

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

СИНЕНКО ТЕТЯНА ПАВЛІВНА

УДК 641:663.9:664:542.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**РОЗРОБКА НАТУРАЛЬНИХ СМАКО-АРОМАТИЧНИХ ДОБАВОК ІЗ
ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ**

Спеціальності 181 – Харчові технології
Галузі знань 18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ Т.П. Синенко

Науковий керівник:

Фролова Наталія Епінетівна
професор, доктор технічних наук

Суми – 2022

АНОТАЦІЯ

Синенко Т.П. «Розробка натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини» – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» (галузі знань 18 – «Виробництво та технології») – Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2022.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

У першому розділі систематизовано дані інформаційних джерел щодо розробки натуральних смако-ароматичних добавок та проаналізовано досвід використання вторинної сировини харчових виробництв в технології натуральних смако-ароматичних добавок. Зазначено перспективи використання ферментативного гідролізу і теплової обробки (реакції Майяра) в процесі отримання смако-ароматичних речовин.

У другому розділі сформульовано програму та етапи експериментальних досліджень. Визначено об'єкт і предмети досліджень, розписано постановку експериментів. Здійснено підбір методів досліджень, необхідних для визначення хімічних, фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників, планування експерименту та обробки експериментальних результатів з використанням сучасних комп'ютерних програм, що забезпечує високий рівень вірогідності результатів досліджень.

У третьому розділі досліджено хімічний склад та технологічні властивості вторинної сировини: молочної сироватки, порошків виноградних вичавків і кукурудзяних качанів. Обґрунтовано доцільність використання вторинної сировини як сировини, що містить попередники смако-ароматичних речовин. Досліджено етапи утворення попередників смако-ароматичних речовин в технології натуральних смако-ароматичних добавок: отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини; ферментативного гідролізу білків

молочно-рослинних екстрактів. Встановлено якісні показники гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини і обґрунтовано їх використання в технології натуральних смако-ароматичних добавок. Досліджено технологічні режими отримання смако-ароматичних речовин в результаті теплової обробки (реакція Майяра) гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини. Визначено якісні показники гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини після теплової обробки.

У четвертому розділі обґрунтовано вибір раціонального носія смако-ароматичних речовин. Розроблено рецептурний склад та технологічні схеми виробництва натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини: «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*». Охарактеризовано показники якості та безпеки, харчової та біологічної цінності розроблених натуральних смако-ароматичних добавок «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*». Обґрунтовано терміни зберігання та придатності розроблених натуральних смако-ароматичних добавок. Розроблено рекомендації з використання натуральних смако-ароматичних добавок у складі харчових продуктів: солодких сиркових виробів; варених ковбас.

У п'ятому розділі розраховано основні економічні показники нових натуральних смако-ароматичних добавок та доведено ефективність прийнятих в дисертації рішень. Прогнозовано рентабельність виробництва натуральних смако-ароматичних добавок, прибуток від їх реалізації і терміни окупності інвестиційних витрат.

Ключові слова: натуральні смако-ароматичні добавки, харчові добавки, смако-ароматичні речовини, органолептичні показники, органолептична оцінка, сенсорний аналіз, сенсорика, смак, запах, аромат, ароматичні дескриптори, вторинна сировина, молочна сироватка, концентрат сироваткових білків, сироваткові білки, ферментативний гідроліз, амінокислоти, рослинна сировина, рослинні порошки, виноградні вичавки, екстракція, рослинні екстракти, молочно-рослинні екстракти, похідні переробки винограду, кукурудзяні качани, вуглеводи, редукуючі цукри, лактоза, глюкоза, фруктоза, ксилоза, реакція Майяра, сирковий виріб, м'ясовмісні продукти, ковбаси, оптимізація.

ABSTRACT

Synenko T.P. «Development of natural flavoring additives from secondary raw materials» – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the Doctor of Philosophy in the specialty 181 «Food technologies» (of branch of knowledge 18 – «Production and technologies»). – Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2022.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and development of natural flavoring additives from secondary raw materials.

