кальцієм – 42,49–45,69 мг%. Основними мікроелементами за вмістом у закусках є залізо, марганець і цинк.

На основі літературних джерел [39, 41] розраховано вміст вітамінів у закусках овочевих, результати подано в додатку А.10. Визначено, що вітамінний склад закусок овочевих представлений холіном (11,06–13,64 мг%), ніацином (0,26–0,42 мг%), пантотеновою кислотою (0,11–0,22 мг%), тіаміном (0,04–0,07 мг%), рибофлавіном (0,04 мг%), каротином (204,40–1000,11 мкг%), фолієвою кислотою (20,18–63,27 мкг%).

Безпечність закусок овочевих оцінювали шляхом визначення мікробіологічних (табл. 5.5) і токсикологічних показників, вмісту радіонуклідів, мікотоксинів (табл. 5.6).

Таблиця 5.5

Мікробіологічні показники свіжовиготовлених закусок овочевих

Найменування показника	Допустимі рівні	Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
<i>L. monocytogenes</i> у 25,0 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у т. ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25,0 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено
Стафілокок золотистий <i>S. Aureus</i> в 1,0 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії групи кишкової палички в 0,01 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено
Плісєневі гриби та дріжджі, КУО /г	$1 \cdot 10^6$	<10	<10
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО/г	1×10^2	2,0·10	2,5·10

На основі дослідження мікробіологічних показників закуски овочевої (табл. 5.5) встановлено, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, плісєневих грибів та дріжджів у продукті знаходиться на рівні, що не перевищує допустимих норм.

Таблиця 5.6

Вміст токсичних елементів у закусках овочевих

Найменування показника	Допустимі рівні, мг/кг не більше	Фактичне значення	
		Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
Токсичні елементи, мг/кг			
Свинець	0,50	0,20	0,30
Ртуть	0,02	Не виявлено	Не виявлено
Кадмій	0,03	Не виявлено	Не виявлено
Миш'як	0,05	Не виявлено	Не виявлено
Мідь	5,00	2,00	1,50
Цинк	10,00	5,00	4,00
Мікотоксини, мг/кг			
Афлатоксин В ₁	<0,001	Не виявлено	Не виявлено
Афлатоксин М ₁	0,0005	Не виявлено	Не виявлено
Радіонукліди, бк/кг			
¹³⁷ Cs	100	80	70
⁹⁰ Sr	30	15	20

Бактерій групи кишкових паличок, патогенних мікроорганізмів (у тому числі бактерій сальмонела), *S. Aureus*, *L. monocytogenes* в закусці не виявлено, що підтверджує безпечність продукту.

На підставі одержаних даних (табл. 5.6) визначено, що вміст токсичних елементів, мікотоксинів та радіонуклідів у закусках овочевих не перевищує допустимих рівнів, установлених чинними нормативними вимогами [153–155, 173].

Отримані результати щодо органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників, харчової та біологічної цінності закусок овочевих підтверджують їх відповідність державній системі контролю забезпечення якості та безпечності харчових продуктів. На основі експериментальних даних розроблено та затверджено технічні умови ТУ У 10.8-44234755-002:2024 «Закуски на основі бобової сировини» та ТІ до ТУ У 10.8-44234755-002:2024 (додаток В).

5.2. Обґрунтування умов та терміну зберігання закусок овочевих

Розроблені закуски овочеві мають типовий технологічний процес виробництва, подібний рецептурний склад та характеризуються схожими органолептичними (рис. 5.1), фізико-хімічними (табл. 5.2), мікробіологічними (табл. 5.5) та токсикологічними показниками (табл. 5.6). Ураховуючи зазначене, обґрунтування умов та терміну зберігання закусок овочевих здійснено на прикладі закуски овочевої «Український ф'южн».

Одним із ключових аспектів практичної реалізації розробленої технології є визначення терміну зберігання кінцевого продукту та впливу процесу зберігання на органолептичні (табл. 5.7), фізико-хімічні (табл. 5.8), мікробіологічні (табл. 5.9) показники. З метою обґрунтування умов та терміну зберігання досліджували зразки закусок овочевих зберігали за температури 2–6 °С, відносної вологості

повітря не більше 75 % у пластиковій тарі з полімерного матеріалу. Зважаючи на прогнозований термін зберігання закусочок овочевих та коефіцієнта резерву, дослідження органолептичних показників здійснювали протягом 40 діб.

Таблиця 5.7

Органолептичні показники закусочок овочевих протягом зберігання

Найменування показника	Значення показника протягом зберігання, діб				
	Свіжовиготовлена	10	20	30	40
Зовнішній вигляд	Поверхня гладка. Маса однорідна, дрібнодисперсна, без видимих включень волокон овочів, грубих частинок бобових. Сторонні домішки відсутні				Поверхня гладка. Маса однорідна, дрібнодисперсна, без видимих включень волокон овочів, грубих частинок бобових. Сторонні домішки відсутні
Текстура	Однорідна, мазка, у міру в'язка, пастоподібна, пластична маса без пісчаності				Однорідна, дещо більш в'язка, менш мазка, пластична маса без пісчаності
Колір	У міру насичений, рожево-фіолетовий, однорідний за всією масою				У міру насичений, рожево-фіолетовий, однорідний за всією масою
Запах	Середньовиражений, приємний, натуральний, властивий використаній сировині, без затхлості				Слабовиражений, приємний, натуральний, властивий використаній сировині
Смак	Збалансований, у міру насичений, дещо пряний, приємний. Післясмак помірний, характерний для використаних прянощів і спецій. Відсутні сторонні присмаки				Збалансований, слабовиражений. Післясмак помірний, характерний для використаних прянощів і спецій. Відсутні сторонні присмаки

Дослідження органолептичних показників закусочок овочевих (табл. 5.7) показало, що на 40 добу спостерігається незначне зниження інтенсивності запаху та смаку, а також незначні зміни текстури, яка стає менш мазкою та дещо більш в'язкою. Однак протягом 30 діб залишаються без змін усі початкові органолептичні показники.

Для комплексного аналізу стабільності закусок необхідно дослідити також фізико-хімічні показники (табл. 5.8), оскільки вони безпосередньо впливають на структурно-механічні властивості, мікробіологічну стійкість та загальну якість продукту протягом усього терміну зберігання.

Таблиця 5.8

Фізико-хімічні показники закусок овочевих протягом 40 діб зберігання

Найменування показника	Значення показника протягом зберігання, діб				
	Свіжовиготовлена	10	20	30	40
Масова частка сухих речовин, %	44,09	44,09	44,09	44,09	44,09
Масова частка білка, %	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
Масова частка жиру, %	25,43	25,43	25,43	25,43	25,43
Масова частка загальних вуглеводів, %:	13,88	13,88	13,88	13,88	13,88
крохмалю, %	5,72	5,72	5,62	5,62	5,52
моно- та дисахаридів, %	4,84	4,84	4,94	4,94	5,04
клітковини, %	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32
Масова частка золи, %	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26

Аналіз даних, наведених у табл. 5.8, свідчить про те, що незначні зміни масової частки крохмалю та моно- і дисахаридів після визначеного терміну зберігання залишаються в межах похибки, що вказує на стабільність фізико-хімічних показників. Загалом зменшення масової частки крохмалю з одночасним збільшенням масової частки цукрів може свідчити про перебіг ферментативного гідролізу крохмалю з накопиченням цукрів протягом зберігання закусок. Наступним кроком нашого дослідження стало визначення мікробіологічних показників закусок овочевих протягом 40 діб зберігання (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Мікробіологічні показники закусок овочевих протягом 40 діб зберігання

Найменування показника	Допустимі рівні	Значення показника протягом зберігання, діб				
		Свіжовиготовлена	10	20	30	40
<i>L. monocytogenes</i> у 25,0 г	Не допускається	Не виявлено				
Патогенні мікроорганізми, у т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25,0 г	Не допускається	Не виявлено				
Стафілокок золотистий <i>S. Aureus</i> в 1,0 г	Не допускається	Не виявлено				
Бактерії групи кишкової палички в 0,01 г	Не допускається	Не виявлено				
Плісєневі гриби та дріжджі, КУО/г	$1 \cdot 10^6$	<10	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²
Мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО/г	1×10^2	2,0·10	6,0·10	6,0·10	6,0·10	6,0·10

На основі дослідження мікробіологічних показників закуски овочевої (табл. 5.9) встановлено, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів зростає з $2,0 \cdot 10$ КУО/г до $6,0 \cdot 10$ КУО/г, а плісєневих грибів та дріжджів – з <10 КУО/г до <10² КУО/г, що не перевищує допустимого рівня. Інші досліджувані мікробіологічні показники в продукті не перевищують допустимих норм та відповідають показникам безпеки.

Отримані експериментальні дані дозволили визначити та обґрунтувати умови й термін зберігання закусок, який становить 30 діб, оскільки протягом цього періоду всі показники залишаються без змін.

З метою підтвердження отриманих експериментальних даних щодо контролю якості та безпеки закусок овочевих проведено термогравіметричні дослідження, результати яких подано на рис. 5.3. Їх проведено в діапазоні від 0

°C до 600 °C, оскільки фізико-хімічні зміни, які відбуваються в харчових продуктах, умовно можна поділити на три етапи. На першому етапі за температури до 200 °C відбувається втрата води й відповідно маси досліджуваних зразків (дегідратація), потім – горіння та розклад наявних органічних компонентів (піроліз), натомість за температури вище 400 °C утворюються кокс і зола.

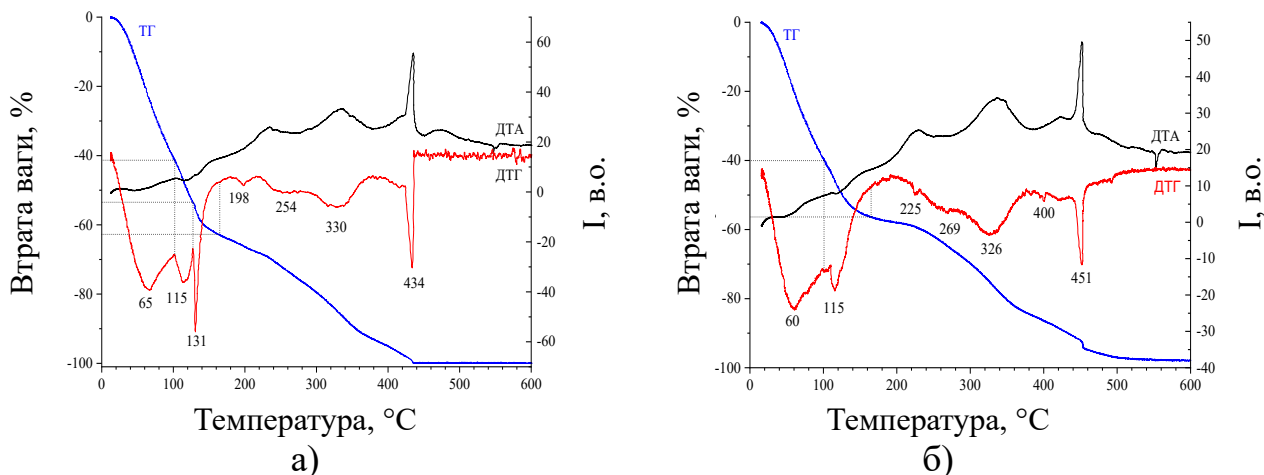


Рис. 5.3. Дериватограми закусок овочевих, де: а) зразок закуски овочевої свіжовиготовленої; б) зразок закуски овочевої після 30 діб зберігання

На рис. 5.3 наведено дериватограми свіжовиготовлених закусок овочевих та після зберігання. Вони містять криві залежності втрати маси зразка від температури (ТГ), диференціальної термічної гравіметрії (ДТГ, фактично похідної кривої ТГ за температурою) та диференціального термічного аналізу (ДТА, похідної зміни температури в зразку під час його нагрівання).

Порівняння дериватограм на рис. 5.3 а та 5.3 б дозволяє спостерігати певні відмінності між зразками. Зокрема, криві ДТГ зразків містять два або три піки в області від кімнатної температури до ≈ 160 °C, що супроводжуються ендотермічними ефектами (піки направлені вниз) на кривих ДТА. Наявність таких піків відображає перебіг дво- або тристадійного процесу видалення води зі зразків. При цьому піки за температур 60–65 °C характеризують, очевидно,

видалення незв'язаної води, тоді як піки за вищої температури (115–131 °С) – зв'язаної (наприклад, такої, що утворює водневі зв'язки з –ОН, –NH– чи іншими гідрофільними групами молекул органічної компоненти зразка закуски).

На рис. 5.4 наведено криві зміни маси та диференційовані криві зміни маси закусок овочевих свіжовиготовлених та після їх зберігання.

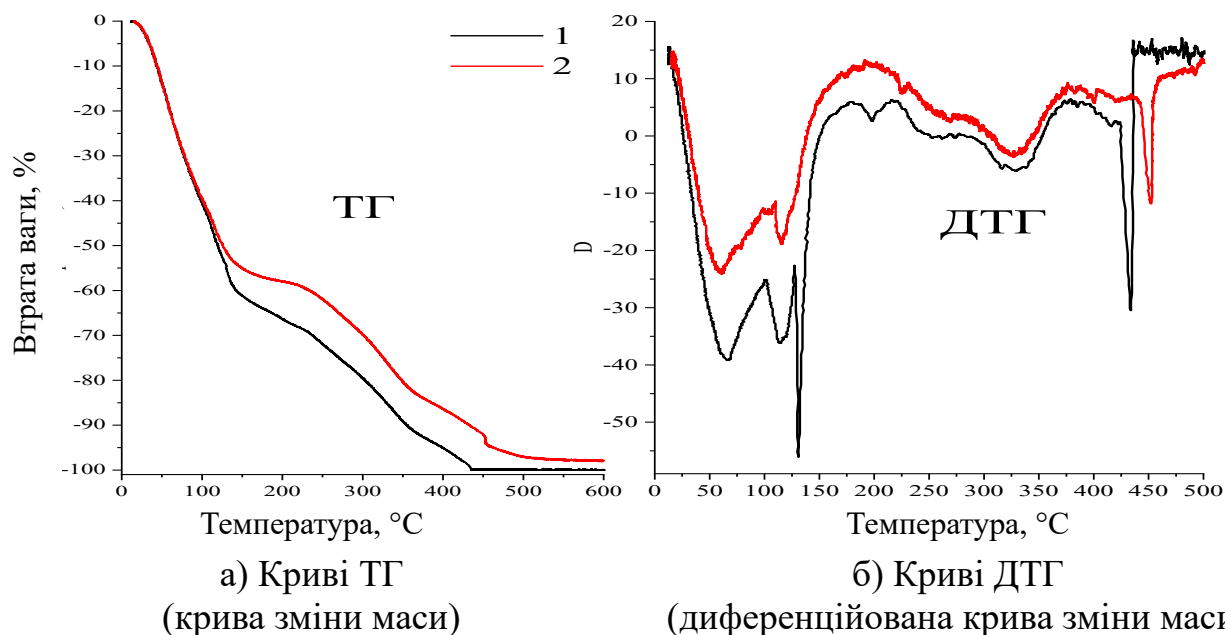


Рис. 5.4. Криві ТГ та ДТГ, де: 1 – зразок закуски овочевої свіжовиготовленої; 2 – зразок закуски овочевої після зберігання

Основною відмінністю кривих ДТГ свіжовиготовлених закусок овочевих, а також їх після 30 діб зберігання є наявність на першій вузького чітко структурованого ендотермічного піка за 131 °С, який зникає під час зберігання. Ймовірно, що цей пік відповідає сильно зв'язаній воді, загальний вміст води зменшується із 63 % до 56 %, що може свідчити про термічний розклад (із затратою енергії) якогось комплексу чи органічної сполуки. Натомість загальна кількість води в зразку під час зберігання змінюється несуттєво (54–56 %, рис. 5.4 а), без видимого перерозподілу кількості вільної та зв'язаної води: із 41 % до 40 % та з 14 % до 16 %, відповідно. Крім того, положення більш

високотемпературного максимуму видалення води не змінюється (115 °С, рис. 5.4 б).

Крім піків видалення води, у дериватограмах спостерігаються більш високотемпературні піки на кривій ДТГ, кожен із яких супроводжується екзотермічним піком на кривій ДТА. Вони характеризують процеси розкладу та горіння органічного компонента, що для зразка до та після зберігання починається вже за температури близько 200 °С. При цьому високотемпературний профіль кривих ДТГ та ДТА є досить схожим, зокрема за кількістю максимумів розкладу (горіння).

Вміст сухої речовини під час зберігання суттєво не змінюється і становить 44–46 % (рис. 5.4 а). Повнота згорання зразка після зберігання дещо зменшується з 99,9 % до 98,0 % (рис. 5.4 а), що може бути зумовлено певними змінами в структурі закуски та утворенню сполук, при згоранні який утворюється невелика кількість коксу.

Положення більшості низькотемпературних піків розкладу (згорання) органічного компонента дещо зміщується у високотемпературну область: із 198 °С до 225 °С, із 254 °С до 269 °С, із 434 °С до 451 °С, проте їх інтенсивність знижується майже незначно. Натомість для зразка після зберігання з'являється новий, мало інтенсивний екзотермічний пік за 400 °С. Указані зміни незначною мірою відображаються на кривій ТГ (рис. 5.4 а). Єдиною помітною відмінністю є зміна маси речовини з 0 °С до температури 250 °С. Можливим поясненням такої різниці є утворення нестійкої під час зберігання сполуки чи комплексу, що руйнується в процесі зберігання.

Порівняння профілів ТГ, ДТГ та ДТА зразків закусок овочевих свіжовиготовлених, а також їх після зберігання дозволило підтвердити збереження їхніх показників якості на кінцевий термін зберігання.

5.3. Дослідження реологічних показників закусок овочевих протягом зберігання

Технологія закусок овочевих розроблена таким чином, що завдяки варіюванню рецептурного складу та дотриманню визначених раціональних параметрів їх одержання (табл. 4.4) можливо розширювати їх смаковий асортимент без впливу на показники якості та безпечності. Однак використання ксантової каміді або крохмалю прежелатинізованого в ЕС забезпечує різний технологічний вплив на стабілізацію напівфабрикату «Есульсія на основі аквафаби» та призводить до досягнення відмінних реологічних показників кінцевого продукту. У зв'язку з цим доцільно додатково дослідити реологічні показники закусок овочевих «Український ф'южн» (як стабілізатор ЕС використано крохмаль прежелатинізований) та «Гарбузовий карі» (як стабілізатор ЕС використано ксантову камідь) як свіжовиготовлених, так і після 30 діб зберігання (рис. 5.5–5.8).

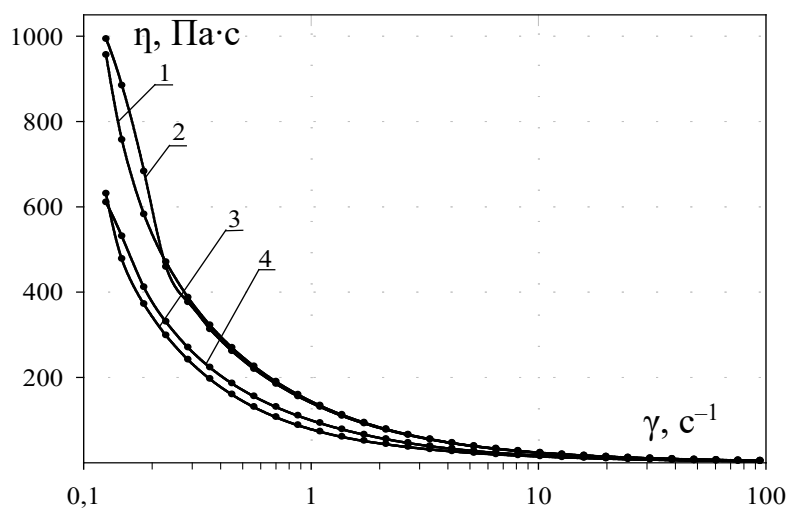


Рис. 5.5. Залежність ефективної в'язкості зразків закуски овочевої на основі аквафаби від швидкості зсуву, де: 1 – закуска овочева свіжовиготовлена «Український ф'южн»; 2 – закуска овочева після 30 діб зберігання «Український ф'южн»; 3 – закуска овочева свіжовиготовлена «Гарбузовий карі»; 4 – закуска овочева після 30 діб зберігання «Гарбузовий карі»

Визначено, що за швидкості зсуву $38,60\text{--}48,28\text{ с}^{-1}$ система набуває гранично зруйнованої структури, за якої ефективна в'язкість закусок свіжовиготовлених «Український ф'южн» становить $7,26\text{--}8,53\text{ Па}\cdot\text{с}$, тоді як після 30 діб зберігання – $7,14\text{--}8,43\text{ Па}\cdot\text{с}$. Для свіжовиготовлених закусок «Гарбузовий карі» ефективна в'язкість у стані граничного руйнування структури становить $5,13\text{--}5,98\text{ Па}\cdot\text{с}$, а після 30 діб зберігання – $5,34\text{--}6,24\text{ Па}\cdot\text{с}$. Відповідно після зберігання ефективна в'язкість у закусках «Український ф'южн» дещо знижується, а в закусках овочевих «Гарбузовий карі» – зростає.

На основі експериментальних даних проведено апроксимацію результатів за використання реологічної моделі Гершеля-Балклі, що зведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10

Параметри моделі Гершеля-Балклі для закусок овочевих

Найменування показника	Позначення	Одиниці виміру	Значення показників для закусок овочевих			
			«Український ф'южн»		«Гарбузовий карі»	
			свіжовиготовлена	після 30 діб зберігання	свіжовиготовлена	після 30 діб зберігання
Напруження зсуву	τ_0	Па	$45,13\pm 4,58$	$49,91\pm 5,09$	$43,00\pm 3,08$	$43,63\pm 1,74$
Коефіцієнт консистенції	K	$\text{Па}\cdot\text{с}^n$	$96,72\pm 4,77$	$88,01\pm 5,36$	$38,21\pm 2,66$	$54,68\pm 1,59$
Індекс плинності	n	—	$0,301\pm 0,016$	$0,235\pm 0,021$	$0,430\pm 0,014$	$0,354\pm 0,005$
Коефіцієнт кореляції	R^2	—	0,9999	0,9999	0,9974	0,9996

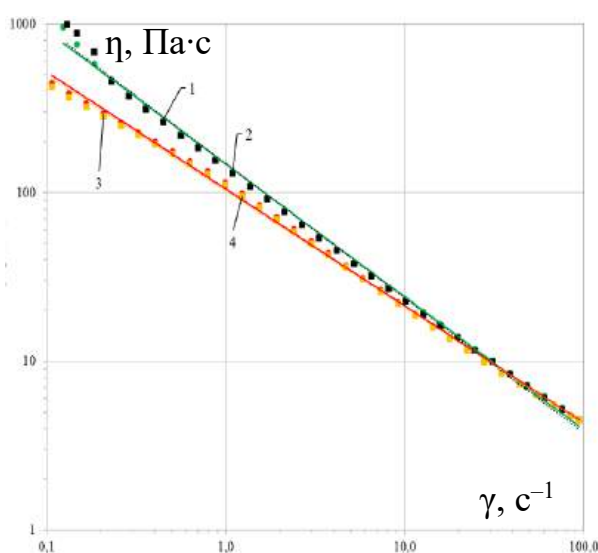
Аналіз характеристик постійних математичного рівняння реологічної моделі Гершеля-Балклі дозволив дати детальну оцінку досліджуваних зразків закусок (табл. 5.10). Порівнюючи визначені параметри рівняння Гершеля-Балклі для зразків закусок овочевих «Український ф'южн» та «Гарбузовий карі», слід зазначити, що в зразках закуски овочевої «Український ф'южн», де як стабілізатор ЕС використано крохмаль прежелатинізований, майже вдвічі вища в'язкість. Ця тенденція узгоджується з даними, поданими на рис. 5.5.

Закуси овочеві за використання і крохмалю прежелатинізованого, і ксантанової каміди можна охарактеризувати як нелінійно-пластичні системи.

У досліджуваних зразках закуски «Український ф'южн» визначено збільшення граничної напруги зсуву (τ_0) з 45,2 Па до 49,9 Па, що може свідчити про збільшення структурованості зразків закуски (ущільнення внутрішньої матриці). При цьому зменшення коефіцієнта консистенції з 96,7 Па·сⁿ до 88,0 Па·сⁿ та індексу плинності з 0,301 до 0,235 вказує на те, що продукт стає менш в'язким, текучим.

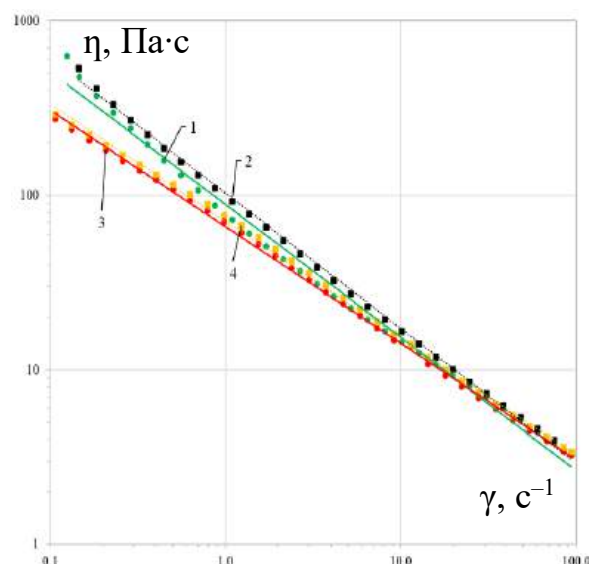
Зразки закусок овочевих свіжовиготовлених «Гарбузовий карі» за використання ксантанової каміди характеризуються коефіцієнтом консистенції $38,21 \pm 2,66$ Па·сⁿ, який під час зберігання зростає й досягає значення $54,68 \pm 1,59$ Па·сⁿ, що свідчить про поступове загущення системи. Гранична напруга зсуву змінюється несуттєво, у межах похибки, з $43,00 \pm 3,08$ до $43,63 \pm 1,74$ на кінцевий термін зберігання. Проте індекс поведінки потоку зменшується з $0,430 \pm 0,014$ до $0,354 \pm 0,005$, що свідчить про зменшення текучості продукту протягом його зберігання. Відповідно зразки закусок овочевих «Гарбузовий карі» протягом 30 діб зберігання демонструють збільшення в'язкості та зниження текучості.

На рис. 5.6 подано залежність в'язкості зсуву закусок овочевих від швидкості зсуву в прямому та зворотному ході. Досліджувані зразки демонструють типову поведінку неньютонівської рідини, для яких характерне зниження ефективної в'язкості зі зростанням швидкості зсуву.



а)

Закуска овочева
«Український ф'южн»



б)

Закуска овочева
«Гарбузовий карі»

Рис. 5.6. Залежність в'язкості зсуву (η , Па·с) закусок овочевих від швидкості зсуву (γ , с^{-1}) в режимі прямого (1, 2) та зворотного (3, 4) ходу, де: 1, 3 – закуска свіжовиготовлена; 2, 4 – закуска після 30 діб зберігання

Характеризуючи реологічні показники продукції, слід відмітити, що криві прямого та зворотного ходу (рис. 5.6) не збігаються. Це свідчить про наявність тиксотропної поведінки в усіх досліджуваних зразках закуски овочевої. Проте в діапазоні низьких швидкостей зсуву (від $1,0 \text{ с}^{-1}$ до $0,1 \text{ с}^{-1}$) системи не відновлюються повністю незалежно від виду використаного стабілізатора чи терміну зберігання. Використання методики розрахунку площі під кривими дозволило визначити ступінь відновлення структури закусок овочевих після механічного впливу. Так, у закуски овочевої свіжовиготовленої «Український ф'южн» за використання як стабілізатора крохмалю прежелатинізованого відновлення структури становить 86,78 %, а після 30 діб зберігання – 86,44 %. За використання як стабілізатора ксантанової каміді в закусках свіжовиготовлених «Гарбузовий карі» ступінь відновлення структури становить 90,54 %, а після 30 діб зберігання – 87,10 %. Відповідно закуски овочеві «Гарбузовий карі», які

стабілізовані ксантановою каміддю, демонструють вищу здатність до відновлення структури, проте протягом часу цей показник знижується, при цьому в зразках закуски «Український ф'южн» за використання крохмалю показник відновлення структури залишається стабільним протягом усього терміну їх зберігання. Результати частотної розгортки досліджуваних зразків закуски подано на рис. 5.7.

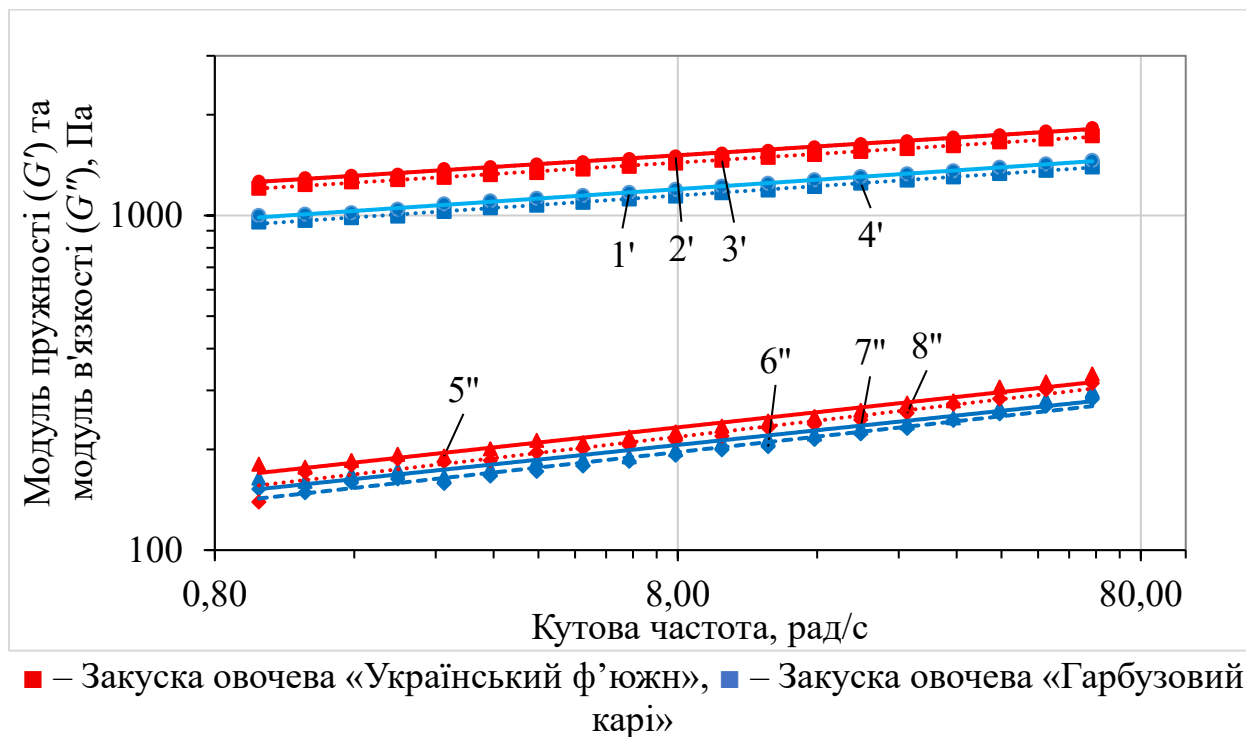


Рис. 5.7. Залежність модуля пружності (G' , 1–4, Па) та модуля в'язкості (G'' , 5–8, Па) закусочних овочевих від кутової частоти [ω , рад/с], де: 3, 4, 6, 8 – свіжовиготовлена; 1, 2, 5, 7 – після 30 діб зберігання

Дослідження частотної розгортки зразків закусочних продуктів (рис. 5.7) дозволяють визначити їх фізичну стійкість у стані спокою протягом усього терміну зберігання, з'ясувавши, чи будуть виникати дестабілізаційні процеси за цей період. Модуль накопичення (G') описує частку пружних властивостей і відповідає частині енергії, яка зберігається. Модуль втрат (G'') відповідає в'язким властивостям і визначає частину енергії, яка втрачається під час синусоїдальної деформації [174].

Дослідження частотної розгортки зразків відображають, що в усьому діапазоні вимірів кутової частоти отримані значення модуля пружності (G') перевищують значення модуля в'язкості (G''), оскільки $G' > G''$, що свідчить про переважання пружних властивостей над в'язкими.

Значення G^*/G' зростають зі збільшенням значень кутової частоти (ω), при цьому значення комплексної в'язкості (η^*) зменшуються. Це може пояснюватися зростанням жорсткості зразків.

Вимірювання реологічних показників (рис. 5.7) досліджуваних зразків за високих значень кутової частоти (ω) дозволяють охарактеризувати поведінку зразків під час короткотривалого деформаційного впливу, а за низьких значень кутової частоти (ω) – під час тривалого статичного деформаційного впливу. Відповідно отримані дані дозволяють охарактеризувати реологічні параметри досліджуваних зразків за різних технологічних впливів (фасування, зберігання). За низьких значень кутової частоти (ω) тангенс кута втрат ($\tan \delta$) варіювався в межах 0,11–0,15. Зі збільшенням кутової частоти спостерігалось зростання значень тангенс кута втрат ($\tan \delta$) до 0,18 для закусок овочевих «Український ф'южн» за використання крохмалю прежелатинізованого та до 0,21 для закусок овочевих «Гарбузовий карі» за використання ксантанової каміди, що характерно як для свіжовиготовлених зразків, так і для зразків після зберігання. Визначені значення дотичної втрати ($\tan \delta < 1$) свідчать, що закуски є структурованими системами. Постійність значень дотичної втрати ($\tan \delta$) як у свіжовиготовленої закуски, так і після 30 діб зберігання свідчить про високу структурну стабільність продукту, що підтверджує збереження його органолептичних показників протягом зберігання.

Фазовий кут (δ) у всьому діапазоні вимірів (рис. 5.7) не перевищує $10,4^\circ$ для зразків на крохмалі прежелатинізованому та $11,6^\circ$ для зразків на ксантановій каміді, що свідчить про в'язкопружну поведінку досліджуваних зразків, адже при цій поведінці характерні значення фазового кута (δ) в діапазоні $0^\circ < \delta < 90^\circ$.

Модуль в'язкості (G'') у зразку закуски овочевої після 30 діб зберігання порівняно зі свіжовиготовленою має незначну тенденцію до збільшення, що свідчить про те, що текстура закусок протягом зберігання стабільна. Модулі пружності (G') та в'язкості (G'') апроксимовано використанням степеневих моделей, коефіцієнти кореляції лінійної регресії (R^2) вище 0,97, що підтверджує адекватність використання обраної моделі. Отримані значення параметрів зведено в табл. 5.11.

Таблиця 5.11

Параметри степеневих моделей, призначених для кривих частотної розгортки досліджуваних зразків

Найменування зразків		G'			G''		
		K'	n'	R^2	K''	n''	R^2
		$\text{Pa}\cdot\text{s}^{n'}$	—	—	$\text{Pa}\cdot\text{s}^{n''}$	—	—
Закуска овочева «Український ф'южн»	Свіжовиготовлена	1203,50	0,0859	0,9983	156,19	0,1606	0,9731
	Після 30 діб зберігання	1260,90	0,0877	0,998	170,1	0,1507	0,975
Закуска овочева «Гарбузовий карі»	Свіжовиготовлена	944,52	0,0935	0,9989	142,72	0,1533	0,9798
	Після 30 діб зберігання	987,25	0,0933	0,9985	152,24	0,1459	0,9743

Проведений статистичний аналіз (табл. 5.11) підтвердив несуттєву зміну реологічних показників досліджуваних зразків закусок свіжовиготовлених та після 30 діб зберігання, де середні значення визначених параметрів знаходяться в одному діапазоні. Значення модулів пружності (G') та в'язкості (G'') у визначеному діапазоні кутової частоти (ω) свіжовиготовлених та після 30 діб зберігання закусок суттєво не змінилися.

Визначено показник активності води, значення якого наведено в Додатку А.11, як один із методів прогнозування тривалості зберігання залежно від використаного стабілізатора напівфабрикату «Емульсія на основі аквафаби», який формує текстуру закусок овочевих. Зазначений показник відображає

мікробіологічну, фізичну, хімічну стабільність продукту. Активність води в зразках закуски овочевої свіжовиготовленої «Український ф'южн» за використання крохмалю прежелатинізованого відповідає значенню 0,910, а після 30 діб зберігання – 0,902. Зменшення кількості вільної рідини в складі закусок протягом зберігання пов'язане з процесом додаткового набухання крохмальних гранул, які поглинають вільну рідину, наявну в продукті. Це сприяє стабільності ЕС та зменшенню ризику мікробіологічного забруднення.

У закусках овочевих свіжовиготовлених «Гарбузовий карі» за використання ксантанової каміді показник активності води становить 0,913, а після 30 діб зберігання – 0,930. Ці значення активності води свідчать про те, що закуски схильні/чутливі до ризику мікробіологічного псування. Відповідно в технології закусок овочевих передбачене використання сорбату калію.

Визначені відмінності в закусках, до складу яких входять різні стабілізатори, пов'язані з їх відмінною природою та взаємодією з рецептурними компонентами. Зокрема, ксантанова камідь, яка є лінійним полісахаридом та має високу здатність до утримування води, може розташовуватися прошарками між білковими речовинами та крохмальними зернами бобових, стримуючи таким чином як старіння, так і гелеутворення системи. Щодо крохмалю, то, незважаючи на те, що він прежелатинізований, однак містить високу масову частку амілопектину, нездатного до утворення водородних зв'язків, а призводить до утворення агрегатів між полімерними ланцюгами, що, у свою чергу, призводить до збільшення ознак структурування та підвищення в'язкості системи.

Висновки за розділом 5

1. Установлено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники розроблених закусок овочевих. Визначено, що закуски овочеві характеризуються високими показниками якості, що забезпечить їх позитивне сприйняття

споживачами. Масова частка сухих речовин у закусках овочевих становить 41,34–44,09 %, при цьому найвищий вміст припадає на жир (25,33–25,43 %) та вуглеводи (11,16–13,88 %). Натомість масова частка білка – 3,45–3,46 %, масова частка золи – 1,26–1,31 %. Відповідно до амінокислотного складу закусок овочевих серед незамінних амінокислот переважають лейцин, лізин, а серед замінних – глутамінова кислота, аспарагінова кислота, арганін. До визначеного мінерального складу закусок овочевих входять калій, кальцій, магній, натрій. Серед визначеного вітамінного складу переважають холін, ніацин, каротин.

2. Визначено, що досліджувані мікробіологічні показники в закусках овочевих не перевищують допустимих норм та відповідають показникам безпечності. Результати дослідження показників якості та безпечності закусок овочевих покладено в основу технічних умов ТУ У 10.8-44234755-002:2024.

3. Досліджено вплив терміну зберігання на реологічні показники закусок овочевих. Установлено, що закуски овочеві можна охарактеризувати як нелінійно-пластичні системи. Експериментальні дані частотної розгортки та їх апроксимація підтвердили несуттєву зміну реологічних показників. На кінцевий термін зберігання закусок за використання крохмалю прежелатинізованого спостерігається незначне збільшення структурованості, що відображається в зменшенні індексу поведінки потоку (плину). Натомість у закусках овочевих за використання ксантанової каміді спостерігається незначне загущення системи. Визначено, що відновлення структури закусок овочевих залежно від асортименту становить 86,44–90,54 %.

4. Результати комплексного дослідження показників якості та безпечності дозволили обґрунтувати термін та умови зберігання закусок овочевих, а саме 30 діб за температури 2–6 °С, відносної вологості повітря не більше 75 %.

РОЗДІЛ 6

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

У цьому розділі проведено оцінку одержаних результатів наукового дослідження та підтверджено економічну ефективність розробленої технології закусок овочевих. Наведено розрахункові дані щодо собівартості виробництва, встановлено рівень рентабельності та визначено основні джерела економічної вигоди. Узагальнено інформацію про апробацію результатів у практичній діяльності, визначено місця впровадження технології та перераховано нормативну документацію, розроблену й затверджену в межах дослідження.

6.1. Оцінка результатів та ефективності наукового дослідження

Успішність впровадження та подальше використання наукової розробки зумовлює необхідність оцінювання її ефективності. Це дозволяє уникнути втрат під час впровадження наукової розробки у виробництво, підвищити конкурентоспроможність і забезпечити відповідність розробленої продукції встановленим стандартам і попиту.

Оцінювання ефективності наукової розробки здійснюється з використанням певного підходу (економічного, технічного, соціального та ін.), дотримання якого дозволяє ідентифікувати цінність наукової розробки для ринку, науки та суспільства. Для харчових виробництв сучасним підходом у діяльності є дотримання еко-підходу та оцінювання технологій виробництва продукції на засадах концепції еко-ефективності. Розроблена Всесвітньою радою підприємців зі сталого розвитку (WBCSD – World Business Council for Sustainable Development [175]) концепція еко-ефективності відображає стратегічний підхід до управління підприємством, що передбачає організацію його діяльності на основі поєднання економічної вигоди та екологічної відповідальності.

Організація діяльності на основі еко-ефективності об'єднує два ключових її аспекти: а) економічний ефект, що передбачає досягнення фінансових результатів, виготовлення якісної продукції та забезпечення потреб клієнтів; б) екологічний ефект, суть якого полягає в мінімізації використання ресурсів і негативного впливу на природу, включно зі скороченням викидів і відходів.

Відзначимо аспекти впровадження концепції еко-ефективності під час виробництва продукції та показники для її ідентифікації. Щодо впровадження концепції еко-ефективності у виробництво, то основними аспектами цієї діяльності є: зниження матеріаломісткості та/або енергоємності продукції; знижена дисперсія токсичних матеріалів; покращення переробки сировини та матеріалів (рециклінг); максимальне використання відновлювальних ресурсів; підвищення довговічності виробів [176]. Щодо показників, які відображають дотримання еко-підходу у виробничій діяльності, то такими є показники економічного результату, екологічного впливу та еко-ефективності. Розглянемо зміст зазначених показників.

Економічний результат. Для ідентифікації економічного результату від впровадження продукції, виробленої з дотриманням еко-підходу, використовують показники виручки та/або прибутку від її реалізації.

Екологічний вплив. Для ідентифікації екологічного впливу виробництва продукції використовують показники, що відображають споживання енергії (кВт/год), ресурсів (води (м^3), сировини (тон)), викиди парникових газів (CO_2 , метан тощо), обсяги відходів (тон).

Еко-ефективність. Для розрахунку показника еко-ефективності використовують дані щодо економічного результату та екологічного впливу. Формула для розрахунку така [177]:

$$EcoEf = \frac{VA}{PR}, \quad (6.1)$$

де $EcoEf$ – еко-ефективність;

VA – економічний результат;

PR – показник, що відображає вплив на навколишнє середовище.

Для висновку щодо доцільності впровадження технології виробництва продукції в практику діяльності на засадах еко-підходу порівнюється показник еко-ефективності до та після впровадження розробленої технології. Якщо після впровадження розробленої технології вказаний показник збільшується, то це є ознакою, що впровадження наукової розробки в діяльність підприємства відповідає дотримання еко-критерію; в іншому разі впровадження розробленої технології в діяльність підприємства дотримання еко-критерію не забезпечує.

Концепція еко-ефективності використана для оцінювання доцільності впровадження в практику харчових виробництв розробленої технології закусочних овочевих (ЕСВ). Розрахунки здійснено за такими етапами:

Етап 1. Визначення ціни продукції, виготовленої з використанням розробленої технології.

Етап 2. Визначення економічного ефекту від реалізації продукції, виготовленої за розробленої технології.

Етап 3. Визначення економічного результату за традиційної та розробленої технології закусочних овочевих.

Етап 4. Визначення екологічного впливу за традиційної та розробленої технології закусочних овочевих.

Етап 5. Визначення еко-ефективності за традиційної та розробленої технології закусочних овочевих.

Етап 6. Висновок щодо відповідності розробленої технології концепції еко-ефективності.

Дотримуючись вказаних етапів, здійснено оцінювання ефективності розробленої технології.

Етап 1. Визначення ціни продукції, виготовленої з використанням розробленої технології. Для визначення ціни продукції, виготовленої з використанням розробленої технології, використано метод «витрати плюс», суть якого полягає у встановленні ціни на основі собівартості виробництва продукції та прибутку, який визначається, враховуючи рентабельність продукції. Для розрахунку ціни продукції використано такі формули (6.2, 6.3):

$$P = C + Pft, \quad (6.2)$$

$$Pft = \frac{C \times Pf}{100}, \quad (6.3)$$

де P – ціна продукції, грн;

C – собівартість продукції, грн;

Pft – прибуток, грн;

Pf – рентабельність продукції, %.

Собівартість виробництва продукції (C) визначено на основі інформації щодо витрат сировини на 100 кг готової продукції, цін на цю сировину, структури витрат на виробництво харчової продукції [178]. Для розрахунків витрати на сировину на 100 кг продукції взято, ураховуючи рецептури розробленої продукції: ціни на сировину – ураховуючи середній рівень цін на цю сировину (без ПДВ), що склалися на ринку; витрати – ураховуючи їх структуру в сегменті виробництва харчової продукції за даними Державної служби статистики України [178]. Джерела інформації та показники для визначення ціни на розроблену продукцію – закусок овочевих – наведено в Додатку А.12, результати розрахунків – у табл. 6.1, додатку А.13.

Таблиця 6.1

Розрахунок ціни продукції, виготовленої за розробленою технологією (на 100 кг продукції)

№ з/п	Показник	Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
1	Витрати на сировину та матеріали	4485	4171
2	Інші матеріальні витрати	449	417
3	Матеріальні витрати ($p1+p2$)	4934	4588
4	Амортизація	897	834
5	Витрати на оплату праці	2242	2085
6	Відрахування на соціальні заходи	493	459
7	Інші витрати	404	375
8	Витрати усього, грн/100 кг ($p3+p4+p5+p6+p7$)	8970	8341
10	Собівартість, грн/ 1 кг	90	83
11	Прибуток (35,0 %) ($p10 \times 35,0 \%$)	31	29
12	Ціна без ПДВ, грн/1 кг ($p10+p11$)	121	112
13	ПДВ	24	23
14	Ціна з ПДВ, грн/1 кг ($p12+p13$)	145	135

За розрахунками, ціна 1 кг продукції, виготовленої за розробленою технологією, становитиме: закуска овочева «Український ф'южн» – 145 грн/1 кг, закуска овочева «Гарбузовий карі» – 135 грн/1 кг.

Етап 2. Визначення економічного ефекту від реалізації продукції, виготовленої за розробленою технологією. Для визначення економічного ефекту використано показник прибутку на 100 кг продукції. Економічний ефект за видами продукції наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Економічний ефект від реалізації продукції, виготовленої за розробленою технологією

Джерело економічного ефекту	Економічний ефект	Значення, грн/100 кг продукції
Виробництво та реалізація нової продукції:		
Закуска овочева «Український ф'южн»	прибуток на 100 кг продукції	3100 грн/100 кг
Закуска овочева «Гарбузовий карі»		2900 грн/100 кг

У підсумку зроблено висновок, що економічний ефект від впровадження розробленої технології в діяльність харчових виробництв становитиме: за закускою овочевою «Український ф'южн» – 3100 грн/100 кг, за закускою овочевою «Гарбузовий карі» – 2900 грн/100 кг.

Порівняння цін на розроблену продукцію та продукцію, що вже реалізується на ринку закусок, свідчить про конкурентоспроможність продукції, виготовленої за розробленою технологією (рис. 6.1) (складено на основі [179]).



Рис. 6.1. Порівняння цін на розроблену продукцію та продукцію, що вже реалізується на ринку закусок

Ціни на закуски, що вже реалізуються на ринку, становлять від 163 грн/кг до 210 грн/кг; ціна 1 кг продукції, виготовленої за розробленою технологією, – 135–145 грн. Більш низькі ціни на нову продукцію свідчить про її економічну доступність, зокрема можливість її придбання споживачами з різним рівнем доходу. Економічна доступність нової продукції є ознакою зростання споживання та задоволення потреб населення в цій продукції в перспективі, підвищення рівня життя різних груп населення, забезпечення стабільного попиту на продукцію для виробників.

Етап 3. Визначення економічного результату за традиційної та розробленої технології закусок овочевих. Економічний результат до та після впровадження розробленої технології визначено, спираючись на базові положення екологічного управління, зокрема на положення про

багатофункціональність продукційної системи (рис. 6.2) та представлення продукційної системи у вигляді сукупності одиничних процесів (рис. 6.3), які пов'язані один з одним «потоками проміжної продукції та/чи відходів для перероблення, з іншими продукційними системами – за допомогою потоків продукції, а з довкіллям – елементарними потоками» [180].

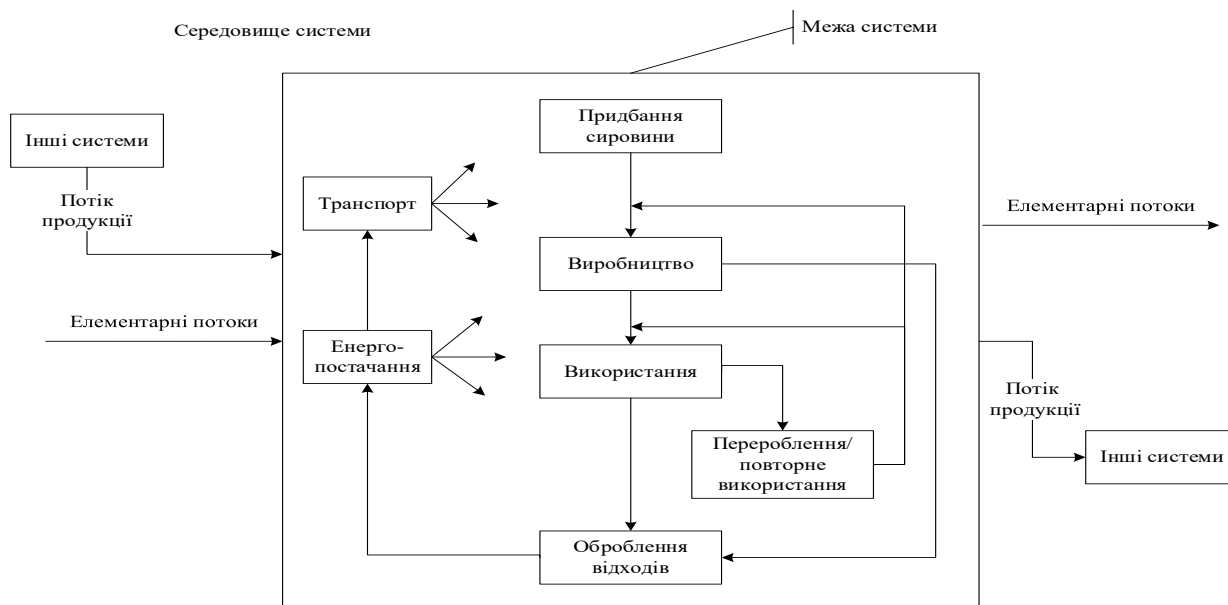


Рис. 6.2. Приклад продукційної системи для оцінки життєвого циклу [180]

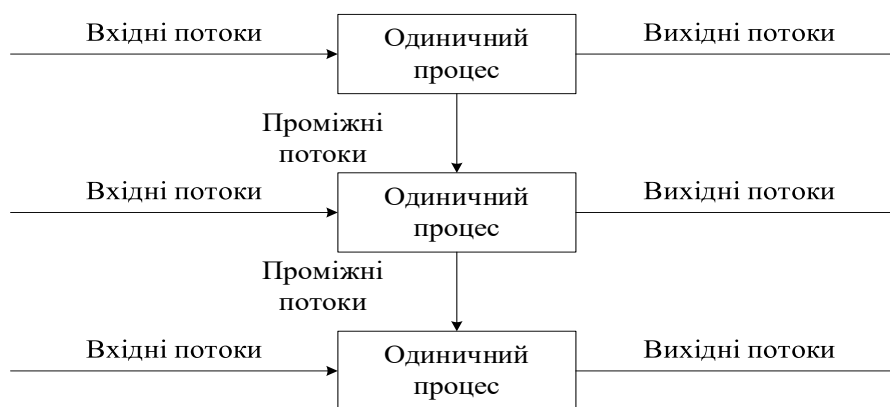


Рис. 6.3. Приклад групи одиничних процесів у межах продукційної системи [180]

У рамках еко-підходу розроблена технологія закусок овочевих є такою, що забезпечує оброблення відходів та зміну структури вихідних потоків процесу

переробки бобових щодо збільшення потоку продукції та зменшення елементарного потоку у вигляді скидів у водні об'єкти та земельні ділянки.