In the first section, the data of information sources on the development of natural flavoring additives are systematized and the experience of using secondary raw materials of food production in the technology of natural flavoring additives is analyzed. The prospects for the use of enzymatic hydrolysis and heat treatment (Maillard reaction) in the process of obtaining flavor and aromatic substances are noted.

In the second section, the program and stages of experimental research are formulated. The object and subjects of research are defined, the set-up of experiments is described. The selection of research methods necessary for determining chemical, physicochemical, organoleptic and microbiological parameters, planning the experiment and processing the experimental results using modern computer programs, which ensures a high level of reliability of the research results, has been carried out.

The third section examines the chemical composition and technological properties of secondary raw materials: whey, powders of grape pomace and corn cobs. The expediency of using secondary raw materials as raw materials containing precursors of taste and aromatic substances is justified. The stages of the formation of precursors of flavoring substances in the technology of natural flavoring additives have been studied: production of milk-plant extracts from secondary raw materials; of enzymatic hydrolysis of proteins of milk-plant extracts. The quality indicators of hydrolyzates of milk-plant extracts from secondary raw materials were established and their use in the technology of natural flavoring additives was substantiated. The

technological modes of obtaining flavoring substances as a result of heat treatment (Maillard reaction) of hydrolyzates of milk plant extracts from secondary raw materials were investigated. The quality indicators of hydrolyzates of milk-plant extracts from secondary raw materials after heat treatment were determined.

In the fourth section, the choice of a rational carrier for flavoring substances is substantiated. The recipe composition and technological schemes for the production of natural flavoring additives based on secondary raw materials were developed: «Chocolate flavor» and «Meat flavor». The indicators of quality and safety, nutritional and biological value of the developed natural flavoring additives «Chocolate flavor» and «Meat flavor» are characterized. The shelf life and shelf life of the developed natural flavoring additives are substantiated. Recommendations on the use of natural flavoring additives in food products have been developed: sweet cheese products; boiled sausages.

In the fifth chapter, the main economic indicators of new natural flavoring additives are calculated and the effectiveness of the decisions made in the dissertation is proven. The profitability of the production of natural flavoring additives, the profit from their sale and the payback period of investment costs are predicted.

Keywords: natural flavoring additives, food additives, flavoring substances, organoleptic indicators, organoleptic assessment, sensory analysis, sensory, taste, smell, aroma, aromatic descriptors, secondary raw materials, whey, whey protein concentrate, whey proteins, enzymatic hydrolysis, amino acids, plant raw materials, plant powders, grape pomace, extraction, plant extracts, milk-plant extracts, derivatives of grape processing, corn cobs, carbohydrates, reducing sugars, lactose, glucose, fructose, xylose, Maillard reaction, cottage cheese product, meat-containing products, sausages, optimization.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Статті

1. **Sylenko T.**, Bezusov A., Dubova H. Research on flavor precursors of whey in the technology of flavored foam. *Food Science and Technology*. 2020. Vol. 14, no.1. P. 70–80. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i1.1648> (*Журнал «Food Science and Technology»* входить до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з технічних наук категорії «А», індексується в *Emerging Sources Citation Index (ESCI)*, **Core Collection Web of Science (WoS)**, *Food Science and Technology Abstracts*, *WorldCat*, *Google Scholar*, *AGRIS*, *CrossRef* та ін.). (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 65%).
2. **Синенко Т.П.**, Дубова Г.Є. Характеристика ароматичних дескрипторів продуктів ректифікації молочної сироватки. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2019. Вип. 1 (29). С. 63–74. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3263514> (*Збірник наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі»* внесений до затвердженого МОН переліку фахових видань України категорії «Б», індексується в *Index Copernicus*, *Google Scholar*, *ResearchBib* та ін.). (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75%).
3. **Синенко Т.П.**, Фролова Н.Е. Ферментативний гідроліз сироваткових білків молока. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 1 (105). С. 79–86. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-5\(105\)-10](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-5(105)-10) (*Науковий журнал «Вісник аграрної науки Причорномор'я»* внесений до затвердженого МОН переліку фахових видань України категорії «Б», індексується в *Journal Factor*, *Directory of Research Journals Indexing (DRJI)*, *Open Academic Journals Index (OAJI)*, *Ulrichsweb*, *Google Scholar*, *ResearchBib* та ін.). (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та

розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75%).

4. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Моделювання та оптимізація процесу ферментативного гідролізу сироваткових білків. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2021. № 25. С. 111–119. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2021-25-15> (Науковий журнал «Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки» внесений до затвердженого МОН переліку фахових видань України категорії «Б», індексується в *Ulrich's Periodicals, Index Copernicus, Google Scholar, WorldCat*). (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75%).

5. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е., Соколенко В.В., Губа С.О. Дослідження впливу типу цукру на реакцію Майяра в модельних системах із гідролізатом сироваткових білків. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 1. С. 135–146. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.15> (Науковий журнал «Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки» внесений до затвердженого МОН переліку фахових видань України категорії «Б», індексується в *Index Copernicus International, Google Scholar*). (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 80%).

Тези доповідей та матеріали конференцій

6. **Синенко Т.П.** Визначення ароматичних властивостей молочної сироватки. *Інноваційний розвиток харчової індустрії: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції*. Київ: Інститут продовольчих ресурсів НААН, 2018. С. 86–88. (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 100%).

7. **Синенко Т.П.,** Суслов М.О. Вплив деструкції білкових речовин на аромат продуктів. *Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: збірник матеріалів 73-*

ої Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Київ: НУБіП України, 2019. С. 336–337. (*Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 95%*).

8. **Синенко Т.П.**, Балаклеїська Д.Н. Усиление ароматического профиля вареной колбасы. *Техника и технология пищевых производств: сборник тезисов докладов XI Международной научной конференции студентов и аспирантов, 18–19 апреля 2019 г.* Могилев: МГУП, 2019. С. 153. (*Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 95%*).

9. **Синенко Т.П.**, Фролова Н.Е. Використання ферментів при виробництві ароматизаторів. *Всеукраїнська студентська наукова конференція, присвячена міжнародному дню студента: збірник матеріалів Всеукраїнської студентської наукової конференції, 11-15 листопада 2019 р.* Суми: СНАУ. 2019. С. 711. (*Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%*).

10. **Синенко Т.П.**, Скрипкіна Ю.О. Хроматографічне визначення амінокислотного складу молочної сироватки. *Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference.* Харків. 2019. С. 28–32. (*Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 95%*).

11. **Синенко Т.П.**, Фролова Н.Е. Використання кукурудзяних качанів в технології смакоароматичних добавок. *Харчова хімія. сучасні методи виробництва продуктів харчування, харчові добавки, пакувальні матеріали: матеріали міжнародної науково-технічної конференції 7-9 жовтня 2020 р.* Львів, ЛПНУ. 2020. С. 14. (*Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%*).

12. **Синенко Т.П.**, Фролова Н.Е. Отримання сухих солодких виноградних

вичавок. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet* : proceedings of IX International scientific and practical internet conference – Prague: Oktan-Print s.r.o., 2020. Р. 146-147. (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 75%).

13. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Використання виноградних вичавок в технології смакоароматичних добавок. *Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі», 19 - 20 травня 2020 р. Київ, НУХТ. 2020. С. 207-208.* (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 60%).

14. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Розроблення технології натуральної смакоароматичної добавки із вторинної сировини. *Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції, «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі», 23 листопада 2021 р. Київ: НУХТ, 2021 р. С. 56-58.* (Особистий внесок – огляд літературних джерел, проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 60%).

15. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Використання молочної сироватки для отримання екстрактів на основі кукурудзяних качанів. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв», 21 грудня 2021 р. Полтава: ПДАУ, 2021 р. С. 94–97.* (Особистий внесок – проведення експериментальних досліджень та розрахунків, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 60%).