Положення щодо зміни потоку продукції та елементарного потоку, а також розрахунки економічного результату розробленої технології проведено на основі інформації про витрати сировини на виготовлення продукції з використанням нуту, а саме закуски овочевої «Український ф'южн» та хумусу класичного. Для визначення економічного результату від впровадження розробленої технології розраховано прибуток на 100 кг нуту розробленої закуски та хумусу класичного. Розрахунки здійснено в такій послідовності.

Визначення прибутку від реалізації продукції на 100 кг нуту в разі виготовлення овочевої закуски за розробленою технологією та хумусу класичного.

Для визначення прибутку на 100 кг нуту в разі впровадження розробленої технології враховано витрати сировинного набору, вихід готової продукції, прибуток на одиницю готової продукції. Результати розрахунку такі. Для виготовлення 100 кг закуски овочевої «Український ф'южн» необхідно 11,8 кг нуту. За розробленою технологією із 100 кг нуту обсяг виробництва закуски овочевої «Український ф'южн» становитиме 847,5 кг ($100 \times 100 / 11,8 = 847,5$).

Ураховуючи, що прибуток на 1 кг закуски овочевої «Український ф'южн» становить 31 грн/1 кг, прибуток від реалізації продукції визначено в розмірі 26273 грн/100 кг нуту ($31 \times 847,5 = 26273$ грн).

Для визначення прибутку на 100 кг нуту враховано витрати сировинного набору, вихід готової продукції, прибуток на одиницю готової продукції. Результати розрахунку такі. Для виготовлення 100 кг хумусу класичного необхідно 26 кг нуту. За традиційною технологією із 100 кг нуту обсяг виробництва хумусу класичного становитиме 384,6 кг ($100 \times 100 / 26 = 384,6$). Якщо ціна (з ПДВ) хумусу класичного взята в розмірі 210 грн/кг, рентабельність

виробництва 35 %, прибуток від реалізації продукції, що виготовлена із 100 кг нуту, становитиме 17450 грн/100 кг нуту.

$$((210/1,20)/1,35) \times 0,35 = 45,37 \text{ грн/1 кг продукції}$$

$$45,37 \times 384,6 = 17450 \text{ грн/100 кг нуту}$$

Результати розрахунку прибутку на 100 кг нуту закуски овочевої «Український ф'южн» та хумусу класичного наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3

Розрахунок прибутку на 100 кг нуту в разі виготовлення закуски овочевої «Український ф'южн» та хумусу класичного

Показник	Одиниці виміру	Закуска овочева «Український ф'южн»	Хумус класичний
Готова продукція	кг продукції /100 кг нуту	847,5 (100×100/11,8)	384,6 (100×100/26)
Ціна (з ПДВ)	грн/1 кг готової продукції	145	210
Ціна (без ПДВ)	грн/1 кг готової продукції	121	175
Рентабельність виробництва	%	35	35
Прибуток на випуск продукції із 100 кг нуту	грн/100 кг нуту	26273 ((121/1,35×0,35)× 847,5)	17450 (175/1,35×0,35)× 384,6)

Таким чином, за результатами розрахунків встановлено, що в разі виробництва хумусу класичного прибуток на 100 кг становитиме 17450 грн, а в разі виробництва закуски овочевої «Український ф'южн» – 26273 грн.

Етап 4. Визначення екологічного впливу в разі виготовлення закуски овочевої за розробленою технологією та хумусу класичного. Для визначення екологічного впливу враховано структуру вихідного потоку та дані щодо обсягу парникових газів, які виділяються під час розкладання органічних речовин, а саме

метану (CH_4) та вуглекислого газу (CO_2). Інформацію наведено в табл. 6.4, яку складено на основі [181].

Таблиця 6.4

Екологічний вплив у разі виготовлення закуски овочевої за розробленою технологією та хумусу класичного

№ з/п	Показник	Одиниці виміру	Закуска овочева «Український ф'южн»	Хумус класичний
1	Вихідний потік	кг	99,8	230,6
2	у т.ч. продукція	кг	100	100
3	елементарний потік	кг	37,9	130,6
4	Виділення парникових газів : вуглекислий газ (CO_2)	кг/кг відходів	2	2
5	Виділення парникових газів : вуглекислий газ (CO_2) ($p3 \times p4$)	кг/ кг відходів	75,8	261,2
6	Екологічний вплив: вуглекислий газ (CO_2)	кг/1 кг нуту	6,4 (75,8÷11,8)	10,0 (261,2÷26,0)
7	Екологічний вплив: вуглекислий газ (CO_2)	кг/100 кг нуту	642	1000

Результати проведених розрахунків свідчать, що впровадження розробленої технології зумовлює зменшення негативного впливу виробництва продукції з нуту на екологію. Викиди вуглекислого газу зменшуються з 1000 кг до 642 кг на 100 кг нуту.

Етап 5. Визначення еко-ефективності за традиційної та розробленої технології закусок овочевих. Для визначення еко-ефективності впровадження розробленої технології закусок овочевих ураховано показники економічного ефекту та екологічного впливу, а саме визначено економічний ефект на одиницю екологічного впливу. Інформацію та результати розрахунків наведено в табл. 6.5.

Таблиця 6.5

Порівняння еко-ефективності впровадження розробленої технології виробництва закусок овочевих та хумусу класичного

№ з/п	Показник	Одиниці виміру	Закуска овочева «Український ф'южн»	Хумус класичний
1	Економічний ефект: прибуток	грн/100 кг нуту	26273	17450
2	Екологічний вплив: обсяг парникових газів	кг/100 кг нуту	642	1000
3	Еко-ефективність ($p1 \div p2$)	грн ефекту/кг викидів	40,92	17,45

За розрахунками показник, що відображає еко-ефективність, становить: за традиційної технології – 17,45 грн економічного ефекту на 1 кг викидів, за розробленої технології – 40,92 грн економічного ефекту на 1 кг викидів.

Етап 6. Висновок щодо відповідності розробленої технології концепції еко-ефективності. Порівняння коефіцієнтів еко-ефективності свідчить про відповідність розробленої технології концепції еко-ефективності. Значення коефіцієнтів еко-ефективності, розраховані в разі впровадження нової технології, перевищують цей самий коефіцієнт, розрахований за даними щодо використання традиційної технології.

На основі узагальнених результатів дослідження розроблено дослідні зразки закусок овочевих (рис. 6.4) для промислової апробації.



Рис. 6.4. Фотографічне зображення дослідних зразків закусок овочевих для промислової апробації

Проведені розрахунки доводять доцільність впровадження розробленої технології в практичну діяльність. Визначено, що впровадження розробленої технології дозволяє отримати позитивний економічний ефект від виробництва та реалізації нової продукції, забезпечує створення нової продукції, конкурентоспроможної за ціною, відповідає принципам еко-ефективності виробництва продукції.

За розрахунками, ціна 1 кг продукції, виготовленої за розробленою технологією, становитиме 135–145 грн, а саме: закуска овочева «Український ф'южн» – 145 грн/1 кг, закуска овочева «Гарбузовий карі» – 135 грн/1 кг. Економічний прибуток від впровадження розробленої технології закусок овочевих у діяльність харчових виробництв забезпечить прибуток у розмірі від до 2900 грн до 3100 грн на 100 кг готової продукції в асортименті. Відповідно за закускою «Український ф'южн» – 3100 грн/100 кг, за закускою «Гарбузовий карі» – 2900 грн/100 кг.

Продукція конкурентна за ціною. Ціни на закуски, що вже реалізуються на ринку, становлять від 163 грн/кг до 210 грн/кг; ціна 1 кг продукції, виготовленої за розробленою технологією, 135–145 грн.

Впровадження розробленої технології закусок овочевих відповідає принципам еко-ефективності. Про це свідчить більш високе значення показника еко-ефективності, розрахованого за даними витрат сировини та впровадження зворотних відходів у виробництво під час виготовлення закуски овочевої «Український ф'южн» порівняно із хумусом класичним. За розрахунками показник, що відображає еко-ефективність, у результаті виготовлення хумусу класичного становить 17,45 грн економічного ефекту на 1 кг викидів, натомість закуски овочевої «Український ф'южн» – 40,92 грн економічного ефекту на 1 кг викидів.

6.2. Впровадження результатів дослідження в практику та освітній процес

Випробувано та реалізовано технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою (табл. 6.6).

Розроблено та затверджено технічні умови ТУ У 10.8-44234755-002-2024 «Закуси на основі бобової сировини», технологічну інструкцію до ТУ У 10.8-44234755-002-2024 «Закуси на основі бобової сировини» (додаток В).

Отримано патент України на корисну модель №u202405328 «Спосіб отримання аквафаби», №u202405329 «Спосіб отримання емульсійних систем на основі аквафаби з квасолі» (додаток Б).

Технологію закусок овочевих з гетерогенною структурою впроваджено на підприємствах України: ФОП Лозова В. Є. шоу-ресторан «АльтБір» (акт від 13.09.2023 р.), ТОВ «Українська варенична» (акт від 30.10.2023 р.), ПП «Україна-Центр» (акт від 20.05.2024 р.) (додаток Г).

Результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес ДБТУ (акти від 12.12.2022 р., 13.09.2023 р., 21.11.2023 р.) під час викладання дисциплін «Технологія веганських та вегетаріанських харчових продуктів», «Дизайн та декорування страв», написання курсових та кваліфікаційних робіт (додаток Д).

Таблиця 6.6

Результати впровадження технології закусок овочевих

Найменування тем, у межах яких здійснено впровадження	Впровадження результатів у виробництво				Впровадження результатів у освітній процес	Апробація результатів дослідження
	нормативна та/чи технологічна документація, що регламентує виробництво продукції	назва організації, у якій здійснено впровадження	кількість продукції, що реалізовано, кг	документ про впровадження у виробництво		
1	2	3	4	5	6	7
07-21-22 Б (0120U105080) «Наукове обґрунтування, розроблення технологій харчової продукції та систем менеджменту харчової безпеки для закладів ресторанної індустрії сучасних форматів», 2021–2022 р.	—	—	—	—	Акт від 12.12. 2022 р.	Демонстрування продукції на виставках: нарада щодо перспектив розвитку ДБТУ за участі Харківської ОВА, народних депутатів України (м. Харків, 12.07.2023 р.);

Продовження таблиці 6.6

1	2	3	4	5	6	7
0123U101616 «Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи», 2023–2024 р.	ТУ У 10.8–44234755–002:2024	ТОВ «Українська варенична», м. Черкаси	Закуси з емульсійною структурою на основі бобової сировини – 60 кг	Акт від 30.10.2023 р.	Акт від 13.09.2023 р.	І Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (м. Харків, 18.05.2023 р.); XX International culinary festival (Republic of Croatia, Brač, 01.04.2025–05.04.2025)
	Технологічна інструкція до ТУ У 10.8–44234755–002:2024	ПП «Україна – Центр», м. Черкаси	Закуси з емульсійною структурою на основі бобової сировини – 50 кг	Акт від 20.05.2024 р.	Акт від 21.11.2023 р.	
18-23 Д (0123U103199) «Розроблення технології харчової продукції з емульсійною структурою на основі аквафаби», 2023 р.	–	Шоу-ресторан «АльтБір», м. Харків	Овочево-бобові закуски з емульсійною структурою з різними наповнювачами – 250 кг	Акт від 01.09.2023 р.	–	
30-24 ДП Науково-практичні рекомендації щодо постановки на виробництво соусів на основі сировини рослинного та тваринного походження, 2024 р.	Технологічні картки	ПП «МІРВАНА», м. Харків	Соусна продукція на основі напівфабрикату «Емульсія на основі аквафаби» – 50,0 кг	Акт від 01.12.2024 р.	–	

Закуси овочеві демонструвалися на виставках наукових розробок, ярмарках, конкурсах, які проводились в рамках: наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету (додаток Л.2), I Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» (додаток Л.1), Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва МОН України та ХОВА (додаток Л.3), міжнародних кулінарних фестивалів (додаток Н). Участь в наукових заходах різного рівня було відзначено сертифікатами та грамотами (додаток П).

На дегустаційних нарадах, що проводилися за участю науковців Державного біотехнологічного університету, закуски овочеві одержали високу оцінку, що підтверджено актом дегустації (додаток Ж) та рекомендовані до впровадження в заклади ресторанної індустрії.

Висновки за розділом 6

1. Доведено, що економічна ефективність виробництва закусок овочевих забезпечується високим рівнем їх доходності. Ціна закусок овочевих «Український ф'южн» становитиме 145 грн за 1 кг продукції, а закусок овочевих «Гарбузовий карі» – 135 грн, відповідно. При цьому економічний прибуток від практичної реалізації технології закусок овочевих становитиме 2900–3100 грн на 100 кг готової продукції. Одночасно з позитивним економічним ефектом від виробництва закусок овочевих досягається відповідність розроблених технологій концепції еко-ефективності.

2. Проведено комплекс заходів щодо впровадження розроблених закусок овочевих у заклади ресторанної індустрії, доведено досягнення економічного ефекту та концепції еко-ефективності від впровадження розробленої технології закусок овочевих у промислове виробництво.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури обґрунтовано доцільність розроблення технології закусок овочевих з гетерогенною структурою з використанням аквафаби. Запровадження цієї технології сприятиме практичній реалізації принципів відповідального споживання та виробництва шляхом використання як термооброблених бобових, так і супутньої рідини – аквафаби.

2. На основі встановлених закономірностей накопичення сухих речовин в аквафабі залежно від технологічних чинників – вид зерен бобових, співвідношення зерна бобових:вода, температура та тривалість термічного оброблення, рН варильного середовища – визначено раціональні параметри їх гідромеханічного та гідротермічного оброблення. Доведено, що гідромеханічне оброблення доцільно здійснювати за температури 15–18 °С протягом $(4,0–8,0) \cdot 60^2$ с для нуту, квасолі, гороху, $(1,5–2,0) \cdot 60^2$ с для сочевиці. Раціональна тривалість гідротермічного оброблення становить $(50–70) \cdot 60$ с для нуту, квасолі, гороху та $(5–7) \cdot 60$ с для сочевиці у воді питній за температури 98–100 °С.

3. Комплексними дослідженнями хімічного складу, мікроструктурних, структурно-механічних, фізико-хімічних показників аквафаби та її емульгувальних властивостей науково обґрунтовано технологічні параметри утворення стійких ЕС на її основі. Аквафаба, яку одержано за раціональних параметрів технологічного оброблення зерен бобових, містить 2,79–5,42 % сухих речовин, які представлено білками (0,82–1,41 %), вуглеводами (1,74–3,82 %), крохмалем (0,75–2,15 %), пектинами, цурками та карбоновими кислотами. Аквафаба, залежно від масової частки сухих речовин в ній, дозволяє утворювати ЕС на її основі в широкому діапазоні масової частки жирової фази – від 29,5–30,0 % до 82,5–86,5 %, загальна стабільність яких становить 5–80 %.

4. Встановлено закономірності формування мікроструктурних, структурно-механічних показників ЕС залежно від технологічних чинників – масова частка сухих речовин в аквафабі, масова частка жирової фази та стабілізаторів. Експериментально доведено доцільність використання як стабілізаторів структури ЕС ксантанової каміді, крохмалю прежелатинізованого. Встановлено, що варіювання вищезначеними технологічними чинниками дозволяє утворювати стійкі системи з відмінними мікроструктурними, структурно-механічними показниками – ефективна в'язкість в діапазоні від 0,071 Па·с до 3,094 Па·с за швидкості зсуву $48,3 \text{ с}^{-1}$, медіанний розмір частинок (процентиль D_{50}) – від 4,1 мкм до 27,4 мкм. Визначено, що формування гетерогенної структури закусочок овочевих досягається шляхом використання термооброблених та подрібнених зерен бобових (нут, горох), емульсійних систем на основі аквафаби, стабілізованих 0,2 % ксантановою каміддю або 2,0 % крохмалем прежелатинізованим, та термооброблених подрібнених овочів – гарбуз, морква, перець та інші.

5. Науково обґрунтовано та розроблено рецептурний склад і технологічну схему виробництва закусочок овочевих, де в єдиному технологічному потоці реалізовано комплексний підхід до використання ресурсного потенціалу як бобових, так і утвореної аквафаби. При цьому включення до рецептурного складу гарбуза, моркви чи буряка відвареного подрібненого дозволило покращити органолептичні показники та сформувати асортимент закусочок.

6. Комплексно досліджено показники якості та безпечності закусочок овочевих, установлено їх органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники, харчову та біологічну цінність, що дозволило визначити термін їх зберігання – 30 діб за температури 2–6 °С та відносної вологості повітря не більше 75 %.

7. Розроблено та затверджено нормативну і технологічну документацію на нову продукцію, а саме ТУ У 10.8-44234755-002-2024 «Закуски на основі бобової

сировини» та ТІ до ТУ У 10.8-44234755-002-2024, які регламентують технологічний процес їх виробництва, показники якості та безпечності.

8. Визначено, що практичне впровадження розроблених закусок овочевих дозволяє отримати конкурентоспроможну за ціною харчову продукцію, виробництво якої відповідає принципам еко-ефективності. Установлено, що впровадження закусок овочевих забезпечить прибуток у розмірі від 2900 грн до 3100 грн на 100 кг готової продукції в асортименті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Pavlyuk R., Pogarskaya V., Yurieva O., Pogarskiy A., Maksymova N. Devising Nanotechnology For Vegetable Cryofrozen Enrichers With Biocomponents And The Natural Protein Healthy Snacks Containing Them. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 2, No 11 (110), P. 15–22. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.230165>
2. Prymenko V. H., Novik G. V, Holovko M. P., Holovko T. M., Sefikhanova K. A., Babich P. V. Development of the recipe of the sausage with protein isolate from vetch seeds and selenium-protein dietary supplement taking into account the safety indicator. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Vol. 31, No 1. P. 158–166. DOI: <https://doi.org/10.15421/JCHEMTECH.V31I1.273483>
3. Чебаненко Є. В., Мельник О. Ю. Застосування інфрачервоного нагрівання для підвищення смакових якостей бобових. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2025. Vol. 15, No 1. P. 339–345. DOI: <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2025-25-1-42>
4. Simonova I., Drachuk U., Halukh B., Basarab I., Moroz O., Koval H., Hordynska Y.-I. Technological features of production and quality characteristics of restructured poultry ham with lentil isolate. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2024. Vol. 26, No 102. P. 45–53. DOI: <https://doi.org/10.32718/NVLVET-F10207>
5. Страшинський І. М., Фурсік О. П., Грицай М. С., Шабала Є. С. Використання емульсій для розширення асортименту кров'яни ковбас. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2021. No 26. P. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2021-26-08>
6. López-Martínez A., Azuara-Pugliese V., Sánchez-Macias A., Sosa-Mendoza G., Dibildox-Alvarado E., Grajales-Lagunes A. High protein and low-fat chips (snack) made out of a legume mixture. *СyTA - Journal of Food*. 2019. Vol. 17, No 1. P. 661–

668. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1617353>

7. Sridharan S., Meinders M. B. J., Bitter J. H., Nikiforidis C. V. Pea flour as stabilizer of oil-in-water emulsions: Protein purification unnecessary. *Food Hydrocolloids*. 2020. Vol. 101. P. 105533. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2019.105533>

8. Koksel F., Masatcioglu M. T. Physical properties of puffed yellow pea snacks produced by nitrogen gas assisted extrusion cooking. *LWT*. 2018. Vol. 93. P. 592–598. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.04.011>

9. Jahreis G., Brese M., Leiterer M., Schäfer U., Böhm V. Legume flours: Nutritionally important sources of protein and dietary fiber. *Ernahrungs Umschau*. 2016. Vol. 63, No 2. P. 36–42. DOI: <https://doi.org/10.4455/eu.2016.007>

10. Sachko A., Sema O., Grinchenko O., Gubsky S. Canned Beans Aquafaba as an Egg White Substitute in the Technology of Low-Fat Mayonnaise. *Engineering Proceedings*. 2023. Vol. 56, No 1. P. 206. DOI: <https://doi.org/10.3390/ASEC2023-16291>

11. Грабовська О. В., Федорова Д. В., Гніцевич В. А., Дарміна А. Д., Овчаренко О. Р. Технологія соусів емульсійного типу для спеціального дієтичного споживання. *International independent scientific journal*. 2021. Т. 1. №. 26. С. 31. URL: https://www.iis-journal.com/wp-content/uploads/2024/03/IISJ_26_1.pdf (дата звернення 24.02.25).