16. **Синенко Т.П.** Світові тенденції у використанні харчових ароматизаторів. *New Tendencies and Global Trends In Technologies for Raw Material Storage and Food Production*: науковий семінар (круглий стіл), 30 березня 2021, м. Полтава. (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 100%).

Патенти

17. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Спосіб гідролізу сироваткових білків: патент на винахід № 125945. Україна: МПК А23L 33/18 (2016.01), А23J3/34 (2006.01), А23J 3/08 (2006.01), № а202003737, заявл. 22.06.2020.; опубл. 13.07.2022 р., Бюл. № 28. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

18. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Спосіб гідролізу сироваткових білків: патент на корисну модель № 146260. Україна: МПК А23L 33/18 (2016.01), А23J3/34 (2006.01), № u202005781, заявл. 08.09.2020.; опубл. 03.02.2021 р., Бюл. № 5. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

19. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Спосіб одержання молочно-рослинного екстракту із виноградних вичавків: патент на корисну модель № 151760. Україна: МПК А23С 23/00, А23L 1/29 (2006.01), № u202201493, заявл. 10.05.2022.; опубл. 07.09.2022 р., Бюл. № 36. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

20. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Спосіб одержання молочно-рослинного екстракту із кукурудзяних качанів: патент на корисну модель № 151761. Україна: МПК А23С 23/00; А23L 33/105, № u202201494, заявл. 10.05.2022.; опубл. 07.09.2022 р., Бюл. № 36. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

21. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Спосіб одержання натуральної смако-ароматичної добавки «Meat flavor»: патент на корисну модель № 151763. Україна: МПК А23L 27/26, А23L 27/215, № u202201645, заявл. 23.05.2022.; опубл. 07.09.2022 р., Бюл. № 36. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

22. **Синенко Т.П.,** Фролова Н.Е. Спосіб одержання натуральної смако-ароматичної добавки «Chocolate flavor»: патент на корисну модель №151764. Україна: МПК А23L 27/215, А23L 27/28, № u202201646, заявл. 23.05.2022.; опубл. 07.09.2022 р., Бюл. № 36. *(Особистий внесок - збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	14
ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЯХ НАТУРАЛЬНИХ СМАКО-АРОМАТИЧНИХ ДОБАВОК .	22
1.1 Актуальність розробки натуральних смако-ароматичних добавок.....	22
1.2 Технологічні особливості виробництва натуральних смако-ароматичних добавок.....	22
1.3 Утворення смако-ароматичних речовин за участі ферментів.....	27
1.4 Реакція Майяра як один із етапів створення смако-ароматичних речовин	31
1.5 Вторинна сировина в технологіях смако-ароматичних добавок	34
1.5.1 Молочна сироватка як джерело попередників смако-ароматичних речовин	35
1.5.2 Рослинні відходи харчової промисловості як цукорвмісна сировина	39
Висновки до розділу 1	44
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
2.1 Програма та етапи експериментальних досліджень.....	45
2.2 Об'єкти досліджень, постановка експерименту	47
2.2.1 Отримання молочної сироватки	48
2.2.2 Отримання порошку виноградних вичавків	49
2.2.3 Отримання порошку кукурудзяних качанів.....	50
2.2.4 Отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини ...	50
2.2.5 Отримання гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини	51
2.2.6 Утворення смако-ароматичних речовин при тепловій обробці гідролізатів молочно-рослинних екстрактів (реакція Майяра)	53