12. Dehtiar V., Sachko A., Radchenko A., Hrynchenko O., Gubsky S. Development of Lentil Aquafaba-Based Food Emulsions with Xanthan Gum or Pregelatinized Corn Starch as Stabilizers. *Biology and Life Sciences Forum*. 2024. Vol. 40, No 1:17. DOI: <https://doi.org/10.3390/blsf2024040017>

13. He Y., Shim Y. Y., Shen J., Kim J. H., Cho J. Y., Hong W. S., Reaney M. J. T. Aquafaba from Korean Soybean II: Physicochemical Properties and Composition Characterized by NMR Analysis. *Foods*. 2021. Vol. 10, No 11. P. 2589. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS10112589>

14. Mustafa R., He Y., Shim Y. Y., Reaney M. J. T. Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science & Technology*. 2024. Vol. 53, No 10. P. 2247–2255. DOI: <https://doi.org/10.1111/IJFS.13813>
15. Kilicli M., Özmen D., Bayram M., Toker O. S. Usage of green pea aquafaba modified with ultrasonication in production of whipped cream. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2023. Vol. 32. P. 100724. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2023.100724>
16. Оцінка прогресу досягнення ЦСР в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/csr_prezent/2.htm (дата звернення: 01.01.2025)
17. FSL cluster People in Need and Target by Cluster Objectives, Ukraine 2024 | Food Security Cluster. URL: <https://fscluster.org/ukraine/document/fsl-cluster-people-need-and-target-0> (date of access: 01.01.2025)
18. Half of the world's habitable land is used for agriculture - Our World in Data. URL: <https://ourworldindata.org/global-land-for-agriculture> (date of access: 01.01.2025)
19. Державна служба статистики України. Виробництво культур зернових і зернобобових у масі після доробки у 2023 році. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 01.01.2025)
20. Державна Митна Служба. ВІ - Показники зовнішньої торгівлі України за 2023 рік. URL: <https://customs.gov.ua/> (дата звернення: 01.01.2025)
21. ДСТУ 3355-96. Продукція сільськогосподарська рослинна. Методи відбору проб в процесі карантинного огляду та експертизи. Чинний від 1997.07.01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 1996, 14 с. URL: https://fitolabif.com.ua/wp-content/uploads/2020/07/DSTU_3355-96_vidbir_prob.pdf (дата звернення: 01.01.2025)
22. Норми природних втрат - Облік і фінанси АПК: освітній портал. URL: <https://magazine.faaf.org.ua/normi-prirodnih-vtrat-472.html> (дата звернення:

01.01.2025)

23. Karlsson L. Amino Acid Analysis : Establishment of a GC-FID method for Amino Acid Analysis in Legumes, 2025. URL: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-114952> (date of access: 01.01.2025)
24. Onyango E., Onyango E. Legume Protein: Properties and Extraction for Food Applications. *Legumes Research*. 2025. Vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.100393>
25. Boye J., Zare F., Pletch A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*. 2010. Vol. 43, No 2. P. 414–431. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2009.09.003>
26. Making Protein Content Claims on Foods. URL: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://pulsecanada.com/uploads/resources/protein-quality-of-pulses.pdf> (date of access: 01.01.2025)
27. Patil N. D., Bains A., Sridhar K., Bhaswant M., Kaur S., Tripathi M., Sharma M., et al. Extraction, Modification, Biofunctionality, and Food Applications of Chickpea (*Cicer arietinum*) Protein: An Up-to-Date Review. *Foods*. 2024. Vol. 13, No 9. P. 1398. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS13091398>
28. Kusumah S. H., Andoyo R., Rialita T. Isolation and Characterization of Red Bean and Green Bean Protein using the Extraction Method and Isoelectric pH. *SciMedicine Journal*. 2020. Vol. 2, No 2. P. 77–85. DOI: <https://doi.org/10.28991/SCIMEDJ-2020-0202-5>
29. Stone A. K., Avarmenko N. A., Warkentin T. D., Nickerson M. T. Functional properties of protein isolates from different pea cultivars. *Food Science and Biotechnology*. 2015. Vol. 24, No 3. P. 827–833. DOI: <https://doi.org/10.1007/S10068-015-0107-Y/METRICS>
30. Lee H. W., Lu Y., Zhang Y., Fu C., Huang D. Physicochemical and functional properties of red lentil protein isolates from three origins at different pH. *Food*

- Chemistry*. 2021. Vol. 358. P. 129749. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.129749>
31. Ma Y., Chen F. Plant Protein Heat-Induced Gels: Formation Mechanisms and Regulatory Strategies. *Coatings*. 2023. Vol. 13, No 11. P. 1899. DOI: <https://doi.org/10.3390/COATINGS13111899>
 32. Lefèvre C., Bohuon P., Lullien-Pellerin V., Mestres C. Modeling the Thermal Denaturation of the Protein-Water System in Pulses (Lentils, Beans, and Chickpeas). *Journal of agricultural and food chemistry*. 2022. Vol. 70, No 32. P. 9980–9989. DOI: <https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.2C03553>
 33. Caprioli G., Giusti F., Ballini R., Sagratini G., Vila-Donat P., Vittori S., Fiorini D. Lipid nutritional value of legumes: Evaluation of different extraction methods and determination of fatty acid composition. *Food Chemistry*. 2016. Vol. 192. P. 965–971. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.07.102>
 34. Kadyan S., Sharma A., Arjmandi B. H., Singh P., Nagpal R. Prebiotic Potential of Dietary Beans and Pulses and Their Resistant Starch for Aging-Associated Gut and Metabolic Health. *Nutrients*. 2022. Vol. 14, No 9. DOI: <https://doi.org/10.3390/NU14091726>
 35. Shen S., Hou H., Ding C., Bing D. J., Lu Z. X. Protein content correlates with starch morphology, composition and physicochemical properties in field peas. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016. Vol. 96, No 3. P. 404–412. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0231>
 36. Sandhu K. S., Lim S. T. Digestibility of legume starches as influenced by their physical and structural properties. *Carbohydrate Polymers*. 2008. Vol. 71, No 2. P. 245–252. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2007.05.036>
 37. McKeown N. M., Fahey G. C., Slavin J., Van Der Kamp J. W. Fibre intake for optimal health: how can healthcare professionals support people to reach dietary recommendations? *BMJ*. 2022. Vol. 378. DOI: <https://doi.org/10.1136/BMJ-2020-054370>

38. McGinley J. N., Fitzgerald V. K., Neil E. S., Omerigic H. M., Heuberger A. L., Weir T. L., Thompson H. J., et al. Pulse Crop Effects on Gut Microbial Populations, Intestinal Function, and Adiposity in a Mouse Model of Diet-Induced Obesity. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, No 3. P. 593. DOI: <https://doi.org/10.3390/NU12030593>
39. FAO/INFOODS Databases FAO/INFOODS global food composition database for pulses Version 1.0 -uPulses1.0 (user guide). Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.researchgate.net/publication/354609013_FAOINFOODS_Databases_FAOINFOODS_global_food_composition_database_for_pulses_Version_10_-uPulses10_user_guide (date of access: 01.01.2025)
40. Margier M., Georgé S., Hafnaoui N., Remond D., Nowicki M., Du Chaffaut L., Reboul E., et al. Nutritional Composition and Bioactive Content of Legumes: Characterization of Pulses Frequently Consumed in France and Effect of the Cooking Method. *Nutrients*. 2018. Vol. 10, No 11. P. 1668. <https://doi.org/10.3390/NU10111668>
41. Beans, white, mature seeds, cooked, boiled, without salt - USDA FoodData Central Food Details. URL: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/175203/nutrients> (date of access: 01.01.2025)
42. Folashade Bolarinwa I., Fadhil M., Al-Ezzi A., Carew I. E., Muhammad K. Nutritional Value of Legumes in Relation to Human Health: A Review. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2019. Vol. 17, No 5. P. 72–85. DOI: <https://doi.org/10.19026/AJFST.17.6032>
43. Kim H. J., Shin J., Kang Y., Kim D., Park J. J., Kim H. J. Effect of different cooking method on vitamin E and K content and true retention of legumes and vegetables commonly consumed in Korea. *Food science and biotechnology*. 2022. Vol. 32, No 5. P. 647–658. DOI: <https://doi.org/10.1007/S10068-022-01206-9>
44. Koffi Kouakou J.-M., Yao N'dri D., Kouassi N. K., N' G., Amani G. Influence of hydrothermal treatment on physicochemical characteristics of white beans seeds

- (Phaseolus vulgaris) produced in Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. 2018. Vol. 127, No 1. P. 12849–12856. DOI: <https://doi.org/10.4314/JAB.V127I1.9>
45. Nutrition facts for split peas, cooked, recommended daily values and analysis. URL: <https://nutrientoptimiser.com/nutritional-value-peas-split-mature-seeds-cooked-boiled-without-salt/> (date of access: 01.01.2025)
46. Dietary guidelines. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/en/> (date of access: 01.01.2025)
47. Navas-Carretero S., San-Cristobal R., Livingstone K. M., Celis-Morales C., Marsaux C. F., Macready A. L., Martinez J. A., et al. Higher vegetable protein consumption, assessed by an isoenergetic macronutrient exchange model, is associated with a lower presence of overweight and obesity in the web-based Food4me European study. *International journal of food sciences and nutrition*. 2019. Vol. 70, No 2. P. 240–253. DOI: <https://doi.org/10.1080/09637486.2018.1492524>
48. Kahleova H., Fleeman R., Hlozkova A., Holubkov R., Barnard N. D. A plant-based diet in overweight individuals in a 16-week randomized clinical trial: metabolic benefits of plant protein. *Nutrition & diabetes*. 2018. Vol. 8, No 1. DOI: <https://doi.org/10.1038/S41387-018-0067-4>
49. de la Cruz-Ares S., Gutiérrez-Mariscal F. M., Alcalá-Díaz J. F., Quintana-Navarro G. M., Podadera-Herreros A., Cardelo M. P., López-Miranda J. Quality et al. Quantity of Protein Intake Influence Incidence of Type 2 Diabetes Mellitus in Coronary Heart Disease Patients: From the CORDIOPREV Study. *Nutrients*. 2021. Vol. 13, No 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/NU13041217>
50. Foster-Powell K., Holt S. H. A., Brand-Miller J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American journal of clinical nutrition*. 2002. Vol. 76, No 1. P. 5–56. DOI: <https://doi.org/10.1093/AJCN/76.1.5>
51. Li S. S., Kendall C. W. C., De Souza R. J., Jayalath V. H., Cozma A. I., Ha V., Mirrahimi A., Chiavaroli L., Augustin Livia S.A., Mejia S.B., Leiter L.A., Beyene

- J., David J.A. Jenkins, Sievenpiper J. L. Dietary pulses, satiety and food intake: a systematic review and meta-analysis of acute feeding trials. *Obesity (Silver Spring, Md.)*. 2014. Vol. 22, No 8. P. 1773–1780. DOI: <https://doi.org/10.1002/OBY.20782>
52. Gupta N., Quazi S., Jha S. K., Siddiqi M. K., Verma K., Sharma S., Khan, R.H., Bhagyawant S. S. Chickpea Peptide: A Nutraceutical Molecule Corroborating Neurodegenerative and ACE-I Inhibition. *Nutrients*. 2022. Vol. 14, No 22. P. 4824. DOI: <https://doi.org/10.3390/NU14224824>
53. Matemu A., Nakamura S., Katayama S. Health Benefits of Antioxidative Peptides Derived from Legume Proteins with a High Amino Acid Score. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, No 2. P. 316. DOI: <https://doi.org/10.3390/ANTIOX10020316>
54. Das G., Sharma A., Sarkar P. K. Conventional and emerging processing techniques for the post-harvest reduction of antinutrients in edible legumes. *Applied Food Research*. 2022. Vol. 2, No 1. P. 100112. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AFRES.2022.100112>
55. El-Hady E. A. A., Habiba R. A. Effect of soaking and extrusion conditions on antinutrients and protein digestibility of legume seeds. *LWT - Food Science and Technology*. 2003. Vol. 36, No 3. P. 285–293. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00217-7](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00217-7)
56. Han I. H., Baik B. K. Oligosaccharide Content and Composition of Legumes and Their Reduction by Soaking, Cooking, Ultrasound, and High Hydrostatic Pressure. *Cereal Chemistry*. 2006. Vol. 83, No 4. P. 428–433. DOI: <https://doi.org/10.1094/CC-83-0428>
57. Timoracká M., Vollmannová A., Bystrická J. Polyphenols in chosen species of legume - a review. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2010. Vol. 4, No 4. P. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.5219/81>
58. Gilani G. S., Xiao C. W., Cockell K. A. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *British Journal of Nutrition*. 2012. Vol. 108. DOI:

<https://doi.org/10.1017/S0007114512002371>

59. Wang X., Yang R., Jin X., Chen Z., Zhou Y., Gu Z. Effect of germination and incubation on Zn, Fe, and Ca bioavailability values of soybeans (*Glycine max* L.) and mung beans (*Vigna radiate* L.). *Food Science and Biotechnology*. 2015. Vol. 24, No 5. P. 1829–1835. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-015-0239-0>
60. Tabekhia M. M., Luh B. S. Effect of germination, cooking, and canning on phosphorus and phytate retention in dry beans. *Journal of Food Science*. 1980. Vol. 45, No 2. P. 406–408. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1980.TB02631.X>
61. López-Amorós M. L., Hernández T., Estrella I. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006. Vol. 19, No 4. P. 277–283. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2004.06.012>
62. Singh B., Singh J. P., Singh N., Kaur A. Saponins in pulses and their health promoting activities: A review. *Food Chemistry*. 2017. Vol. 233. P. 540–549. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.04.161>
63. Rp Srivastava H. V. Soaking and cooking effect on sapogenols of Chickpeas (*Cicer arietinum*). *Current advances in agricultural sciences*. 2013. Vol. 5, No 1. P. 141–143. URL: https://www.researchgate.net/publication/256078874_Soaking_and_cooking_effect_on_sapogenols_of_Chickpeas_Cicer_arietinum (date of access: 01.01.2025)
64. Sharma K., Kaur R., Kumar S., Saini R. K., Sharma S., Pawde S. V., Kumar V. Saponins: A concise review on food related aspects, applications and health implications. *Food Chemistry Advances*. 2023. Vol. 2. P. 100191. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2023.100191>
65. Nissar J., Ahad T., Naik H. R., Hussain S. Z. A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017. Vol. 6, No 6. P. 1554–1560. URL: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.phytojournal.com/archiv>

es/2017/vol6issue6/PartV/6-6-208-319.pdf (date of access: 01.01.2025)

66. Pandae N., Krangkrathok W., Sawangwan T., Ngernyuang N., Chantorn S. Bioactivity and prebiotic properties of raffinose oligosaccharides derived from different chickpeas for alternative functional food application. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2024. Vol. 31. P. 100412. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.BCDF.2024.100412>
67. Costa R., Fusco F., Gândara J. F. M. Mass transfer dynamics in soaking of chickpea. *Journal of Food Engineering*. 2018. Vol. 227. P. 42–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2018.02.004>
68. Johnny S., Razavi S. M. A., Khodaei D. Hydration kinetics and physical properties of split chickpea as affected by soaking temperature and time. *Journal of Food Science and Technology*. 2015. Vol. 52, No 12. P. 8377–8382. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1893-1>
69. Про норми харчування військовослужбовців Збройних Сил, інших військових формувань та Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації, поліцейських, осіб рядового, начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту. Постанова від 29 березня 2002 р. № 426 Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/426-2002-п#Text> (дата звернення: 01.01.2025)
70. Mustafa R., He Y., Shim Y. Y., Reaney M. J. T. Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 53, No 10. P. 2247–2255. DOI: <https://doi.org/10.1111/IJFS.13813>
71. Shim Y. Y., He Y., Kim J. H., Cho J. Y., Meda V., Hong W. S., Shin W.-S., Kang, S.J., Reaney M. J. T. Aquafaba from Korean Soybean I: A Functional Vegan Food Additive. *Foods*. 2021. Vol. 10, No 10. P. 2433. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS10102433>
72. He Y., Meda V., Reaney M. J. T., Mustafa R. Aquafaba, a new plant-based

- rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 111. P. 27–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.035>
73. Choden N., Odelli D., Casanova F., Petersen H. O., Ajalloueian F., Feyissa A. H. Effect of the extraction process parameters on aquafaba composition and foaming properties. *Applied Food Research*. 2023. Vol. 3, No 2. P. 100354. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AFRES.2023.100354>
74. Vincent R., Powrie W. D., Fennema O. Surface Activity of Yolk, Plasma and Dispersions of Yolk Fractions. *Journal of Food Science*. Vol. 31, No 5, P. 643–648. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1966.tb01919.x>
75. Cunningham F. E., Cotterill O. J. Factors Affecting Acid Coagulation of the Egg White. *Poultry Science*. Vol. 43, No 1, P. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.3382/PS.0430053>
76. Garcia A., Dessev T., Guihard L., Chevallier S. S., Havet M., Le-Bail A. Impact of external static electric field on surface tension of model solutions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2023. Vol. 87. P. 103406. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2023.103406>
77. de Queiroz G. M., Moreira T. S., Salgado H., Moreira R. R. D., Utrera S. H., Martins C. H. G., Pietro R. Propriedades físicas, químicas e aplicação da espuma de aquafaba de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) como substituta da clara em neve em preparações culinárias. 2019. DOI: <https://doi.org/10.17616/R31N39>, URL: <https://surl.li/tdetvo> (date of access: 01.01.2025)
78. Bochenek H., Francis N., Santhakumar A. B., Blanchard C. L., Chinkwo K. A. The antioxidant and anticancer properties of chickpea water and chickpea polyphenol extracts in vitro. *Cereal Chemistry*. 2023. Vol. 100, No 4. P. 895–903. DOI: <https://doi.org/10.1002/CCHE.10671>
79. Chinkwo K. A., Francis N., Santhakumar A. B., Blanchard C. L., Chinkwo K. A. Chickpea Water and Chickpea Polyphenols Induce Apoptosis and Alleviate Cell Migration In Vitro in Human Colon Adenocarcinoma Cells, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202206.0317.V1>

80. Grossi Bovi Karatay G., Rebellato A. P., Joy Steel C., Dupas Hubinger M. Chickpea Aquafaba-Based Emulsions as a Fat Replacer in Pound Cake: Impact on Cake Properties and Sensory Analysis. *Foods*. 2022. Vol. 11, No 16. P. 2484. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS11162484>

81. Nguyen T. M. N., Ngoc N. P., Quoc L. P. T., Tran G. B. Application of Chickpeas Aquafaba with Pre-treatment as Egg Replacer in Cake Production. *Chemical Engineering Transactions*. 2021. Vol. 89. P. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.3303/CET2189002>

82. Domingues Landert Marina; Xavier Zaminelli Caroline; Dário Capitani Caroline. Aquafaba obtained from chickpea cooking: chemical characterization, standardization of use and viability in a recipe. *Demetra: Food, Nutrition & Health / Alimentação, Nutrição & Saúde*. 2021. Vol 16, p1. DOI: <https://doi.org/10.12957/demetra.2021.55115>

83. Shim Y. Y., Mustafa R., Shen J., Ratanapariyanuch K., Reaney M. J. T. Composition and Properties of Aquafaba: Water Recovered from Commercially Canned Chickpeas. *Journal of Visualized Experiments*. 2018. Vol. 2018, No 132. P. 56305. DOI: <https://doi.org/10.3791/56305>

84. Als Salman F. B., Tulbek M., Nickerson M., Ramaswamy H. S. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. *Legume Science*. 2020. Vol. 2, No 2. DOI: <https://doi.org/10.1002/LEG3.30>

85. Armaforte E., Hopper L., Stevenson G. Preliminary investigation on the effect of proteins of different leguminous species (*Cicer arietinum*, *Vicia faba* and *Lens culinaris*) on the texture and sensory properties of egg-free mayonnaise. *LWT*. 2021. Vol. 136. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110341>

86. Stantiall S. E., Dale K. J., Calizo F. S., Serventi L. Application of pulses cooking water as functional ingredients: the foaming and gelling abilities. *European Food Research and Technology*. 2018. Vol. 244, No 1. P. 97–104. DOI:

<https://doi.org/10.1007/S00217-017-2943-X>

87. Choya F., Combarros-Fuertes P., Camino A., Renes Bañuelos D., Prieto Gutiérrez E., Rodríguez T., Baro F. Study of the Technological Properties of Pedrosillano Chickpea Aquafaba and Its Application in the Production of Egg-Free Baked Meringues. *Foods*. 2023. Vol. 12, No 4. P. 902. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS12040902>
88. Nguyen T. M. N., Ngọc N. P. B., Quoc L. P. T., Tran G. B. Application of Chickpeas Aquafaba with Pre-treatment as Egg Replacer in Cake Production. *Chemical Engineering Transactions*. 2021. Vol. 89. P. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.3303/CET2189002>
89. Raikos V., Juskaite L., Vas F., Hayes H. E. Physicochemical properties, texture, and probiotic survivability of oat-based yogurt using aquafaba as a gelling agent. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8, No 12. P. 6426–6432. DOI: <https://doi.org/10.1002/FSN3.1932>
90. Meurer M. C., de Souza D., Ferreira Marczak L. D. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). *Journal of Food Engineering*. 2020. Vol. 265. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2019.109688>
91. Als Salman F. B., Ramaswamy H. S. Evaluation of Changes in Protein Quality of High-Pressure Treated Aqueous Aquafaba. *Molecules*. 2021. Vol. 26, No 1. P. 234. DOI: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26010234>
92. Ge S., Xiong L., Li M., Liu J., Yang J., Chang R., Sun Q. Characterizations of Pickering emulsions stabilized by starch nanoparticles: Influence of starch variety and particle size. *Food chemistry*. 2017. Vol. 234. P. 339–347. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.04.150>
93. Büyük M., Ata A., Yemenicioğlu A. Application of pectin-grape seed polyphenol combination restores consistency and emulsion stability and enhances antioxidant capacity of reduced oil aquafaba vegan mayonnaise. *Food and Bioproducts*

Processing. 2024. Vol. 144. P. 123–131. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2024.01.010>

94. Raikos V., Hayes H., Ni H. Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: recipe optimisation and storage stability. *International Journal of Food Science and Technology*. 2020. Vol. 55, No 5. P. 1935–1942. DOI: <https://doi.org/10.1111/IJFS.14427>

95. Oktay M., Kirkin Gözükmizi C., Üniversitesi İ. T., Fakültesi K.-M., Bölümü G. M., Maslak İ. Nohut ve bezelye konserve sularının vegan mayonez üretiminde kullanımı/Utilization of the aquafaba of canned chickpea and green pea in the production of vegan mayonnaise. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2023. Vol. 2023, No 1. P. 94–102. DOI: <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1149631>

96. Горальчук А.Б., Пивоваров П.П., Гринченко О.О., Погожих М.І., Полевич В.В., Гурський П. В. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: Навчальний посібник. Харків: Харківський державний університет харчування та торгівлі. URL: https://www.researchgate.net/profile/Andrii-Goralchuk/publication/282649472_Rheological_methods_of_raw_foods_and_automation_of_payments_rheological_characteristics/links/5615678208ae4ce3cc6533c3/Rheological-methods-of-raw-foods-and-automation-of-payments- (дата звернення: 01.01.2025)

97. Goralchuk A., Omel'chenko S., Kotlyar O., Grinchenko O., Mikhaylov V. Developing a model of the foam emulsion system and confirming the role of the yield stress shear of interfacial adsorption layers to provide its formation and stability. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 3, No 11(81). P. 11–19. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.69384>

98. Pasichnyi V., Shevchenko O., Tischenko V., Bozhko N., Marynin A., Strashynskiy I., Matsuk Y. Substantiating the feasibility of using hemp seed protein in cooked sausage technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*.

2024. Vol. 4, No 11 (130). P. 56–66. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.310668>
99. McClements D. J. *Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques, Third Edition*. CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/B18868>
100. Chen L., Ao F., Ge X., Shen W. Food-Grade Pickering Emulsions: Preparation, Stabilization and Applications. *Molecules*. 2020. Vol. 25, No 14. P. 3202. DOI: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25143202>
101. Muschiolik G. Multiple emulsions for food use. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2007. Vol. 12, No 4–5. P. 213–220. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.COCIS.2007.07.006>
102. Qiao X., Liu F., Kong Z., Yang Z., Dai L., Wang Y., Sun Q., McClements D. J., Xu X. Pickering emulsion gel stabilized by pea protein nanoparticle induced by heat-assisted pH-shifting for curcumin delivery. *Journal of Food Engineering*. 2023. Vol. 350. P. 111504. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2023.111504>
103. Burgos-Díaz C., Wandersleben T., Marqués A. M., Rubilar M. Multilayer emulsions stabilized by vegetable proteins and polysaccharides. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2016. Vol. 25. P. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.COCIS.2016.06.014>
104. Roohinejad S., Greiner R., Oey I., Wen J. Emulsion-based systems for delivery of food active compounds: Formation, application, health and safety. *Emulsion-based Systems for Delivery of Food Active Compounds: Formation, Application, Health and Safety*. 2018. P. 1–294. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119247159>
105. Kupikowska-Stobba B., Domagała J., Kasprzak M. M. Critical Review of Techniques for Food Emulsion Characterization. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, No 3. P. 1069. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14031069>
106. Snacks Market Size, Share & Growth Analysis Report, 2030. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/snacks-market> (date of access: 01.01.2025)

107. Plant-Based Food Market Size, Growth & Trends 2025 to 2035. URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/plant-based-food-market> (date of access: 01.01.2025)
108. Vegetable Snacks Market Size, Report, Scope & Opportunities By 2031. URL: <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-vegetable-snacks-market> (date of access: 01.01.2025)
109. Спосіб приготування закуски горохової: пат. 158865 Україна. № u202404725; заявл. 02.10.2024; опубл. 26.03.2025, бюл. № 13/2025. 5 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1847665/> (дата звернення: 01.01.2025)
110. Большакова В. А. Технологія паст емульсійного типу з використанням зернобобової сировини: автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.18.16. Харків: ХДАТОХ. 2001, 17 с.
111. Buzgau G., Marc R. A., Mureşan C. C., Fărcaş A., Socaci S. A., Mureşan A., Muste S. The study of the quality parameters of the tortilla chips products formulated from mixtures of corn flour and legumes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2023. Vol. 47, No 5. P. 772–786. DOI: <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3126>
112. Закуска бобова: пат. 87204 Україна. № u201310312; заявл. 21.08.2013; опубл. 27.01.2014, бюл. № 2/2014. 5 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1107950/> (дата звернення: 01.01.2025)
113. Закуска бобова: пат. 106698 Україна. № a201310308; заявл. 21.08.2013; опубл. 10.02.2014, бюл. № 3/2014. 5 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1015994/> (дата звернення: 01.01.2025)
114. Закуска вегетаріанська: пат. 106697 Україна. № a201310306; заявл. 21.08.2013; опубл. 10.02.2014, бюл. № 3/2014. 5 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1016474/> (дата звернення: 01.01.2025)
115. Закуска вегетаріанська: пат. 88229 Україна. № u201310311; заявл. 21.08.2013; опубл. 11.03.2014, бюл. № 5/2014. 5 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1097237/> (дата звернення: 01.01.2025)

116. Спосіб приготування закуски із квасолі: пат. 89591 Україна. № u201313890; заявл. 29.11.2013; опубл. 25.04.2014, бюл. № 8/2014, 4 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/988121/> (дата звернення: 01.01.2025)
117. Спосіб приготування закуски із квасолі: пат. 89243 Україна. № u201313889; заявл. 29.11.2013; опубл. 10.04.2014, бюл. № 7/2014. 4 с. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/995183/> (дата звернення: 01.01.2025)
118. Дегтяр В., Радченко А. Технологічні аспекти виробництва закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини та аквафаби. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2024. Vol. 4, No 4 (14). P. 9–15. DOI: [https://doi.org/10.32782/2708-4949.4\(14\).2024.2](https://doi.org/10.32782/2708-4949.4(14).2024.2)
119. Hrynchenko O., Radchenko A., Dehtiar V., Grynchenko N., Serik M. Development of technology for food products with emulsion structure based on pea groats and pea aquafaba. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 1, No 11 (133). P. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323339>
120. ДСТУ 7040:2009. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Готування проб до лабораторних аналізів. Чинний від 2011-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 14 с. URL: https://fitolabif.com.ua/wp-content/uploads/2020/07/DSTU_3355-96_vidbir_prob.pdf#page=2.00 (дата звернення: 01.01.2025)
121. ДСТУ 8402:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. Чинний від 2015-08-21. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ,, 2015. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82515 (дата звернення: 01.01.2025)
122. Technical, A. Moisture--Air-Oven Methods. AACC International Approved Methods . URL: <https://www.cerealsgrains.org/resources/Methods/Pages/44Moisture.aspx> (date of access: 01.01.2025)

123. Method for Determining Water Hydration Capacity and Percentage of Unhydrated Seeds of Pulses. AACC International Approved Methods. URL: <https://www.cerealsgrains.org/resources/Methods/Pages/56PhysicochemicalTests.aspx> (date of access: 01.01.2025)
124. Pogozhikh M., Pak A., Chekanov M., Ishtvan E., Pavliuk I. Researches of system water of food raw materials by thermodynamic and molecular-kinetic methods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2014. Vol. 5, No 11(71). P. 42–46. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.27790>
125. Peleg M. An Empirical Model for the Description of Moisture Sorption Curves. *Journal of Food Science*. 1988. Vol. 53, No 4. P. 1216–1217. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1988.TB13565.X>
126. Гринченко Н. Г. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів на основі молочної сировини, одержаних шляхом реалізації потенціалу лактокальцію: дис...докт. техн. наук: 05.18.16. Харків: ХДУХТ. 2018, 422 с.
127. Gornall A. G., Bardawill C. J., David M. M. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*. Vol. 177, No 2, P. 751–766. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)57021-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)57021-6)
128. ДСТУ 4953:2008 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначання вмісту крохмалю. Чинний від 2009.01.01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2009, 12 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84073 (дата звернення: 01.01.2025)
129. McClements D. J. *Food Emulsions : Principles, Practices, and Techniques, Second Edition* (2nd Edition.). CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420039436>
130. ISO 13320:2020. Particle size analysis — Laser diffraction methods. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/69111.html> (date of access: 01.01.2025)
131. ДСТУ 3946:2018. Система розроблення і поставлення продукції на виробництво. Продукція харчова. Настанови щодо розроблення і поставлення на

виробництво нових та новітніх харчових продуктів. Чинний від 2019-10-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2019. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78653 (дата звернення: 01.01.2025)

132. Alvarez M. D., Fuentes R., Canet W. Effects of Pressure, Temperature, Treatment Time, and Storage on Rheological, Textural, and Structural Properties of Heat-Induced Chickpea Gels. *Foods*. 2015. Vol. 4, No 2. P. 80–114. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS4020080>

133. Sudheesh C., Sunooj K. V., Sinha S. K., George J., Kumar S., Murugesan P., Saravanan Arumugam, K. Ashwath Kumar, Sajeew Kumar V. A. Impact of energetic neutral nitrogen atoms created by glow discharge air plasma on the physico-chemical and rheological properties of kithul starch. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 294. P. 194–202. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.05.067>

134. Guimarães C. F., Gasperini L., Ribeiro R. S., Carvalho A. F., Marques A. P., Reis R. L. High-throughput fabrication of cell-laden 3D biomaterial gradients. *Materials Horizons*. 2020. Vol. 7, No 9. P. 2414–2421. DOI: <https://doi.org/10.1039/D0MH00818D>

135. Mezger T. G. *The Rheology Handbook*. 38 Vincentz Network (4th ed., Vol. 38). Germany: Vincentz Network. DOI: <https://doi.org/10.1108/prt.2009.12938eac.006>

136. ДСТУ ISO 3972:2004. Аналіз органолептичний. Метод дослідження смакової чутливості (ISO 3972:1991, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. В. Косюра та ін. Чинний від 2006-05-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. IV, 7 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92830 (дата звернення: 01.01.2025)

137. ДСТУ ISO 6658:2005. Дослідження сенсорне. Методологія. Загальні настанови. (ISO 6658:1985, IDT). Чинний від 2006-01-07. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 26 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=92937 (дата звернення: 01.01.2025)

138. ДСТУ ISO 6564:2005. Дослідження сенсорне; Методологія. Методи

створювання спектра флейвору (ISO 6564:1985, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. В. Косюра та ін. Чинний від 2006-10-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2006. IV, 9 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92887 (дата звернення: 01.01.2025)

139. ДСТУ ISO 11035:2005. Дослідження сенсорне. Ідентифікація та вибирання дескрипторів для створення сенсорного спектру за багатобічного підходу (ISO 11035:1994, IDT). Чинний від 2007-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2008. V, 27 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=93018 (дата звернення: 01.01.2025)

140. ДСТУ 7824:2015 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначання вмісту загального білка. Чинний від 2016-04-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016, 14 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=80815 (дата звернення: 01.01.2025)

141. ДСТУ 4941:2008 Продукти перероблення фруктів та овочів, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Методи визначення вмісту жиру. Чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2009, 13 с.

142. ДСТУ ISO 928:2015 Прянощі та приправи. Визначення загального вмісту золи (ISO 928:1997, IDT). Чинний від 2016-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016, 9 с.

143. ДСТУ 4570:2006 Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа. Чинний від 2008-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2007, 9 с.

144. ДСТУ 4350:2004 Олії. Методи визначання кислотного числа (ISO 660:1996, NEQ). Чинний від 2005-10-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2005, 11 с.

145. ДСТУ 8051:2015. Продукти харчові. Методи відбирання проб для мікробіологічних аналізів. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. III, 7 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81137 (дата звернення: 01.01.2025)

146. ДСТУ 7963:2015. Продукти харчові. Готування проб для мікробіологічних

аналізів Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=80966 (дата звернення: 01.01.2025)

147. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 16 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84583 (дата звернення: 01.01.2025)

148. ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 25 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84597 (дата звернення: 01.01.2025)

149. ГОСТ 10444.2-94. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості *Staphylococcus aureus*. Чинний від 1998-01-01. Вид. офіц. Мінськ, 1998. 16 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84567 (дата звернення: 01.01.2025)

150. МВ 10.10.2.2-132-2006. Методичні вказівки. Організація контролю і методи виявлення бактерій *Listeria monocytogenes* у харчових продуктах та продовольчій сировині. Наказ від 11.08.2006 № 559. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84556 (дата звернення: 01.01.2025)

151. ГОСТ 30518-97. Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій групи кишкових паличок (коліформних бактерій). Чинний від 2001-07-01. Вид. офіц. МТК, 2001. 10 с.

152. ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, IDT). Чинний від 2005-07-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с. Pub. L. No. Чинний від 2005-07-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт.

URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83054 (дата звернення: 01.01.2025)

153. ДСТУ ISO 6637-2001. Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту ртуті. Спектрометричний метод безполуменевої атомної абсорбції (ISO 6637:1984, IDT)./ пер. і наук.-техн. ред. Ю. Пилипенко [та ін.]. Офіц. вид. Чинний від 2003-07-01. Київ: Дер. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84788 (дата звернення: 01.01.2025)

154. ДСТУ EN 14082:2019. Продукти харчові. Визначення вмісту свинцю, кадмію, цинку, міді, заліза та хрому методом атомно-абсорбційної спектрометрії (AAS) після сухого озолення (EN 14082:2003, IDT). Чинний від 2019-09-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2019. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84140 (дата звернення: 01.01.2025)

155. ДСТУ ISO 6634:2004. Фрукти, овочі та продукти перероблення. Визначення вмісту миш'яку спектрометричним методом із застосуванням діетилдитіокарбамату срібла (ISO 6634:1982, IDT). З Поправкою. Чинний від 2006-05-01. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 7 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84784 (дата звернення: 01.01.2025)

156. ГОСТ 30178-96. Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. Чинний від 2002-01-01. Вид. офіц. 1998. 16 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76401 (дата звернення: 01.01.2025)

157. ДСТУ ГОСТ 31262:2009. Продукти харчові та продовольча сировина. Інверсійно-вольтамперометричні методи визначення вмісту токсичних елементів (кадмію, свинцю, міді та цинку) (ГОСТ 31262-2004, IDT). З Поправкою. Чинний від 2010-04-01. Вид. офіц. Київ: Укр. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85548 (дата

звернення: 10.01.2025)

158. Шпак В. В. Обґрунтування параметрів підготовки води для процесів структуроутворення харчових систем: дис ...доктора філософії: 181. Київ: НУХТ, 2023, 201 с.

159. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості: затверджено Наказом Міністерства промислової політики України від 09.07.07 р. № 373. Київ: ДІКЕД, 2007. 321 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72838 (дата звернення: 01.01.2025)

160. Методичні рекомендації з комерціалізації розробок, створених в результаті науково-технічної діяльності: затверджено Наказом Державного комітету України з питань науки, інновації та інформатизації 13.09.2010 № 18. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN58763> (дата звернення: 01.01.2025)

161. Noordraven L. E. C., Kim H. J., Hoogland H., Grauwet T., Van Loey A. M. Potential of Chickpea Flours with Different Microstructures as Multifunctional Ingredient in an Instant Soup Application. *Foods*. 2021. Vol. 10, No 11. P. 2622. DOI: <https://doi.org/10.3390/FOODS10112622>

162. Tulbek M. C., Lam R. S. H., Wang Y. C., Asavajaru P., Lam A. Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. *Sustainable Protein Sources*. 2017. P. 145–164. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3>

163. Barth A. Infrared spectroscopy of proteins. 1767 *Biochimica et Biophysica Acta* (BBA) - Bioenergetics. 2007. Vol. 1767, No 9. P. 1073–1101. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.BBABIO.2007.06.004>

164. Alsalman F. B., Ramaswamy H. S. Evaluation of Changes in Protein Quality of High-Pressure Treated Aqueous Aquafaba. *Molecules*. 2021. Vol. 26, No 1. P. 234. DOI: <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26010234>

165. Hong T., Yin J. Y., Nie S. P., Xie M. Y. Applications of infrared spectroscopy in polysaccharide structural analysis: Progress, challenge and perspective. *Food*

- Chemistry*: X. 2021. Vol. 12. P. 100168. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2021.100168>
166. Pozo C., Rodríguez-Llamazares S., Bouza R., Barral L., Castaño J., Müller N., Restrepo I. Study of the structural order of native starch granules using combined FTIR and XRD analysis. *Journal of Polymer Research*. 2018. Vol. 25, No 12. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10965-018-1651-y>
167. Wiercigroch E., Szafraniec E., Czamara K., Pacia M. Z., Majzner K., Kochan K., Kaczor A., Baranska M., Malek K. Raman and infrared spectroscopy of carbohydrates: A review. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2017. Vol. 185. P. 317–335. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SAA.2017.05.045>
168. Rozenberg M., Lansky S., Shoham Y., Shoham G. Spectroscopic FTIR and NMR study of the interactions of sugars with proteins. *Spectrochimica acta. Part A, Molecular and biomolecular spectroscopy*. 2019. Vol. 222. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SAA.2019.02.085>
169. Galani J. H. Y., Patel N. J., Talati J. G. Acrylamide-forming potential of cereals, legumes and roots and tubers analyzed by UPLC-UV. *Food and Chemical Toxicology*. 2017. Vol. 108. P. 244–248. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2017.08.011>
170. Chung H. J., Liu Q., Hoover R., Warkentin T. D., Vandenberg B. In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars. *Food chemistry*. 2008. Vol. 111, No 2. P. 316–321. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.03.062>
171. Харчові добавки. Номенклатура та загальні вимоги (CODEX STAN 192-1995, REV.9-2008, IDT) [Текст]. Чинний від 2015-07-01. Київ : Мінекономрозвитку України, 2016. IV, 242 с. (Національний стандарт України). (2016). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91495 (дата звернення: 01.01.2025)
172. Xu C., Yu C., Li Y. Effect of blanching pretreatment on carrot texture attribute, rheological behavior, and cell structure during cooking process. *LWT - Food Science*

and Technology. 2015. Vol. 62, No 1. P. 48–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.01.033>

173. Наказ від 03.05.2006 № 256 Про затвердження Державних гігієнічних нормативів Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text> (дата звернення: 01.01.2025)

174. Рущія К., Juszczak L. The Effect of the Addition of Hazelnut or Walnut Flour on the Rheological Characteristics of Wheat Dough. *Materials*. 2022. Vol. 15, No 3. P. 782. DOI: <https://doi.org/10.3390/MA15030782>

175. The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). URL: <https://www.wbcsd.org/?nab=0> (date of access: 01.01.2025)

176. Берзіна С. В., Берзін В. М., Вакараш В. М., Ворфоломеев А. В., Горопацький В. Г., Дюжилова Н. О., Картавцев О. М., Перминова С. Ю., Ткач О. В., Яресковська І. І. Системи екологічного управління: сучасні тенденції та міжнародні стандарти. Посібник. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування. 2017. 134 с. URL: <https://www.ecolabel.org.ua/images/page/2018-04-02-01.pdf> (дата звернення: 01.01.2025)

177. Солоха Д. В., Белякова О. В. Визначення ефективності впровадження екологічних інновацій у промисловий сектор економічної системи регіону. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія Економіка і менеджмент*. 2016. Вип. 18. С. 102–107. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2016_18_23 (дата звернення: 01.01.2025)

178. Державна служба статистики України. Academic Press. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 01.01.2025)

179. Інтернет-магазин Rozetka. URL: <https://rozetka.com.ua/413632698/p413632698/> (дата звернення: 01.01.2025)

180. ДСТУ ISO 14040:2013 Екологічне управління. Оцінювання життєвого

циклу. Принципи та структура (ISO 14040:2006, IDT). Чинний від 2014-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014, 22 с.

181. Філіппов В. Ю., Сагітова Р., Волощук Л. О. Оцінка поточної ситуації та можливостей запобіганню, скороченню, переробки та повторного використання продовольчих втрат і харчових відходів в Україні : Аналітичне дослідження. *Одеська політехніка та Університет Портсмуту*. 2023. С. 1–30. URL: https://economics.net.ua/files/analytics/01_UUT17.pdf (дата звернення: 01.01.2025)

ДОДАТКИ

Додаток А

Вихідна інформація та результати експериментальних досліджень

Додаток А.1.1

Об'ємний розподіл за розмірами частинок зразків аквафаби

Додаток А.1.1

Об'ємний розподіл за розмірами частинок зразків аквафаби ($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Найменування зразків аквафаби	Об'ємний розподіл, мкм				
	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	Середньозважений за об'ємом діаметр частинок D _{4,3}	Span Ширина розподілу частинок
Нутова	13,5	63,6	143,5	76,1	2,0
Квасолева	15,4	96,3	227,9	121,4	2,2
Горохова	25,6	65,8	185,8	96,4	2,4
Сочевишна	24,4	74,9	199,9	104,4	2,3

Додаток А.1.2

Об'ємний розподіл за розмірами частинок емульсійних систем

Додаток А.1.2

Об'ємний розподіл за розмірами частинок ЕС (n=5, P≥0,95)

Найменування зразків		Об'ємний розподіл, мкм				
Вид стабілізатора	Масова частка стабілізатора, %	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀	Середньозважений за об'ємом діаметр частинок D _{4,3}	Span Ширина розподілу частинок
ЕС на основі аквафаби нутової з масовою часткою жирової фази 30 %						
—	—	2,3	12,4	26,8	14,3	2,0
Ксантанова камідь	0,1	1,9	8,0	18,6	9,6	2,1
	0,2	1,9	7,4	17,4	9,0	2,1
Крохмаль прежелатинізований	1,0	2,0	11,8	38,8	17,4	3,1
	2,0	2,4	12,8	40,3	18,4	3,0
ЕС на основі аквафаби нутової з масовою часткою жирової фази 60 %						
—	—	2,3	12,3	25,6	14,0	1,9
Ксантанова камідь	0,1	1,7	6,5	14,3	7,7	1,9
	0,2	1,6	4,9	12,0	6,3	2,1
Крохмаль прежелатинізований	1,0	2,4	12,1	38,4	17,2	3,0
	2,0	1,8	6,6	26,6	10,8	3,7
ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 30 %						
—	—	2,7	15,9	50,0	22,7	3,0
Ксантанова камідь	0,1	2,4	12,6	42,9	18,5	3,2
	0,2	1,8	7,1	21,3	11,0	2,8
Крохмаль прежелатинізований	1,0	5,2	23,4	61,5	31,0	2,4
	2,0	5,9	27,1	60,3	32,1	2,0
ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 60 %						
—	—	2,4	12,6	26,7	14,7	1,9
Ксантанова камідь	0,1	1,7	6,8	15,1	8,1	2,0
	0,2	1,7	4,1	10,2	5,4	2,1
Крохмаль прежелатинізований	1,0	2,0	8,9	34,3	13,7	3,6
	2,0	1,9	9,2	41,6	16,2	4,3

Додаток А.1.3

Об'ємний розподіл за розмірами частинок овочів відварених подрібнених

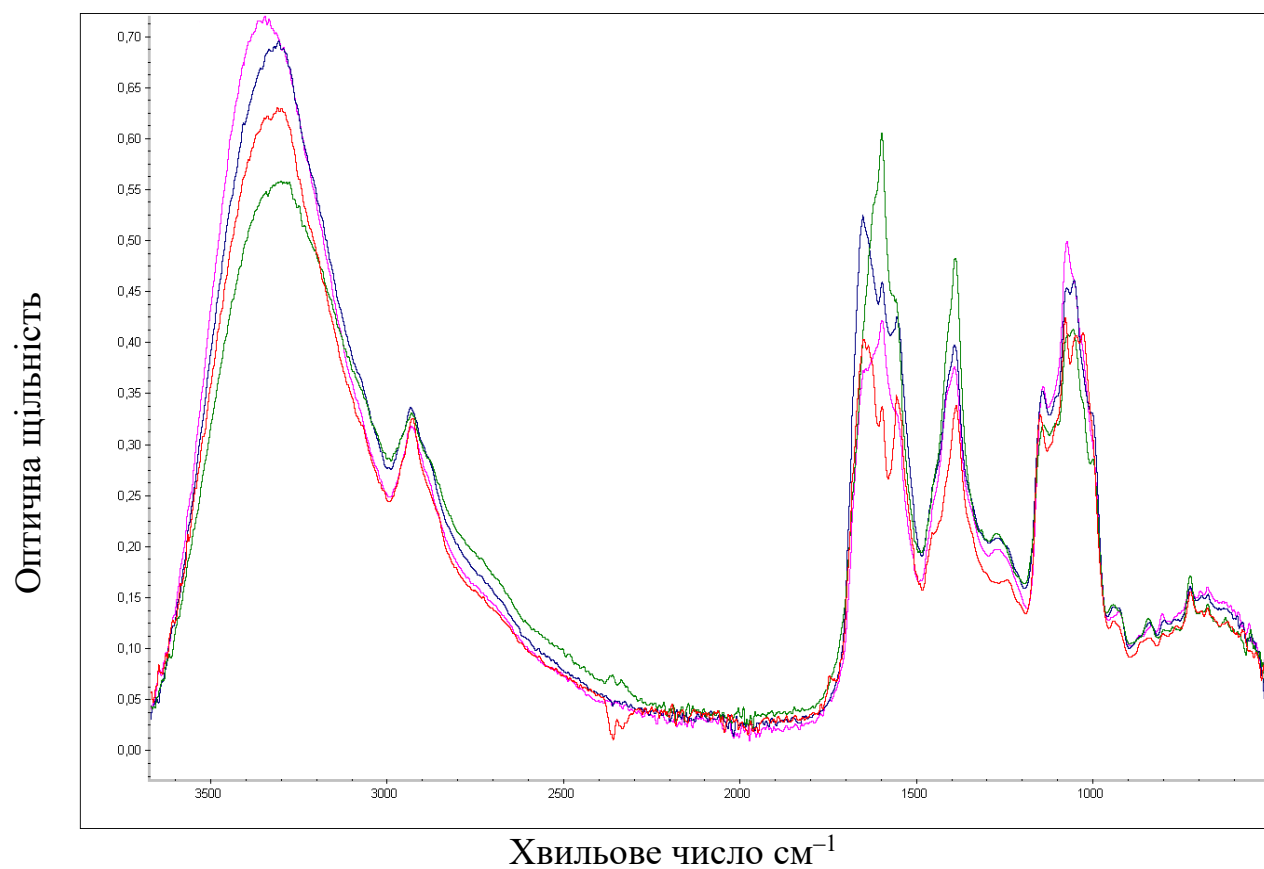
Додаток А.1.3

Об'ємний розподіл за розмірами частинок овочів відварених подрібнених
($n = 5$, $P \geq 0,95$)

Найменування овочів відварених подрібнених	Об'ємний розподіл, мкм				
	D_{10}	D_{50}	D_{90}	Середньозва- жений за об'ємом діаметр частинок $D_{4,3}$	Span Ширина розподілу частинок
Нут	20,0	92,4	210,7	118,1	2,1
Горох	28,2	104,8	207,0	127,1	1,7
Морква	71,8	190,2	400,2	234,3	1,7
Буряк	66,5	230,4	427,8	261,9	1,6
Гарбуз	71,9	140,2	268,8	166,1	1,4

Додаток А.2

Інфрачервоні спектри зразків аквафаби в діапазоні виміру $500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$



Додаток А.2. Інфрачервоні спектри зразків аквафаби в діапазоні виміру $500\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$, де: ■ – нутова, ■ – квасолева, ■ – горохова, ■ – сочевична

Додаток А.3.1

Апроксимація результатів експериментальних досліджень за використання
реологічних моделей (емульсійні системи)

Додаток А.3.1

Апроксимація результатів експериментальних досліджень за використання реологічних моделей

Вміст стабілізатора, %		Модель Гершеля-Балклі					Степенева модель							Модель Кесона						
		K	±	n	±	R ²	τ ₀	±	K	±	n	±	R ²	τ	±	χ	±	η	±	R ²
ЕС на основі аквафаби нутової з масовою часткою жирової фази 30 %																				
Ксантанова камідь	0,1	1,64	0,05	0,34	0,01	0,994	1,01	0,05	0,77	0,04	0,52	0,01	0,999	2,04	0,05	0,24	0,02	0,03	0,001	0,999
	0,2	3,07	0,06	0,29	0,01	0,995	1,67	0,15	1,57	0,13	0,44	0,02	0,999	4,08	0,07	0,25	0,01	0,03	0,001	0,999
Крохмаль прежелатинізований	1,0	0,50	0,01	0,47	0,02	0,991	0,23	0,02	0,28	0,01	0,64	0,01	0,999	0,61	0,08	0,41	0,07	0,03	0,000	0,999
	2,0	2,08	0,06	0,44	0,01	0,996	1,05	0,04	1,25	0,03	0,60	0,01	0,999	2,35	0,16	0,29	0,04	0,11	0,010	0,999
ЕС на основі аквафаби нутової з масовою часткою жирової фази 60 %																				
Ксантанова камідь	0,1	9,62	0,19	0,33	0,02	0,996	8,12	0,52	2,22	0,26	0,73	0,03	0,999	7,29	0,36	0,03	0,03	0,33	0,01	0,999
	0,2	12,90	0,15	0,17	0,01	0,999	10,50	0,54	2,15	0,27	0,74	0,03	0,999	9,12	0,51	0,01	0,03	0,30	0,02	0,999
Крохмаль прежелатинізований	1,0	9,96	0,39	0,24	0,02	0,981	6,796	0,134	3,403	0,164	0,584	0,029	0,999	7,23	0,21	0,03	0,01	0,33	0,01	0,999
	2,0	49,23	1,82	0,19	0,01	0,970	35,85	4,25	12,00	2,84	0,61	0,05	0,999	42,37	3,56	0,04	0,04	0,61	0,07	0,999
ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 30 %																				
Ксантанова камідь	0,1	1,74	0,04	0,37	0,01	0,996	1,05	0,04	0,89	0,03	0,54	0,01	0,999	2,30	0,09	0,310	0,026	0,043	0,002	0,999
	0,2	5,40	0,10	0,30	0,01	0,997	2,51	0,27	3,19	0,22	0,40	0,01	0,999	7,67	0,12	0,290	0,010	0,045	0,001	0,999
Крохмаль прежелатинізований	1,0	1,72	0,07	0,41	0,02	0,990	0,81	0,80	1,25	0,71	0,50	0,10	0,999	3,01	0,53	0,460	0,110	0,030	0,010	0,990
	2,0	3,73	0,11	0,43	0,01	0,995	1,17	0,24	2,71	0,27	0,54	0,05	0,999	7,90	1,23	0,670	0,110	0,120	0,020	0,999
ЕС на основі аквафаби горохової з масовою часткою жирової фази 60 %																				
Ксантанова камідь	0,1	4,54	0,14	0,34	0,01	0,994	3,04	0,18	2,11	0,12	0,55	0,01	0,999	5,29	0,10	0,21	0,01	0,11	0,00	0,999
	0,2	10,70	0,28	0,30	0,01	0,993	5,60	0,90	5,34	0,51	0,51	0,16	0,999	12,12	0,99	0,20	0,05	0,21	0,02	0,999
Крохмаль прежелатинізований	1,0	4,574	0,16	0,42	0,01	0,996	2,484	0,184	2,739	0,185	0,588	0,034	0,999	8,97	1,13	0,86	0,12	0,20	0,02	0,999
	2,0	30,44	0,92	0,20	0,01	0,980	23,45	1,87	7,87	1,36	0,51	0,04	0,999	34,83	1,99	0,17	0,04	0,20	0,02	0,999

Додаток А.3.2

Апроксимація результатів експериментальних досліджень за використання
реологічних моделей (овочі відварені подрібнені)

Додаток А.3.2

Апроксимація результатів експериментальних досліджень за використання
степеневої моделі

Найменування овочів відварених подрібнених	В'язкість					Напруження зсуву				
	К	±	n	±	R ²	К	±	n	±	R ²
Нут	268,35	1,43	0,21	0,02	0,997	267,63	1,13	0,09	0,01	0,997
Нут з додаванням 20 % аквафаби нутової	147,22	1,97	0,18	0,01	0,999	159,72	1,98	0,21	0,01	0,998
Горох	299,46	3,22	0,13	0,01	0,999	300,56	1,41	0,14	0,01	0,999
Горох з додаванням 20 % аквафаби горохової	156,78	2,59	0,12	0,01	0,999	153,72	1,34	0,10	0,01	0,992
Морква	59,64	3,40	0,23	0,01	0,998	61,88	0,98	0,25	0,01	0,998
Буряк	52,60	0,44	0,16	0,01	0,999	52,04	0,41	0,17	0,002	0,999
Гарбуз	46,66	0,43	0,24	0,01	0,999	46,31	0,52	0,25	0,01	0,999

Додаток А.4

Показники якості напівфабрикатів, які входять до складу закусок овочевих

Додаток А.4

Показники якості напівфабрикатів, які входять до складу закусок овочевих

Найменування показника якості	Процедура контролю	Частота контролю	Критичні межі	Прилади, використовувані для моніторингу
1	2	3	4	5
Напівфабрикат «Аквафаба нутова чи горохова»				
Органолептичний	Оцінка зовнішнього вигляду, смаку, кольору, запаху	Кожна партія продукції	Однорідна рідина, від частково прозорої до дещо каламутної. Колір від світло-жовтого до блідо-коричневого. Запах слабкий, невиражений, характерний відвареним бобовим. Смак нейтральний із легким солодким присмаком	Органи чуття оператора технологічного процесу, скляна тара
Фізико-хімічний	Водневий показник (рН)	1 раз на місяць/кожна партія сировини при надходженні на підприємство	рН = 6,1–6,3	рН-метр
Фізичний	Розмір частинок	1 раз на місяць/кожна партія сировини при надходженні на підприємство	Процентиль D ₅₀ = 63,6–65,8 мкм	Мікроскоп із відповідним збільшенням/лазерний дифрактометр

Продовження Додатку А.4

1	2	3	4	5
	Температура	Кожна партія продукції	2–6 °С	Пірометр/ цифровий термометр зі щупом
Напівфабрикат «Емульсія на основі аквафаби»				
Органолеп- тичний	Оцінка зовнішнього вигляду, смаку, кольору, запаху	Кожна партія продукції	В'язка, однорідна, без ознак розшарування. Колір від білого до світло-жовтого. Запах слабкий, невиражений. Смак нейтральний із легким солодким присмаком	Органи чуття оператора технологічного процесу, скляна тара
Фізичний	Розмір частинок	1 раз на місяць/кожна партія сировини при надходженні на підприємство	1. ЕС на основі аквафаби нутової процентиль D ₅₀ = 6,5–6,7 мкм 2. ЕС на основі аквафаби горохової процентиль D ₅₀ = 4,1–4,2 мкм	Мікроскоп із відповідним збільшенням
	Стійкість емульсійної системи (Фізичний метод (цикл центрифугу- вання та нагрівання))	1 раз на місяць/кожна партія сировини при надходженні на підприємство	94–100 %	Центрифуга, ваги лабораторні, баня водяна, пробірки центрифужні град. 10 мл
	Температура	Кожна партія продукції	2–6 °С	Пірометр/ цифровий

Продовження Додатку А.4

1	2	3	4	5
Напівфабрикат «Бобові відварені подрібнені»				
				термометр зі щупом
Органолептичний	Оцінка зовнішнього вигляду, текстури, смаку, кольору, запаху	Кожна партія продукції	Однорідна, мазка, пюреподібна, дещо пісчаніста маса без сторонніх домішок, без грубих частинок бобових. Смак і запах характерний	Органи чуття оператора технологічного процесу, шпатель, скляна тара
Фізичний	Масова частка сухих речовин	Кожна партія продукції	$W_{s.s.} = 4,73-5,21 \%$	Аналізатор вологи
	Розмір частинок	1 раз на місяць/кожна партія сировини при надходженні на підприємство	Процентиль $D_{50} = 91,2-106,4$ мкм	Мікроскоп із відповідним збільшенням/лазерний дифрактометр
	Температура	Кожна партія продукції	2–6 °C	Пірометр/цифровий термометр зі щупом
Напівфабрикат «Овочі відварені подрібнені»				
Органолептичний	Оцінка зовнішнього вигляду, текстури, смаку, кольору, запаху	Кожна партія продукції	Однорідна, густа маса без сторонніх домішок. Смак і запах характерний	Органи чуття оператора технологічного процесу, шпатель, скляна тара
	Масова частка сухих речовин	1 раз на місяць/кожна партія	$W_{s.s.} = 9,87-18,06 \%$	Аналізатор вологи

Продовження Додатку А.4

1	2	3	4	5
Фізичний		партія сировини при надходженні на підприємство		
	Розмір частинок	1 раз на місяць/кожна партія сировини при надходженні на підприємство	Процентиль $D_{50} = 138,1 - 233,8$ мкм	Мікроскоп із відповідним збільшенням/ лазерний дифрактометр
	Температура	Кожна партія продукції	2–6 °C	Пірометр/ цифровий термометр зі щупом

Додаток А.5

Шкала органолептичної оцінки закусок овочевих

Шкала органолептичної оцінки закусок овочевих

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості	Оцінка за п'ятибальною шкалою			
		відмінно $5,00 \leq Q < 4,50$	добре $4,50 \leq Q < 4,00$	задовільно $4,00 \leq Q < 3,00$	незадовільно $3,00 \leq Q \leq 0,00$
Зовнішній вигляд	0,15	Гладка поверхня. Маса дрібнодисперсна, без видимих включень волокон овочів та грубих частинок бобових, відсутні сторонні домішки	Дещо неоднорідна маса з видимим включенням волокон овочів	Неоднорідна маса з видимими включеннями і частинок бобових	Грубодисперсна маса з включенням частинок бобових, волокон овочів, можливі сторонні домішки
Текстура	0,25	Однорідна, в'язка, пастоподібна, пластична мазка маса без пісчаності	Структурована, у міру в'язка, дещо неоднорідна маса середньої пластичності	Груба, непластична маса з незначною пісчаністю	Липка, рідка маса, яка важко розподіляється і наноситься, з вираженою пісчаністю
Колір	0,15	Однорідний за всією масою, притаманний використаній сировині, натуральний, у міру насичений та гармонійний	Нерівномірний за всією масою, слабо насичений	Надто насичений або тьмянний	Не характерний використаній сировині
Запах	0,15	Середньо-виражений, приємний, натуральний, властивий використаній сировині, без затхлості	Слабо виражений, нестійкий	Інтенсивно виражений, дещо невластивий	Виражена наявність стороннього запаху, затхлий
Смак	0,30	Збалансований, у міру насичений, дещо пряний, приємний. Післясмак помірний, характерний використаним прянощам та спеціям. Відсутні сторонні присмаки	Слабо виражений, нейтральний	Незбалансований	Яскраво виражений сторонній присмак, можлива реверсія смаку

Додаток А.6

Результати органолептичної оцінки закусок овочевих свіжовиготовлених

Додаток А.6

Результати органолептичної оцінки закусок овочевих свіжовиготовлених

Найменування показника	№ дескриптора	Коефіцієнт вагомості дескриптора	Характеристика	Оцінка в балах	
				Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	1	0,2	Гладка поверхня	4,90	4,90
	2	0,2	Дрібнодисперсна маса	4,90	4,90
	3	0,2	Відсутність волокон овочів	4,80	4,90
	4	0,2	Відсутність сторонніх домішок	5,00	5,00
	5	0,2	Відсутність грубих частинок бобових	4,80	4,70
Сумарна оцінка				4,88	4,88
Коефіцієнт вагомості показника				0,15	0,15
Підсумкова оцінка за показником				0,73	0,73
Текстура	1	0,2	Пастоподібна	4,90	4,20
	2	0,1	Пластична	4,80	4,10
	3	0,2	Мазка	4,90	4,90
	4	0,2	Однорідна	4,70	4,80
	5	0,2	Відсутність пісчаності	4,60	4,70
	6	0,1	В'язка	4,20	4,80
Сумарна оцінка				4,72	4,61
Коефіцієнт вагомості показника				0,25	0,25
Підсумкова оцінка за показником				1,18	1,15
	1	0,3	Притаманний овочевій сировині (Рожево-фіолетовий/Жовто-оранжевий)	4,90	4,90

Продовження Додатку А.6

1	2	3	4	5	6
Колір	2	0,2	Насичений	4,50	4,40
	3	0,2	Однорідний за всією масою	4,80	4,90
	4	0,3	Натуральний	4,90	4,90
Сумарна оцінка				4,80	4,80
Коефіцієнт вагомості показника				0,15	0,15
Підсумкова оцінка за показником				0,72	0,72
Запах	1	0,2	Властивий використаній сировині	5,00	5,00
	2	0,2	Виражений	4,60	4,60
	3	0,2	Натуральний	4,70	4,60
	4	0,2	Стійкий	4,80	4,90
	5	0,3	Відсутність затхлого	5,00	5,00
Сумарна оцінка				5,32	5,32
Коефіцієнт вагомості показника				0,15	0,15
Підсумкова оцінка за показником				0,80	0,80
	1	0,2	Відсутній сторонній присмак	5,00	5,00
Смак	2	0,3	Збалансований	4,70	4,80
	3	0,2	Насичений	4,60	4,60
	4	0,2	Пряний	4,50	4,80
	5	0,2	Приємний	4,90	4,90
Сумарна оцінка				5,21	5,30
Коефіцієнт вагомості показника				0,30	0,30
Підсумкова оцінка за показником				1,56	1,59
Всього				4,99	4,99

Додаток А.7

Амінокислотний склад закусок овочевих

Амінокислотний склад закусок овочевих

Найменування амінокислот	Закуска овочева «Український ф'южн»		Закуска овочева «Гарбузовий карі»	
	Кількість амінокислот, мг/100г	Вміст амінокислот, %	Кількість амінокислот, мг/100г	Вміст амінокислот, %
Незамінні, у т. ч.	1184,05	34,40	1198,89	34,69
Валін	148,69	4,32	167,27	4,84
Ізолейцин	148,35	4,31	147,57	4,27
Лейцин	242,32	7,04	252,29	7,30
Лізін	225,80	6,56	255,40	7,39
Метіонін	70,56	2,05	37,32	1,08
Треонін	131,14	3,81	136,17	3,94
Триптофан	36,14	1,05	40,09	1,16
Фенілаланін	181,05	5,26	162,78	4,71
Замінні, у т. ч.	2257,95	65,60	2257,11	65,31
Аланін	153,51	4,46	158,63	4,59
Арганін	303,24	8,81	309,66	8,96
Аспарагінова кислота	406,50	11,81	428,54	12,40
Гістидин	92,25	2,68	86,40	2,50
Гліцин	139,06	4,04	154,83	4,48
Глутамінова кислота	708,36	20,58	652,84	18,89
Пролін	141,12	4,10	144,81	4,19
Серин	175,89	5,11	158,28	4,58
Тирозин	89,84	2,61	107,14	3,10
Цистин	48,19	1,40	55,99	1,62
Загальна кількість	3442,00	100,00	3456,00	100,00

Додаток А.8

Жирнокислотний склад ліпідів закусок овочевих

Жирнокислотний склад ліпідів закусок овочевих

Найменування жирних кислот	Індекс кислоти	Закуска овочева «Гарбузовий карі»	
		Вміст жирних кислот, г/100 г	Вміст жирних кислот, %
Насичені жирні кислоти		2,80	11,36
Пальмітинова	C _{16:0}	1,08	4,39
Стеаринова	C _{18:0}	0,90	3,66
Арахінова	C _{20:0}	0,07	0,30
Бегенова	C _{22:0}	0,21	0,86
Мононенасичені жирні кислоти		14,46	58,75
Олеїнова	C _{18:1}	14,39	58,43
Поліненасичені жирні кислоти		7,36	29,89
Лінолева	C _{18:2}	7,33	29,75
Гамма–Лінолева	C _{18:3}	0,02	0,07
Загальна кількість жирних кислот		24,62	100

Додаток А.9

Мінеральний склад зольного залишку закусочок овочевих

Додаток А.9

Мінеральний склад зольного залишку закусок овочевих

Найменування мінеральних речовин	Вміст, мг%	
	Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
Калій	378,05	304,72
Кальцій	45,69	42,49
Магній	43,87	30,93
Натрій	660,64	857,85
Фосфор	127,18	71,04
Всього макроелементів	1255,43	1307,03
Залізо	2,33	1,98
Марганець	0,82	0,25
Мідь	0,27	0,13
Цинк	1,15	0,61
Всього мікроелементів	4,57	2,97
Всього мінеральних речовин	1260,00	1310,00

Додаток А.10
Вміст вітамінів у закусках овочевих

Вміст вітамінів у закусках овочевих

Найменування вітамінів	Одиниці виміру	Вміст	
		Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
Холін	мг%	13,64	11,06
Ніацин	мг%	0,26	0,42
Пантотенова кислота	мг%	0,11	0,22
Тіамін	мг%	0,04	0,07
Рибофлавін	мг%	0,04	0,04
Каротин	мкг%	204,40	1000,11
Фолієва кислота	мкг%	63,27	20,18

Додаток А.11

Активність води досліджуваних зразків закусок

Активність води досліджуваних зразків закусок

Найменування параметра		Одиниці вимірювання	Свіжовиготовлена закуска овочева		Закуска овочева після зберігання	
			«Український ф'южн»	«Гарбузовий карі»	«Український ф'южн»	«Гарбузовий карі»
Температура	t	$^{\circ}\text{C}$	18,4	18,9	19,2	18,0
Точка роси/інею	Dp	$^{\circ}\text{C}$	16,95	17,45	17,60	16,92
Температура по вологому термометру	Tw	$^{\circ}\text{C}$	17,47	17,95	18,16	17,32
Ентальпія	H	Дж /г	49,56	51,06	51,72	49,11
Концентрація пари	Dv	г/м^3	14,34	14,78	14,90	14,33
Питома вологість	Q	г/кг	12,10	12,49	12,61	12,08
Співвідношення концентрацій компонентів суміші	R	г/кг	12,25	12,65	12,77	12,22
Концентрація пари при насиченні	Ds	г/м^3	15,75	16,19	16,52	15,40
Парціальний тиск водяної пари	E	гПа	19,30	19,93	20,11	19,27
Тиск насиченої пари води	Ew	гПа	21,20	21,82	22,30	20,71
Активність води	Aw		0,910	0,913	0,902	0,930

Додаток А.12

Показники для визначення ціни на розроблену продукцію – закуски овочеві

Показники для визначення ціни на розроблену продукцію – закуски овочеві

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Характеристика
1	Сировина	кг / 100 кг готової продукції	сировина для виготовлення продукції; використано дані за рецептурами розробленої продукції
2	Ціна на сировину	грн/кг	ціна закупівлі сировини (без ПДВ), прийнято на рівні середніх цін на ринку
3	Витрати на сировину	грн	витрати на сировину для виготовлення продукції ($p.1 \times p.2$)
4	Інші матеріальні витрати	грн	вартість виконаних для підприємства робіт і послуг виробничого та невиробничого характеру, у розрахунках прийнято на рівні 10,0 % до витрат на сировину ($p.3$)
5	Матеріальні витрати	грн	витрати на сировину та інші матеріальні витрати ($p.3 + p.4$); у розрахунках узято як 55,0 % витрат на виробництво продукції [178]
6	Амортизація	грн	у розрахунках узято як 10,0 % витрат на виробництво продукції [178]
7	Витрати на оплату праці	грн	у розрахунках узято як 25,0 % витрат на виробництво продукції [178]
8	Відрахування на соціальні заходи	грн	у розрахунках узято як 5,5 % витрат на виробництво продукції [178]
9	Інші витрати	грн	у розрахунках узято як 4,5 % витрат на виробництво продукції [178]
10	Рентабельність продукції	%	у розрахунках узято 35,0 %

Додаток А.13

Витрати на сировину та матеріали для виробництва продукції – закуски овочеві
– за розробленою технологією (на 100 кг продукції)

Таблиця А.13

Витрати на сировину та матеріали для виробництва продукції – закуски овочеві – за розробленою технологією (на 100 кг продукції)

Найменування сировини	Ціна, грн/кг	Витрати сировини на 100 кг готової продукції, кг		Витрати на 100 кг готової продукції, грн	
		Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»	Закуска овочева «Український ф'южн»	Закуска овочева «Гарбузовий карі»
Крупа горохова розколота	25,00	—	11,80	—	295,00
Нут	92,00	11,80	—	1085,60	—
Вода питна	1,00	62,65	62,65	62,65	62,65
Аквафаба	0,00	22,96	23,72	—	—
Гарбуз продовольчий свіжий	35,00	—	35,57	—	1244,95
Морква	23,00	—	7,35	—	169,05
Буряк столовий свіжий	25,00	34,84	—	871,00	—
Олія соняшникова рафінована дезодорована	80,00	25,20	25,20	2016,00	2016,00
Крохмаль прежелатинізований	174,00	0,84	—	146,16	—
Ксантанова камідь	350,00	—	0,084	—	29,40
Продукт томатний концентрований (паста томатна)	117,00	1,00	1,00	117,00	117,00
Цукор білий	40,00	0,25	0,20	10,00	8,00
Суміш спецій «Карі» (куркума, перець чілі, часник сушений, імбир мелений, кардамон мелений)	250,00	0,50	0,70	125,00	175,00
Сіль кухонна	21,00	0,50	0,70	10,0	14,70
Сорбат калію	310,00	0,134	0,134	41,54	41,54
Всього	—	—	—	4485,00	4171,00
Витрати на матеріали	—	—	—	270,00	250,00
Транспортно-заготівельні витрати	—	—	—	179,00	167,00
Усього	—	—	—	4934,00	4588,00

Додаток Б
Патенти України на корисні моделі

Додаток Б.1
Патент України на корисну модель
№u202405328 «Спосіб отримання аквафаби»



Додаток Б.2

Патент України на корисну модель

№u202405329 «Спосіб отримання емульсійних систем на основі аквафаби з
квасолі»



Додаток В

Нормативна й технологічна документація на розроблену харчову продукцію

Додаток В.1

Технічні умови ТУ У 10.8–44234755–002:2024

«Закуски на основі бобової сировини»

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДКПП 10.85.13-00.00 – ДК 016:2010

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

Валерій МИХАЙЛОВ

«01» 02 2024 р.



ЗАКУСКИ НА ОСНОВІ БОБОВОЇ СИРОВИНИ

Технічні умови

ТУ У 10.8-44234755-002:2024

(Вводяться вперше)

Дата надання чинності 01.02.2024 р.

Чинні до 01.02.2029 р.

РОЗРОБЛЕНО

Завідувачка кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії, д.т.н.,
професор

О. Гринченко Ольга ГРИНЧЕНКО
01.02.2024 р.

Доцент кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії, к.т.н., доцент

А. Радченко Анна РАДЧЕНКО
01.02.2024 р.

Здобувач ступеню доктор філософії

В. Дегтяр Валентина ДЕГТЯР
01.02.2024 р.

Додаток В.2

Технологічна інструкція з виробництва
закусок на основі бобової сировини
до ТУ У 10.8–44234755–002:2024

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

Валерій МИХАЙЛОВ

« 01 » 02 2024 р.



ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ З ВИРОБНИЦТВА ЗАКУСОК НА ОСНОВІ БОБОВОЇ СИРОВИНИ до ТУ У 10.8-44234755-002:2024

Дата надання чинності 01.02.2024 р.

Чинні до 01.02.2029 р.

РОЗРОБЛЕНО

Завідувачка кафедри харчових
технологій в ресторанній індустрії, д.т.н.,
професор

О. Гринченко Ольга ГРИНЧЕНКО
01.02.2024 р.

Доцент кафедри харчових технологій в
ресторанній індустрії, к.т.н., доцент

А. Радченко Анна РАДЧЕНКО
01.02.2024 р.

Здобувач ступеню доктор філософії

В. Дегтяр Валентина ДЕГТЯР
01.02.2024

Додаток Г

Акти впровадження результатів науково-дослідної роботи

Додаток Г.1

Акт впровадження науково-дослідної роботи

в шоу-ресторан «АльтБір»

від 01.09.2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ



(підпис)

Валерій МИХАЙЛОВ
(ініціали, прізвище)

« » вересня 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
ДБТУ

(підпис)

Максим СЕРІК
(ініціали, прізвище)

« » вересня 2023 р.



А К Т
ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ФОП Лозова В.Є., шоу-ресторан «АльтБір»
(найменування організації)Лозова Вікторія Євгенівна
(П.І.Б. керівника організації)Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на Розроблення технології харчової продукції з емульсійною структурою на основі аквафаби №18-23 Д
(найменування теми, № держ. реєстрації)кафедрі кафедра харчових технологій в ресторанній індустріївартістю 5000 грн 00 коп. п'ять тисяч гривень 00 коп.
(цифрами та прописом)яка виконувалася з 12.06.2023 по 29.09.2023впроваджені ФОП Лозова В.Є., шоу-ресторан «АльтБір»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)1. Вид впроваджених результатів харчова продукція з емульсійною структурою на основі аквафаби (овочево-бобові закуски з різними смаковими наповнювачами)
(експлуатація виробу, роботи, технології, виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиничне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) шляхом впровадження у виробництво харчової продукції з емульсійною структурою, дослідно-промислова апробація4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові
(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)5. Дослідно-промислова перевірка акт відпрацювання №2 від «13» вересня 2023 р.
(вказати номер і дату актів випробувань,шоу-ресторан «АльтБір», холодний цех

(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво шоу-ресторан «АльтБір», холодний цех- в проєкті роботи —
(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається)

очікуваний — тис. грн.
(від впровадження в проєкт)фактичний — тис. грн.у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО — тис. грн.
(%, цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів _____ грн/грн.

9. Обсяг впровадження овочево-бобові закуски з емульсійною структурою з різними смаковими наповнювачами) 250 кг (1000 порцій масою 0,25 кг) що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: Егар.= _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у створенні нової категорії харчової продукції – готових до споживання овочево-бобових закусок із різними смаковими наповнювачами. Виробництво закусок дозволяє отримати харчовий продукт, який задовольняє потреби різних груп споживачів, являючись ресурсозберігаючою технологією з низьким рівнем вуглецевого та водного сліду. Виробництво здійснюється з відсутніми трудоміськими технологічними операціями з використанням української сировини, що підтримує місцеві виробництва й забезпечує споживача продукцією з високою харчовою та біологічною цінністю.

(охорона навколишнього середовища, надр, оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

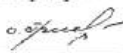
Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.

Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження а проект річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.

2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою

 Ольга ГРИНЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи

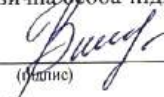
 Анна РАДЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

 Валентина ДЕГТЯР
(підпис) (ініціали, прізвище)

«13» вересня 2023 р.

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Фізична особа-підпримець

 Вікторія ЛОЗОВА
(підпис) (ініціали, прізвище)

(підпис) (ініціали, прізвище)

Додаток Г.2

Акт впровадження науково-дослідної роботи

ТОВ «Українська варенична»

від 30.10.2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи ДБТУ
(підпис) Валерій МИХАЙЛОВ
(ініціали, прізвище)
« 22 » 11 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник підприємства
(підпис) Юлія ВЕРЕСНЯК
(ініціали, прізвище)
« 30 » 10 2023 р.

А К Т
ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ТОВ «Українська варенична»
(найменування організації)

Вересняк Юлія Олександрівна
(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано за темою Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи 0123U101616

(найменування теми, № держ. реєстрації)
на кафедрі кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії

вартістю 00 грн 00 коп. 00 коп.
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.2023 по протягом року
впроваджені ТОВ «Українська варенична»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів закуски з емульсійною структурою на основі бобової сировини
(експлуатація виробу, роботи, технології; виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія
(унікальне, одиначне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:
Методика (метод) шляхом впровадження у виробництво закусоч з емульсійною структурою на основі бобової сировини, дослідно-промислова партія, обсяг виробництва – 60,0 кг

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові
(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка акт відпрацювання № 3 від 30.10.2023
(вказати номер і дату актів випробувань)

ТОВ «Українська варенична»
(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:
- в промислове виробництво ТОВ «Українська варенична»

- в проектні роботи
(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається)
очікуваний тис. грн.
(від впровадження в проєкт)

фактичний тис. грн.
у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО

 тис. грн.
(%, цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів _____ грн/грн. _____

9. Обсяг впровадження закуски з емульсійною структурою на основі бобової сировини з різними смаковими наповнювачами що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні ПДР: Е_{гар.} = _____ тис. грн., а під час постановного впровадження: Е_{гар.} _____ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у створенні нової категорії харчової продукції – готових до споживання закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини. Виробництво закусок дозволить збільшити споживання овочів та бобових населенням, розширити асортимент наявних закусок від українського виробника, підтримати українське агровиробництво дозволивши розширити ринок збуту сировини в середині країни для отримання готового високоякісного харчового продукту.

(охорона навколишнього середовища, надф. оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.

Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження а проект річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.

2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою

О.Гринченко Ольга ГРИНЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник НДР

О.Гринченко Ольга ГРИНЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Доцент

А.Радченко Анна РАДЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти
ступеня доктор філософії

В.Дегтяр Валентина ДЕГТЯР
(підпис) (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Керівник підприємства

Ю.Вересняк Юлія ВЕРЕСНЯК
(підпис) (ініціали, прізвище)



Додаток Г.3
Акт впровадження науково-дослідної роботи
в ПП «Україна – Центр»
від 20.05.2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ



Валерій МИХАЙЛОВ
(ініціали, прізвище)

11.12.2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник підприємства
пивна ресторація «Ковбасофф»



Вячеслав ОВЧАРЕНКО
(ініціали, прізвище)

11.12.2024 р.

А К Т

ВІПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник

ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування організації)

Овчаренко В.М.

(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему «Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості продовольчої системи» (0123U101616)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

кафедрі харчових технологій в ресторанній індустрії ДБТУ

вартістю

(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.2024 по 31.12.2024

впроваджені

ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впровадження результатів закуски з емульсійною структурою на основі бобової сировини

(експлуатація виробу, роботи, технології;

виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиночне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) шляхом впровадження у виробництво закусоч з емульсійною структурою на основі бобової сировини, дослідно-промислова партія, обсяг виробництва – 50,0 кг

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка акт відпрацювання № 2 від 15 травня 2024 р.

(вказати номер і дату актів випробувань,

ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво ПП «УКРАЇНА – ЦЕНТР»

- в проектні роботи

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) _____
 очікуваний _____ тис. грн. _____
 (від впровадження в проект)
 фактичний _____ тис. грн. _____
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн. _____

 (%; цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
 результатів _____ грн/грн. _____

9. Обсяг впровадження закуси з емульсійною структурою на основі бобової сировини з різними смаковими наповнювачами що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: Егар. = _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у розробленні закусок з емульсійною структурою на основі бобової сировини за новою рецептурою та технологією з використанням супутнього напівфабрикату бобових – аквафаби, яка має високу здатність до емульгування, що дозволить отримати ресурсозберігаючу технологію, забезпечити населення високоякісною харчовою продукцією, розширити асортимент закускової продукції представленої на ринку України.

(охорона навколишнього середовища, надр, оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.
Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження а проект річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.
2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою

Ольга ГРИНЧЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник роботи

Ольга ГРИНЧЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Доцент, відповідальний виконавець

Анна РАДЧЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти

ступеня доктор філософії
Валентина ДЕГТЯР
 (підпис) (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Керівник підприємства
 пивна ресторація «Ковбасофф»

Вячеслав ОВЧАРЕНКО
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Додаток Г.4

Акт впровадження науково-дослідної роботи

ПП «МІРВАНА»

від 12.12.2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи ДБТУ



Валерій МИХАЙЛОВ

«12» грудня 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ПП «МІРВАНА»

Левон МКРТЧЯН
«12» грудня 2024 р.

Левон МКРТЧЯН

А К Т

ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ПП «МІРВАНА» (ресторан, караоке-бар, більярд «Шапличний Двір»
(найменування організації)

Мкртчян Л.С.

(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему «Науково-практичні рекомендації щодо постановки на виробництво соусів на основі сировини рослинного та тваринного походження» (30–24 ДП)

(найменування теми, № держ. реєстрації)

кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії ДБТУ

вартістю 35650,00 грн (тридцять п'ять тисяч шістьсот п'ятдесят гривень грн 00 коп.)

(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 18.09.2024 по 12.12.2024

впроваджені ПП «МІРВАНА» (ресторан, караоке-бар, більярд «Шапличний Двір»

(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів соуси на основі сировини рослинного походження
(експлуатація виробу, роботи, технології)

(виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження дослідно-промислова партія

(унікальне, одиначне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:

Методика (метод) шляхом впровадження у виробництво соусів на основі сировини рослинного походження, дослідно-промислова партія, обсяг виробництва – 50,0 кг

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нові

(полімерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка акт відпрацювання № 2 від 12 грудня 2024 р.

(вказати номер і дату акта випробувань)

ПП «МІРВАНА» (ресторан, караоке-бар, більярд «Шапличний Двір»)

(найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:

- в промислове виробництво ПП «МІРВАНА»

- в проектні роботи —

(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається)

очікуваний — тис. грн.

(від впровадження в проєкт)
 фактичний _____ тис. грн. _____
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн. _____
 (%; цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
 результатів _____ грн/грн. _____

9. Обсяг впровадження соусів з емульсійною структурою на основі сировини рослинного походження що становить _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: $E_{\text{гар.}} =$ _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: $E_{\text{гар.}}$ _____ під час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у розробленні соусів з емульсійною структурою на основі сировини рослинного походження, що сприятиме формуванню соціально відповідального бізнесу, який враховує екологічні і етичні аспекти виробництва, що важливо для споживачів, орієнтованих на захист довкілля, здоровий чи етичний спосіб життя чи релігійні аспекти світосприйняття. Використання аквафаби в технології соусів дозволяє оптимізувати використання ресурсів і знизити супутні напівфабрикати виробництва, що сприяє підвищенню екологічності виробництва. Використання аквафаби надає можливість для зниження калорійності та вмісту жиру в соусах-аналогах без шкоди для їх смакових характеристик, консистенції. Технологія соусів дозволяє створювати більш здорові альтернативи традиційним соусам.

(охорона навколишнього середовища, настр. оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.
Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження в проєкт річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДР), технічного відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.

2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою


 (підпис)

Ольга ГРИНЧЕНКО
 (ініціали, прізвище)

Керівник роботи


 (підпис)

Анна РАДЧЕНКО
 (ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти
 ступеня доктор філософії


 (підпис)

Валентина ДЕГТЯР
 (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА



Директор

ПП «МІРВАНА»

МІРВАНА

Левон МКРТЧЯН

(ініціали, прізвище)

Левон МКРТЧЯН
 (ініціали, прізвище)

Додаток Д

Акти впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес

Додаток Д.1

Акт впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес

від 12.12.2022

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університетуВ.М. Михайлов
« 12 » 12 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університетуЛ.М. Серік
« 12 » 12 2022 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і
технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освітиЗамовник Державний біотехнологічний університет

(найменування організації)

в/о ректора ДБТУ Кудряшов Андрій Ігорович

(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
07-21-22Б (0120U105080) «Наукове обґрунтування, розроблення технологій харчової
продукції та систем менеджменту харчової безпеки для закладів ресторанної індустрії
сучасних форматів»

(найменування теми, № держ. реєстрації)

виконаної кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії

(найменування кафедри)

виконуваної 2021-2022 рр.

(термін виконання)

впроваджені факультет переробних і харчових виробництв

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів НМКД з дисципліни «Методологія наукових досліджень»
(робоча програма, опорний конспект лекцій, курсові роботи, кваліфікаційні роботи), НДРС
(технологія, обладнання, методики, тощо)2. Форма впровадження лекція №7 НМКД з дисципліни «Методологія наукових досліджень»
(робоча програма, опорний конспект лекцій, курсові роботи, кваліфікаційні роботи), НДРС3. Новизна результатів науково-дослідних робіт принципово нове

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізації старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР «Методологія
наукових досліджень»5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає в ознайомленні здобувачів вищої освіти
з основними результатами досліджень в області розроблення технологій харчової продукції з
використанням аквафаби, що дозволяє виробнику забезпечити високий рівень якості та
безпеки харчової продукції

Зав. кафедрою

О.О. Гринченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник НДР

О.О. Гринченко
(підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальний за впровадження

А.Е. Радченко
(підпис) (ініціали, прізвище)
В.В. Дегтяр
(підпис) (ініціали, прізвище)

«10» листопада 2022 р.

«10» листопада 2022 р.

Додаток Д.2

Акт впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес

від 01.09.2023

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

Валерій МИХАЙЛОВ

« 13 » вересня 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету

Максим СЕРІК

« 13 » вересня 2023 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і
технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет

(найменування організації)

в/о ректора ДБТУ Кудряшов Андрій Ігорович

(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи

Розроблення технології харчової продукції з емульсійною структурою на основі аквафаби, № 18-23 Д
(найменування теми, № держ. реєстрації)виконаної кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії
(найменування кафедри)

виконуваної 2023р.

(терміни виконання)

впроваджені факультет переробних і харчових виробництв

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів НМКД з дисципліни «Технологія веганських та вегетаріанських харчових продуктів» (робоча програма, короткий конспект лекцій, курсові роботи, кваліфікаційні роботи), НДРС

(технологія, обладнання, методики, тощо)

2. Форма впровадження лекція №5 «Веганська та вегетаріанська кухня: особливості та сучасні тренди. Ресторани веганського напрямку в Україні та світі» НМКД з дисципліни «Технологія веганських та вегетаріанських харчових продуктів» (робоча програма, опорний конспект лекцій, курсові роботи, кваліфікаційні роботи), НДРС

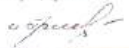
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт принципово нове

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР «Технологія веганських та вегетаріанських харчових продуктів»

5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає в ознайомленні здобувачів вищої освіти з основними результатами досліджень в області розроблення технологій харчової продукції з використанням аквафаби, що дозволяє виробнику забезпечити високий рівень якості та безпечності харчової продукції; формуванні навичок науково-дослідної роботи у студентів; формуванні системного підходу до діагностики новітніх технологій харчових продуктів; стимулюванні активності та творчої діяльності студентів; підготовці студентів до виконання технологічних досліджень в закладах ресторанного господарства та харчової промисловості

Зав. кафедрою



(підпис)

Ольга ГРИНЧЕНКО

(ініціали, прізвище)

Керівник НДР



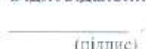
(підпис)

Анна РАДЧЕНКО

(ініціали, прізвище)

«13» вересня 2023 р.

Відповідальний за впровадження

 Анна РАДЧЕНКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

«13» вересня 2023 р.

 Валентина ДЕГТЯР
(підпис) (ініціали, прізвище)

«13» вересня 2023 р.

Додаток Д.3

Акт впровадження науково-дослідної роботи в освітній процес

від 21.11.2023

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету« 21 » 11 2023 р.
Валерій МИХАЙЛОВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету« 21 » 11 2023 р.
Максим СЕРІК**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ****результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і
технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти**Замовник Державний біотехнологічний університет

(найменування організації)

в/о ректора ДБТУ Кудряшов Андрій Ігорович

(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи

Технології харчової продукції з регульованим нутрієнтним складом для забезпечення стійкості
продовольчої системи 0123U101616

(найменування теми, № держ. реєстрації)

виконаної кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії

(найменування кафедри)

виконуваної 2023-2024 р.

(терміни виконання)

впроваджені факультет переробних і харчових виробництв

(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів НМКД з дисципліни «Технологія веганських та
вегетаріанських харчових продуктів» (робоча програма, опорний конспект лекцій, курсові
роботи, кваліфікаційні роботи), НДРС

(технологія, обладнання, методика, тощо)

2. Форма впровадження лекція №6 «Наукові основи технологічних процесів виробництва
харчових продуктів для формування веганського та вегетаріанського раціону і способи їх
практичної реалізації». НМКД з дисципліни «Технологія веганських та вегетаріанських
харчових продуктів» (робоча програма, опорний конспект лекцій, курсові роботи,
кваліфікаційні роботи), НДРС3. Новизна результатів науково-дослідних робіт принципово нове

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР «Технологія
веганських та вегетаріанських харчових продуктів»5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає в ознайомленні здобувачів вищої освіти з
результатами досліджень в області розроблення технологій харчової продукції з емульсійною
структурою з рослинної сировини з високою біологічною цінністю, що допомагає у
формуванні навичок науково-дослідної роботи; формуванні системного підходу до
діагностики новітніх технологій харчових продуктів; стимулюванні активності та творчої
діяльності; підготовці студентів до виконання технологічних досліджень в закладах
ресторанного господарства та харчової промисловості

Зав. кафедрою

« 21 » 11 2023 р.
Ольга ГРИНЧЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник НДР

« 21 » 11 2023 р.
Ольга ГРИНЧЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Відповідальний за впровадження

« 14 » 11 2023 р.
Анна РАДЧЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Здобувач вищої освіти ступеня доктор
філософії« 14 » 11 2023 р.
Валентина ДЕГТЯР

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Додаток Ж
Акт дегустації

Додаток Ж.1
Акт дегустації
від 29.09.2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний біотехнологічний університет

ПРОТОКОЛ № 1

від 29 вересня 2023 року

Засідання експертно-дегустаційної комісії
Державного біотехнологічного університету

Голова комісії – проректор з наук. роботи, д.т.н., професор Михайлов В.М.

Вчений секретар – к.т.н., доцент Крекот М.М.

ПРИСУТНІ: 4 особи членів комісії (явочний лист додається):

д.т.н., декан факультету Янчева М.О.

д.т.н., проф. Погарська В.В.

к.т.н., доцент Фоміна І.М.

к.т.н., доцент Колеснікова М.Б.

ПОРЯДОК ДЕННИЙ:

1. Дегустація зразків нової продукції, що розроблена фахівцями ДБТУ:
Закуски овочево-бобові із смаковими наповнювачами (розробники: д.т.н., професор Гринченко О.О., к.т.н., доцент Радченко А.Е., аспірант Дегтяр В.В.).

ВИСТУПИЛИ:

Аспірант кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії ДБТУ Дегтяр В.В., яка зазначила перспективність, економічну та споживчу привабливість розроблених технологій овочево-бобових закусочок.

Бобові – традиційний для українців харчовий продукт, що на довго надає почуття ситості, адже містить великий відсоток рослинного білку, та має високу біологічну цінність. Для аграріїв вирощування бобових стає все більш економічно привабливим у порівнянні з тваринництвом, бо необхідно задіяти менші ресурси та площі, що дозволяє отримати не тільки сировину, а й наситити ґрунт природнім шляхом азотом. Для операторів ринку бобові – доступний харчовий продукт враховуючи його технологічні властивості, ціну, доступність. Не зважаючи на всі переваги, бобові так і не набули популярності серед українського споживача, що викликане обмеженим представленням продуктів даного сегменту на ринку, та зосередженням уваги операторів ринку в більшості саме на експорт даної сировини. З урахуванням вище зазначених

факторів актуальна розробка та впровадження у виробництво овочево-бобових закусок із смаковими наповнювачами.

Аспірант Дегтяр В.В., надала характеристику представлених на дегустацію овочево-бобових закусок із смаковими наповнювачами.

Результати дегустації нової продукції:

Члени експертно-дегустаційної комісії приймали участь у сенсорній оцінці представленої продукції. Результати сенсорного аналізу були зазначені експертами в дегустаційних листах. Узагальнені дані експертної оцінки нової продукції наведено в додатках.

УХВАЛИЛИ:

1. Визнати доцільність апробації нової кулінарної продукції, що розроблена фахівцями ДБТУ в межах НДР «Розроблення технології харчової продукції з емульсійною структурою на основні аквафаби» (0123U103199 № 18-23 Д).
2. Відзначити актуальність розробок, які реалізовано в технології представленої на дегустацію продукції, наявність конкурентних переваг в порівнянні з наближеними аналогами (хумуси традиційні та із овочевими наповнювачами).
3. Рекомендувати доопрацювати технологію закусок овочево-бобових із смаковими наповнювачами відносно їх консистенції з метою надання представленої продукції більш високих органолептичних показників. Звернути увагу на відмінний рецептурний склад овочево-бобових закусок при складанні нормативної документації, в особливості органолептичних показників.
4. Визнати, що закуски овочево-бобові із смаковими наповнювачами, які надано на дегустацію, характеризуються високими органолептичними показниками. З урахуванням вказаних побажань рекомендувати до впровадження у закладах ресторанного господарства закуски овочево-бобові з емульсійною структурою (закуска «Бурячок» на основі квасолі, закуска «Помідорчик» на основі нуту, закуска «Моркв'яно-гарбузова» на основі гороху колотого).
5. Впровадити результати наукових досліджень в навчальний процес ДБТУ.

Голова ЕДК,
д.т.н., професор



Валерій МИХАЙЛОВ

Вчений секретар ЕДК,
к.т.н., доцент

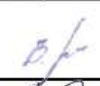
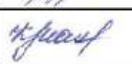


Микола КРЕКОТ

ЯВОЧНИЙ ЛИСТ

членів експертно-дегустаційної комісії з оцінки зразків нової продукції
Державного біотехнологічного університету

29 вересня 2023 р.

№ з/п	Прізвище члена комісії	Підпис	Одержання картки	№ з/п	Прізвище члена комісії	Підпис	Одержання картки
1.	Михайлов В.М.			14.	.....		
2.	Янчева М.О.			15.	.....		
3.	Погарська В.В.			16.	.....		
4.	Фоміна І.М.			17.	.....		
5.	Колеснікова М.Б.			18.	.....		
6.	Крекот М.М.			19.	.....		
7.	.....			20.	.....		
8.	.....			21.	.....		
9.	.....			22.	.....		
10.	.....			23.	.....		
11.	.....			24.	.....		
12.	.....			25.	.....		
13.	.....			26.	.....		

Додаток А

Результати експертної оцінки закусок овочево-бобових із смаковими
наповнювачами

Найменування показника	Коефіцієнт вагомості	Середній бал
Закуска «Моркв'яно-гарбузова» – на основі гороху колотого		
Зовнішній вигляд	0,10	5,0
Колір	0,15	4,7
Запах	0,15	4,7
Консистенція	0,30	4,5
Смак	0,30	4,6
Загальний бал		4,7
Закуска «Помідорчик» – на основі нуту		
Зовнішній вигляд	0,10	5,0
Колір	0,15	4,8
Запах	0,15	4,9
Консистенція	0,30	4,8
Смак	0,30	4,7
Загальний бал		4,8
Закуска «Бурячок» – на основі квасолі		
Зовнішній вигляд	0,10	5,0
Колір	0,15	4,8
Запах	0,15	4,8
Консистенція	0,30	4,7
Смак	0,30	4,8
Загальний бал		4,8

Додаток Л

Довідки про участь у наукових заходах та виставках різного типу

Додаток Л.1

Довідка про участь у виставці, яка проводилась у рамках I Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес»

від 18.05.2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



М. ХАРКІВ

18 ТРАВНЯ 2023 Р.

ДОВІДКА

**про участь у виставці, яка проводилася у рамках
І Міжнародної науково-практичної конференції
«СТАЛИЙ ЛАНЦЮГ ХАРЧУВАННЯ ТА БЕЗПЕКА КРІЗЬ НАУКУ,
ЗНАННЯ ТА БІЗНЕС»**

І Міжнародна науково-практична конференція «Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес» проводилася за ініціативи Харківської обласної державної адміністрації, Департаменту науки і освіти, Харківської торгово-промислової палати, громадської організації «Національна асоціація громадського харчування», Державної наукової установи «Інститут модернізації та змісту освіти» згідно затвердженого МОН «Переліку проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки». Зустріч проходила у змішаному форматі: очному та дистанційному з використанням платформи Google Meet, що дозволило учасникам з різних регіонів України та за кордоном в режимі реального часу брати участь в її роботі.

Учасники науково-практичної конференції працювали за такими напрямками:

- інноваційні технології як складова ощадливого виробництва;
- харчові інгредієнти: фокус на функціональність і натуральність;
- харчова безпека та методи визначення фальсифікації харчових продуктів;
- повноцінне харчування та сталі дієти в харчових ланцюгах;
- інженерно-технічне забезпечення технологій харчової індустрії;
- маркетинг і відповідальне харчування в сталих харчових ланцюгах;
- підготовка практико-орієнтованих фахівців для харчової індустрії: виклики сьогодення.

На конференції було представлено 128 доповідей від 245 учасників, за результатами конференції сформовано електронний збірник матеріалів. Загалом, у роботі конференції взяли участь представники 11 закладів вищої освіти та установ України, держав Євросоюзу та Центральної Азії, а також -фахівці провідних підприємств харчової промисловості.

Міжнародна науково-практична конференція стала майданчиком для взаємної комунікації та взаємодії науки, освіти та бізнесу, що надає можливість удосконалювати процес підготовки фахівців, які відповідатимуть вимогам ринку праці, сприятиме розвитку дослідницької та інноваційної діяльності в Україні.

В режимі офлайн продемонстровано наукову продукцію, яку розроблено фахівцями ДБТУ, серед якої монографії, навчальні посібники, збірники статей, харчова продукція.

Головним напрямом роботи конференції стало забезпечення сталого розвитку індустрії харчування як складової продовольчої безпеки держави. В її основу було покладено концепцію встановлення балансу між задоволенням потреб людства та інтересами майбутніх поколінь з урахуванням потреби в безпечному і здоровому харчуванні.

Враховуючи концепцію та основні напрямки конференції для участі у виставці представлено наступні зразки продукції:

- **Соуси термостабільні на основі молочної сировини** (соус з грибами та курячою грудкою, соус каррі з філе індички, соус карбонара, соус з шинкою та копченим перцем)

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Янушкевич О.І., к.т.н., доцент Радченко А.Е., завідувачка кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, д.т.н., професор Гринченко О.О., завідувачка кафедри технології м'яса, д.т.н., доцент Гринченко Н.Г.

- **Закуски овочеві з емульсійною структурою на основі аквафаби** (закуска «Бурячок», закуска «Моркв'яно-гарбузова», закуска «Помідорчик»).

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Дегтяр В.В., к.т.н., доцент Радченко А.Е., завідувачка кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, д.т.н., професор Гринченко О.О.

- **Напівфабрикати посічені м'ясні курячі із добавкою білково-мінеральною** (нагетси курячі з покращеними споживчими характеристиками та підвищеним вмістом засвоюваних сполук кальцію)

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Лещенко К.Г., к.т.н., доцент Серік М.Л., д.т.н., професор Пивоваров Є.П.

- **Напівфабрикати посічені м'ясні яловичі із добавкою білково-мінеральною** (біфштекси та котлети посічені з покращеними споживчими характеристиками та підвищеним вмістом засвоюваних сполук кальцію)

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Лещенко К.Г., к.т.н., доцент Серік М.Л., д.т.н., професор Пивоваров Є.П.

– **Напівфабрикати м'ясні реструктуровані заморожені та готові кулінарні вироби з них**

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Інжиянц А.Т., д.т.н., професор Янчева М.О., к.т.н., доцент Дроменко О.Б.

– **Ковбаси смажені у армованих склесних кишкових оболонках**

Розробники – здобувач ступеня доктор філософії Інжиянц С.Т., проректор з наукової роботи, д.т.н., професор Михайлов В.М., професор кафедри технології м'яса, д.т.н., доцент Онищенко В.М., завідувач кафедри фізики та вищої математики, д.т.н., доцент Пак А.О.

– **Склесні кишкові плівки багатофункціонального призначення**

Розробники – здобувачі ступеня доктор філософії Онищенко А.В., Інжиянц С.Т., декан факультету переробних і харчових виробництв, д.т.н., професор Янчева М.О., професор кафедри технології м'яса, д.т.н., доцент Онищенко В.М., завідувач кафедри фізики та вищої математики, д.т.н., доцент Пак А.О.

– **Напівфабрикат рибний зі ставкової риби** (суміш порційованих тушок коропа, товстолоба, карася очищених від луски).

Розробники – здобувач ступеню доктора філософії Кононокін В.Д., к.т.н., доцент Червоний В.М.

– **Напівфабрикат м'ясний січений з субпродуктами** (фаршева суміш з вмістом очищених слизових субпродуктів).

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Мироненко В.С., к.т.н., доцент Горелков Д.В.

Учасники конференції мали змогу ознайомитись із актуальними та перспективними напрямами новітніх розробок науковців ДБТУ та відмітити відповідність представленої продукції сучасним тенденціям розвитку галузі. Учасники конференції зазначили, що представлена продукція має суттєві конкурентні переваги, є затребуваною в умовах сьогодення і готова до упровадження в підприємствах харчової індустрії. Міжнародна науково-практична конференція поглибила взаємодію в тріаді «університет – наука – бізнес», надала можливість бізнесу знайти науковий результат, а вченим – реалізувати власний потенціал і комерціалізувати результати наукового пошуку, що дозволить розвивати інноваційну економіку, залучати додаткові інвестиції.

Голова оргкомітету
проректор з наукової роботи ДБТУ,
д.т.н., проф.

 Валерій МИХАЙЛОВ

Заступник голови оргкомітету,
декан факультету переробних і
харчових виробництв,
д.т.н., професор

 Марина ЯНЧЕВА

Додаток Л.2

Довідка про участь у виставці, яка проводилась у рамках наради щодо перспектив розвитку Державного біотехнологічного університету за участі

Харківської обласної адміністрації, народних депутатів України

від 12.07.2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



М. ХАРКІВ

12 ЛИПНЯ 2023 Р.

ДОВІДКА

**про участь у виставці, яка проводилася у рамках наради щодо перспектив
розвитку ДЕРЖАВНОГО БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
за участі Харківської обласної військової адміністрації,
Народних депутатів України**

12 липня 2023 року в ДБТУ проведено нараду за участі начальника Харківської ОВА Олега Синегубова, народних депутатів України – Андрія Одарченко, Юлії Гришиної, Марії Мезенцевої, Олексія Красового, Вікторії Кінзбурської, ректора ХНУ імені В.Н. Каразіна Кагановської Тетяни, ректора Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого Гетьмана Анатолія, науковців ДБТУ.

Одним із важливих питань, яке обговорювалося на зустрічі, стало питання продовольчої безпеки України. Голова Вченої ради Державного біотехнологічного університету професор Андрій Одарченко зазначив, що новостворений Державний біотехнологічний університет, який об'єднав багаторічні надбання чотирьох харківських вишів, має потужну матеріально-технічну базу, високий науковий потенціал, розвинені зв'язки з українськими та європейськими партнерами і готовий долучитися до вирішення цих завдань. Підтвердженням цього є низка успішно реалізованих проєктів. Серед них – технології харчової продукції для широких верств населення та лікувально-профілактичного призначення, для військових, яка виробляється серійно на підприємствах Харківського регіону. Саме вони були презентовані на нараді й одержали високу оцінку. Проте представлені розробки – лише невелика частка з напрацювань фахівців університету. Сьогодні університет є лідером з упровадження новачків в області рослинництва, тваринництва, ветеринарної медицини, механічної інженерії, біотехнологій, харчових виробництв.

Учасникам наради представлено наступну продукцію:

Соуси термостабільні на основі молочної сировини (соус з грибами та курячою грудкою, соус каррі з філе індички, соус карбонара, соус з шинкою та копченим перцем)

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Янушкевич О.І., к.т.н., доцент Радченко А.Е., завідувачка кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, д.т.н., професор Гринченко О.О., завідувачка кафедри технології м'яса, д.т.н., доцент Гринченко Н.Г.

Закуски овочеві з емульсійною структурою на основі аквафаби (закуска «Бурячок», закуска «Моркв'яно-гарбузова», закуска «Помідорчик»).

Розробники – здобувач ступеню доктор філософії Дегтяр В.В., к.т.н., доцент Радченко А.Е., завідувачка кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, д.т.н., професор Гринченко О.О.

Учасники наради зазначили, наскільки важливим зараз є ефективне функціонування всіх структур університету, розроблення та упровадження наукових розробок, їх затребуваність в реальному секторі економіки країни. Відмічено, що напрям розвитку, який обрано ДБТУ, є важливим з огляду на нарощування переробної промисловості в аграрній сфері. І один із шляхів його вирішення – консолідація зусиль освіти, науки і бізнесу, чітка дорожня карта сталого розвитку економіки.

Проректор з наукової роботи ДБТУ,
д.т.н., професор



Валерій МИХАЙЛОВ

Додаток Л.3

Довідка про участь у виставці, яка проводилась у рамках
Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва
Міністерства освіти і науки України та Харківської обласної військової
адміністрації, що відбулася 20 листопада 2024 року в Харківському
національному академічному театрі опери та балету імені М. В. Лисенка
(ХАТОБ) у м. Харкові
від 20.11.2024



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, тел. 057 7003888

<http://btu.kharkov.ua>, info@btu.kharkov.ua

Вих. № _____ від 20.11.2024 р.

ДОВІДКА

про участь Державного біотехнологічного університету у виставці наукових досягнень закладів вищої освіти та наукових установ регіону з нагоди Всесвітнього дня науки в ім'я миру та розвитку за участі керівництва Міністерства освіти і науки України та Харківської обласної військової адміністрації, що відбулася 20 листопада 2024 року у Харківському національному академічному театрі опери та балету імені М. В. Лисенка ХАТОБ в м. Харкові.

На виставці було представлено інноваційні розробки для наступних секторів:

ПРОДОВОЛЬЧИЙ:

- Хліб пшеничний підвищеної харчової цінності для осіб, що перебувають в екстремальних умовах.

Розробники: к.т.н., проф. Олійник С.Г., аспірант Білаш Б.Г.

- Хліб рисовий безглютеновий.

Розробники: ст. викл. Боровікова Н.О., д.т.н., проф. Шаніна О.М., к.т.н., доц. Гавриш Т.В.

- Макаронні вироби безглютенові.

Розробники: к.т.н., доц. Гавриш Т.В., д.т.н., проф. Шаніна О.М., Дяньшин Я.В.

- Енергетичні батончики з гемовим залізом «Переможець» та «Захисник»; Дістична добавка «Нутріо-гем»; Антианемічна дістична добавка «Феро-гем».

Розробник: д.т.н., проф. Євлаш В.В. (розробка у межах кластеру «Повноцінне харчування для сталого розвитку суспільства»).

- Багатокомпонентні екструдовані зернопродукти «Швидкий перекус».

Розробники: к.т.н., доц. Фоміна І.М., аспірант Маліков К.С.

- Хліб підвищеної харчової цінності з додаванням борошна з бульб чуфи.

Розробники: к.т.н., проф. Олійник С.Г., к.т.н., доц. Степанькова Г.В., аспірант Недвіга С.В., студ. Юдіна В.Р.

- Макаронні вироби підвищеної харчової цінності з рослинними добавками.

Розробники: к.т.н., доц. Артамонова М.В., к.т.н., доц. Гавриш Т.В., аспірант Воронкін А.О.

- Бісквіт «Гарбузовий».

Розробники: к.т.н., доц. Шидакова-Каменюка О.Г., студент Сливар Д.П.

- Закуски овочеві («гарбузовий карі», «український ф'южн»).

Розробники: аспірант Дегтяр В.В., к.т.н., доц. Радченко А.Е., д.т.н., проф. Гринченко О.О.

- Соуси сирний зі шпинатом та Соуси вершковий з курячим філе та печерицями.

Розробники: аспірант Янушкевич О.І., к.т.н., доц. Радченко А.Е., д.т.н., проф. Гринченко Н.Г.

- Муси овочеві на основі чечевини.

Розробники: аспірант Лазурко Є.В., к.т.н., доц. Радченко А.Е., д.т.н., проф. Гринченко О.О.

- Ковбасні вироби у склєсних кишкових оболонках.

Розробники: д.т.н., проф. Михайлов В.М., д.т.н., проф. Онищенко В.М., д.т.н., проф. Пак А.О., д.т.н., проф. Янчева М.О., аспірант Онищенко А.В., аспірант Інжиянц С.Т.

- Ікра імігована зі смаком зі смаком: «Лососє», «Осетра», «Кєти», «Золотого осетра».

Розробники: д.т.н., проф. Пивоваров П.П., д.т.н., проф. Тищенко О.П., д.т.н., проф. Гринченко Н.Г.

- Десерт фруктовий капсульований пастеризований зі смаком: «Полуницї», «Манго-маракуї», «Ківі».

Розробники: д.т.н., проф. Пивоваров П.П., д.т.н., проф. Тищенко О.П., д.т.н., проф. Гринченко Н.Г.

- Суфле з використанням клітковини.

Розробники: к.т.н., проф. Федак Н.В., к.т.н., доц. Омєльченко С.Б., аспірант Павлюк І.О.

- Зефір веганський на основі аквафаби.

Розробники: д.т.н., проф. Гринченко О.О., к.т.н., доц. Радченко А.Е., аспірант Лазурко Є.В.

- Зефір з підвищеною харчовою цінністю.

Розробники: викладач Варибрус В.П.

Рахат-лукум «Осінє диво» на основі плодовоовочевої пасти.

Розробники: к.т.н., проф. Самохвалова О.В., к.т.н., доц. Касабова К.Р., аспірант Бабаєв С.О., к.т.н., доц. Загорулько О.Є., к.т.н., доц. Загорулько А.М.

- Гонконзькі вафлі з натуральними суперфудами.

Розробники: викладач Туз Н.В., викладач Бабаєв С.О.

- Алкогольні вироби (настойки зі зниженим токсичним ефектом: «Red Light», «Orange Light», «Green Light»; пиво «Аронія», та «Смарагд», напівфабрикати для слабоалкогольних напоїв).

Розробники: к.т.н., доц. Колесник В.В., к.т.н., доц. Пенкіна Н.М., к.т.н., ст. викл. Татар Л.В.

- Полікомпонентний напівфабрикат високого ступеня готовності для 3-D друку функціонального харчування.

Розробники: к.т.н., доц. Загорулько А.М., к.т.н., доц. Загорулько О.Є.

АГРАРНИЙ:

Інноваційні сорти зернового амаранту («Ультра», «Сєм», «Лєра», «Студентський» та «Харківський-1»).

Розробники: д.с.-г.н., проф. Гонцій Т.І., доктор філософії, асистент Чуйко Д.В.

ІНЖЕНЕРНИЙ:

- Вимірювально-ресстраційний комплекс та вимірювальна система для випробування мобільних машин.

Розробники: д.т.н., проф. Артємов М.П., д.т.н., проф. Антощенков Р.В.

- **Універсальний безмоторний стенд для дослідження електромагнітних газових дозаторів і елементів систем подачі палива у двигуни.**

Розробники: д.т.н., доц. Манойло В.М., к.т.н., доц. Шевченко І.О.

- **Лабораторна сушильна камерна установка.**

Розробник: викладач Рожкова М.Г.

- **Лабораторна брагоректифікаційна установка.**

Розробник: викладач Рожкова М.Г.

- **Сортувальна циліндрична машина (діюча модель).**

Розробник: викладач Рожкова М.Г.

- **Установка для видалення холодильного агента з холодильної системи для подальшої його утилізації.**

Розробник: викладач Юрченко Ю.Ю.

- **Холодильна установка для охолодження пива (діюча).**

Розробник: викладач Юрченко Ю.Ю., викладач Смілик М.М.

- **Дослідно-експериментальна установка для виготовлення автономного холодильного обладнання для роботи в польових умовах.**

Розробник: асистент Смілик М.М.

- **Дослідно-експериментальна установка мобільного функціонального апарата для попередньої теплової обробки рослинної сировини.**

Розробники: к.т.н., доц. Загоруйко А.М., к.т.н., доц. Загоруйко О.Є.

- **Макет дослідно-експериментальної установки універсального ротаційного апарата для низькотемпературної обробки м'ясо-рослинних виробів.**

Розробники: к.т.н., доц. Загоруйко А.М., к.т.н., доц. Загоруйко О.Є.

- **Виставковий макет: вертикально-модульна геліосушарка: інноваційний механізм управління конкурентоспроможністю агропідприємств у концепції «Від лапу до столу».**

Розробники: к.т.н., доц. Загоруйко А.М., д-р філософ. з менеджменту, доц. Міненко С.І., студ. Титатеренко Н.В.

- **Виставковий макет: «Інноваційна стратегія управління конкурентоспроможністю агропромислового виробництва: від полікомпонентних напівфабрикатів до продовольчої безпеки».**

Розробники: д-р філософ. з менеджменту, доц. Міненко С.І., к.т.н., доц. Загоруйко А.М., аспірант Приходько М.К.

- **Модель терморадіаційної одnobарабанної вальцювальної сушарки.**

Розробники: к.т.н., доц. Загоруйко А.М., к.т.н., доц. Загоруйко О.Є.

ВЕТЕРНАРНИЙ:

- **Імуноглобулін G до вірусу інфекційного ринотрахеїту котів на основі дисоціації імунних комплексів у кислому середовищі (спосіб виробництва).**

Розробники: к.в.н., доц. Северин Р.В., к.в.н., доц. Гонтарь А.М., к.в.н., доц. Гарагуля Г.І., аспірант Рубан В.О.

- Імуностимулятор ЕТР (спосіб виробництва).

Розробники: аспірант Бурдейний Р.А., к.в.н., доц. Грінченко Д.М., к.в.н., доц. Северин Р.В., к.в.н., доц. Гонтарь А.М.

- Фітопрепарат для підвищення імунорезистентості котів при респіраторних інфекціях (спосіб виробництва).

Розробники: аспірант Глушенко Я.В., к.в.н., доц. Северин Р.В., к.в.н., доц. Гонтарь А.М., к.в.н., доц. Грінченко Д.М.

- Клейка стрічка для виділення грибка malassezia у собак (спосіб виробництва).

Розробники: аспірант Чуприна М. І., к.в.н., доц. Северин Р.В., к.б.н., доц. Іванченко І.М., к.в.н., доц. Гарагуля Г.І.

- Спосіб діагностики тварин за репродуктивних патологій використовуючи «Тепловізор ТІ – 120».

Розробники: д.б.н., проф. Кошевой В.П., д.в.н., проф. Науменко С.В., д.в.н., проф. Федоренко С.Я., д. ф. з ветеринарної медицини, ас. Кошевой В.І.

- Техніка блокад із застосуванням нейростимулятора Stimuplex HNS 12 – ізольованих голок та внутрішньовенних катетерів з метою пролонгованої аналгезії, які забезпечують надійність техніки та профілактику ускладнень.

Розробник: проф. Слюсаренко Д.В.

- Ветеринарний препарат ІЗІХЕЛС

Розробник: проф. Слюсаренко Д.В.



Проректор з наукової роботи ДБТУ
М.П.

Валерій МИХАЙЛОВ

ВИКОНАВЕЦЬ:
Старший науковий співробітник
Науково-дослідної частини
Андрій ЗАГОРУЛЬКО
тел.: 050-54-74-173

Додаток М

щодо соціального ефекту від впровадження науково-дослідної роботи

ДОВІДКА

**щодо соціального ефекту від впровадження результатів
госпдоговірної теми № 18-23 Д (0123U103199) «Розроблення харчової
продукції з емульсійною структурою на основі аквафаби»**

Соціальний ефект від виконання госпдоговірної теми «Розроблення харчової продукції з емульсійною структурою на основі аквафаби» полягає в отриманні маловідходного виробництва та ресурсозберігаючої технології, виробництві харчової продукції з високою біологічною цінністю, яку зручно споживати, в рецептурах якої відсутні штучні барвники, консерванти, згущувачі, а основними рецептурними компонентами виступають українські харчові продукти, що дозволяє підтримувати вітчизняних аграріїв.

Фізична особа-підприємець



Вікторія ЛОЗОВА

Додаток Н

Довідки про участь у виставках, ярмарках, конкурсах

Додаток Н.1

Довідка про представлення зразків закусок овочевих у виставці, яка проводилась в рамках XVIII Міжнародного кулінарного фестивалю

«Pearl of the sea»

(28.03.2023–1.04.2023)



Europska unija
Zajedno do fondova EU

Šefovi kuhinja mediteranskih i europskih regija
Association of Chefs from Mediterranean and European Regions

Marina Getaldića 20a, 21000 Split, Croatia,

OIB: 33038584297 Tel: + 385 99 3198 961,

e-mail: info@skmer.hr, www.skmer.hr

XVIII International culinary festival «Pearl of the sea»

28.03-1.04.2023

Sensory testing of food

Presented products: **appetizer based on vegetable and legume** (developers: Grinchenko Olga, Radchenko Anna, Dehtiar Valentyna).

The composition of ingredients for preparing an appetizer consists of boiled legumes, vegetable fillers, fat-containing raw materials (refined oil, tahini), drinking water, table salt, spices. During the tasting, high organoleptic indicators of appetizers were noted, in particular, a homogeneous creamy texture, a delicate, pronounced taste, corresponding to the introduced flavoring additives.

It is recognized that appetizers based on vegetable and legume are a high-quality food product with an improved emulsion structure, quickly satisfy hunger and have high organoleptic indicators. Appetizers have competitive advantages, by meeting the needs of different consumer segments for a nutritious, healthy and convenient appetizer.

Total sensory testing

Indicator	Weighting factor	Assessment taking into account the weighting factor, points		
		Beetroot & legume appetizers	Carrot & pumpkin legume appetizers	Tomato & legume appetizers
Appearance	0,15	5,0	5,0	5,0
Colour	0,15	4,9	5,0	4,8
Taste/flavour	0,30	5,0	4,9	5,0
Smell/odour	0,15	5,0	5,0	4,9
Texture/ mouth-feel	0,25	5,0	5,0	5,0
Total assessment		4,98	4,98	4,94



Association of Chefs from Mediterranean and European Regions
Željko Neven Bremec, president

Додаток Н.2

Диплом про представлення зразків закусок овочевих
у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю
«Montenegro Culinary Competition»
(15.04.2024–19.04.2024)



**Udruženje šefova kuhinja Crne Gore
Chefs Association of Montenegro**

**Državno prvenstvo Crne Gore
Montenegro Culinary Competition 2024
15.04.2024 – 19.04.2024**

DIPLOMA

Awarded to:

appetizer based on vegetable and legume

Which was developed by

Hrynchenko Olha, Radchenko Anna, Dehtiar Valentyna

Members of the jury have noted high organoleptic quality of this appetizers.

Budva, Montenegro, April 15th until April 19th 2024

Montenegro Chefs Association

Vuksan Mitrovic, president



Додаток Н.3

Акт дегустації представлених зразків закусок овочевих
у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю
«Montenegro Culinary Competition»
(15.04.2024–19.04.2024)



Udruženje šefova kuhinja Crne Gore Chefs Association of Montenegro

Državno prvenstvo Crne Gore Montenegro Culinary Competition 2024 15.04.2024 – 19.04.2024

Sensory testing of food

Presented products: **appetizer based on vegetable and legume** (developers: Hrynchenko Olha, Radchenko Anna, Dehtiar Valentyna).

The composition of ingredients for preparing an appetizer consists of boiled legumes, vegetable fillers, fat-containing raw materials (refined oil), drinking water, table salt, spices. During the tasting, high organoleptic indicators of appetizers were noted, in particular, a homogeneous creamy texture, a delicate, pronounced taste, corresponding to the introduced flavoring additives.

It is recognized that appetizers based on vegetable and legume are a high-quality food product with an improved emulsion structure, quickly satisfy hunger and have high organoleptic indicators. Appetizers have competitive advantages, by meeting the needs of different consumer segments for a nutritious, healthy and convenient appetizer.

Total sensory testing

Indicator	Weighting factor	Assessment taking into account the weighting factor, points		
		Beetroot & smoked paprika legume appetizers	Roasted carrots & pumpkin legume appetizers	Sun-dried tomatoes & baked papper legume appetizers
Appearance	0,15	5,0	5,0	5,0
Colour	0,15	4,9	5,0	4,8
Taste/flavour	0,30	5,0	4,9	5,0
Smell/odour	0,15	5,0	5,0	4,9
Texture/mouth-feel	0,25	5,0	5,0	5,0
Total assessment		4,98	4,98	4,94

Montenegro Chefs Association

Vaksan Mitrovic, president



Додаток Н.4

Диплом про представлення зразків закусок овочевих
у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю
«Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival»
(27.09.2024–29.09.2024)



Afpad – Afyon Profesyonel Aşçılar Derneği

6th Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival

National Inter-University Cookery Competition

National High School Cookery Competition

National Individual Category Cookery Cooking Competition

27-29 September 2024

DIPLOMA

For the presentation of the technology
plant-based emulsion appetizers

which was developed by
Hrynchenko Olha, Radchenko Anna, Dehtiar Valentina
members of
State Biotechnological University

Members of the jury highly appreciated the organoleptic properties of the appetizers presented for consideration. They're noting the harmonious combination of ingredients, the use of accompanying semi-finished products, delicate texture, high nutritional value, which demonstrated a high level of professional competence of the participants.

Afyonkarahisar / Türkiye

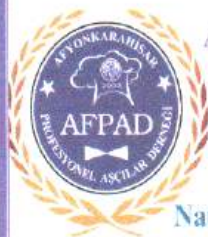
2024



Battal Yıldırım
Battal

Додаток Н.5

Акт дегустації представлених зразків закусок овочевих
у виставці, яка проводилась в рамках Міжнародного кулінарного фестивалю
«Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival»
(27.09.2024–29.09.2024)



Afpad – Afyon Profesyonel Aşçılar Derneği

6th Gastro Afyon Flavour and Tourism Festival
National Inter-University Cookery Competition
National High School Cookery Competition
National Individual Category Cookery Cooking Competition
27-29 September 2024

THE SENSORY EVALUATION OF FOOD

Plant-based emulsion appetizers **are presented**, namely chickpeas and pumpkin «Pumpkin curry», carrots and peas «Sunny mix», chickpeas and mushrooms «Mushroom Fusion» (developers: Olha Hrynchenko, Anna Radchenko, Valentyna Dehtiar).

The composition of ingredients for preparing appetizers includes boiled legumes, vegetables, fatty raw materials (oil), drinking water, polysaccharide, table salt, spices. The developed technology makes it possible to realize the functional and technological properties of the main ingredients of the recipe.

Appetizers have competitive advantages due to their high organoleptic characteristics and the ability to satisfy the taste preferences of different groups of consumers. All samples demonstrate excellent characteristics both in terms of taste and texture, which indicates the competitiveness of the developed technologies and the possibility of their successful implementation on the market.

Total sensory testing of appetizers

Indicator	Sensory panel	Assessment taking into account the sensory panel, points		
		Appetizer «Pumpkin curry»	Appetizer «Sunny mix»	Appetizer «Mushroom fusion»
Appearance	0,15	5,00	5,00	5,00
Colour	0,15	5,00	5,00	4,90
Taste/flavour	0,30	5,00	5,00	5,00
Smell/odour	0,15	4,90	5,00	5,00
Texture/ mouth-feel	0,25	5,00	5,00	5,00
General assessment	1,00	4,98	5,00	4,98

[Signature]

Battal Yıldırım

Додаток Н.6

Довідка про представлення зразків закусок овочевих
у виставці, яка проводилась в рамках XX Міжнародного кулінарного фестивалю
«Biser Mora»
(01.04.2025–05.04.2025)



Biser Mora

**XX. MEĐUNARODNI KULINARSKI FESTIVAL
XX. INTERNATIONAL CULINARY FESTIVAL**

01.04.2025 – 05.04.2025

Certificate of Participation

This document certifies that innovative developments were officially presented and sampled at the PEARL OF THE SEA, the largest culinary competition and festival in the Mediterranean and Europe. The event, held annually on the island of Brač, gathers top professionals, chefs, and culinary experts from around the world.

Participants from Ukraine, representing the State Biotechnological University, showcased their culinary creations and conducted a tasting session, demonstrating their expertise and innovation in the field of gastronomy.

This certificate serves as confirmation of their participation and contribution to the festival.

The exhibition of innovative food products functioned as part of the festival.

At the exhibition, the following innovative developments were presented:

- **Marshmallow and sponge cake semi-finished products.**
Developers: Yevhen Lazurko, Anna Radchenko, Olha Hrynchenko;

- **Thermostable sauces, which are based on dairy raw materials (Cheese sauce with spinach and Creamy sauce with chicken fillet and mushrooms).**

Developers: Oleksandr Yanushkevich, Anna Radchenko, Nataliya Grynchenko and Olha Hrynchenko;

- **Plant-based emulsion appetizers, namely «Pumpkin curry» (based on peas and pumpkin), «Ukrainian fusion» (based on chickpeas, beetroot and bell pepper).**

Developers: Olha Hrynchenko, Anna Radchenko, Valentyna Dehtiar.

- **Mousse with zucchini and lentil.**
Developers: Yevhen Lazurko, Anna Radchenko and Olha Hrynchenko.

President of the Association of Chefs from the Mediterranean and European Regions (ACMER) (Croatia)

Željko Neven Bremec

Svpetrva hotel, Supetar, Brač



Додаток П

Сертифікати, грамоти участі у наукових заходах різного рівня

Додаток П.1

Сертифікат про участь у

V Міжнародній науково-практичній конференції

«Актуальні проблеми сучасної науки, суспільства, освіти»

28–30.11.2021

CERTIFICATE

is awarded to

Dehtiar Valentyna

for being an active participant in

V International Scientific and Practical Conference

**“TOPICAL ISSUES OF MODERN SCIENCE,
SOCIETY AND EDUCATION”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)



KHARKIV

28-30 November 2021



sci-conf.com.ua

Додаток П.2

Сертифікат про участь

у I Всеукраїнській науково-практичній конференції

здобувачів вищої освіти і молодих вчених

«Інноваційні технології розвитку харчових і переробних виробництв та

ресторанного господарства: наукові пошуки молоді»

від 26.10.2022



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сертифікат

про участь

Дегтяр Валентини Володимирівни

У Всеукраїнській науково-практичній конференції
здобувачів вищої освіти і молодих вчених
**«Інноваційні технології розвитку харчових і
переробних виробництв та ресторанного
господарства: наукові пошуки молоді»**

26 жовтня 2022 р.

Голова оргкомітету,
проректор з наукової
роботи ДБТУ



Валерій МИХАЙЛОВ

Додаток П.3
Сертифікат про участь
у I Міжнародній науково-практичній конференції
«Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес»
від 18.05.2023



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сертифікат

про участь

Дегтяр Валентини Володимирівни

у I Міжнародній науково-практичній конференції
**«Сталий ланцюг харчування та безпека крізь
науку, знання та бізнес»**

18 травня 2023 р.

Голова оргкомітету,
проректор з наукової
роботи ДБТУ



Валерій МИХАЙЛОВ

Додаток П.4
Грамота
в номінації
«Професійно про складне»
в рамках участі у
II Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і
молодих вчених
«Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії:
наукові пошуки молоді» від 07.11.2024



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



II Міжнародна науково-практична конференція здобувачів
вищої освіти і молодих вчених

«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА
РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ. НАУКОВІ ПОШУКИ МОЛОДІ»

ГРАМОТА

НАГОРОДЖУЄТЬСЯ

ВАЛЕНТИНА ДЕГТЯР

У НОМІНАЦІЇ «ПРОФЕСІЙНО ПРО СКЛАДНЕ»

Голова оргкомітету,
проректор з наукової роботи



Заступник голови оргкомітету,
декан факультету переробних і
харчових виробництв

Валерій МИХАЙЛОВ

Марина ЯНЧЕВА

07 листопада 2024 р.

Додаток П.5

Сертифікат про участь у

Міжнародній електронній конференції з харчових продуктів

«Майбутнє технологій, сталого розвитку та харчування в харчовій сфері»

28–30.10.2024



The 5th International Electronic Conference on Foods

28–30 October 2024 | Online | Foods2024.sciforum.net

Certificate of Participation

This certificate is hereby presented to the attendee
named below in recognition of their active participation.

Valentyna Dehtiar



S. Tochev

Stefan Tochev
Chief Executive Officer



Додаток П.6
Сертифікат про участь у
Міжнародній електронній конференції з прикладних наук
(Базель, Швейцарія)
04–06.12.2024



The 5th International Electronic
Conference on Applied Sciences

04–06 December 2024 | Online | ASEC2024.sciforum.net

Certificate of Participation

This certificate is hereby presented to the attendee
named below in recognition of their active participation.

Valentyna Dehtiar

A handwritten signature in black ink, reading "S. Tochev".

Stefan Tochev
Chief Executive Officer



applied sciences