2.2.7 Фіксація смако-ароматичних речовин.....	53
2.2.8 Визначення терміну зберігання та придатності натуральних смако-ароматичних добавок	54
2.3 Методи досліджень	56
Висновки до розділу 2	62
РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОДЕРЖАННЯ НАТУРАЛЬНОЇ СМАКО-АРОМАТИЧНОЇ ДОБАВКИ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ.....	63
3.1 Аналіз показників якості вторинної сировини	63
3.1.1 Молочна сироватка.....	63
3.1.2 Виноградні вичавки.....	64
3.1.3 Кукурудзяні качани	65
3.2 Дослідження етапів утворення попередників смако-ароматичних речовин в технології натуральних смако-ароматичних добавок	66
3.2.1 Технологічні параметри отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини	66
3.2.2 Оптимізація технологічних параметрів отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини.....	70
3.2.3 Визначення технологічних параметрів ферментативного гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів	84
3.2.4 Оптимізація технологічних параметрів ферментативного гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини	89
3.2.5 Дослідження якісних показників гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини.....	94
3.3 Дослідження технологічних режимів отримання натуральних смако-ароматичних добавок.....	97
3.3.1 Визначення технологічних режимів утворення смако-ароматичних речовин	97

3.3.2 Сенсорний профільний аналіз впливу теплової обробки на утворення смако-ароматичних речовин.....	102
3.3.2 Дослідження якісних показників гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини після теплової обробки	104
Висновки до розділу 3	107
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАТУРАЛЬНОЇ СМАКО-АРОМАТИЧНОЇ ДОБАВКИ ІЗ ВТОРИННОЇ СІРОВИНИ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЇЇ ВИКОРИСТАННЯМ	110
4.1 Обґрунтування вибору раціонального носія смако-ароматичних речовин	110
4.2 Розробка рецептурного складу та технологічної схеми виробництва натуральних смако-ароматичних добавок	116
4.3 Характеристика показників якості та безпеки, харчової та біологічної цінності натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини	123
4.4 Обґрунтування терміну зберігання та придатності натуральних смако-ароматичних добавок	132
4.5 Розроблення рекомендацій з використання натуральних смако-ароматичних добавок у складі харчових продуктів	134
4.5.1 Розроблення технології солодких сиркових виробів із натуральними смако-ароматичними добавками	134
4.5.2 Розроблення технології варених ковбас із використанням натуральних смако-ароматичних добавок	139
Висновки до розділу 4	143
РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	144
Висновки до розділу 5	152
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	154
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	156
ДОДАТКИ.....	179

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АК – амінокислота

АКС – амінокислотний скор

ВАА – вміст амінного азоту

ВВ – виноградні вичавки

ВСП – вміст сухих речовин

ВЦ – вміст цукрів

ГМРЕ – гідролізат молочно-рослинного екстракту із вторинної сировини

ГМРЕВ – гідролізат молочно-рослинного екстракту із виноградних вичавків

ГМРЕВТ – гідролізат молочно-рослинного екстракту із виноградних вичавків після теплової обробки

ГМРЕК – гідролізат молочно-рослинного екстракту із кукурудзяних качанів

ГМРЕКТ – гідролізат молочно-рослинного екстракту із кукурудзяних качанів після теплової обробки

ГМРЕТ – гідролізат молочно-рослинного екстракту із вторинної сировини після теплової обробки

ДФЕ – дробово-факторний експеримент

КК – кукурудзяні качани

МРЕ – молочно-рослинний екстракт із вторинної сировини

МРЕВ – молочно-рослинний екстракт із виноградних вичавків

МРЕК – молочно-рослинний екстракт із кукурудзяних качанів

МС – молочна сироватка

НСАД – натуральна смако-ароматична добавка

САД – смако-ароматична добавка

САР – смако-ароматичні речовини

ТТСАД – термічно технологічна смако-ароматична добавка

ФП – ферментний препарат

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Харчова промисловість зацікавлена задовольняти потреби споживачів, забезпечуючи якісними, одночасно дешевими та привабливими харчовими продуктами. Для досягнення даної цілі, виробники часто додають в харчові продукти синтетичні, рідше натуральні, ароматизатори, смако-ароматичні добавки, барвники тощо. Але дані добавки зазвичай виконують маркетингову функцію, забезпечуючи привабливим виглядом харчові продукти, замість виробництва якісних продуктів.

Науковцями всього світу ведуться альтернативні способи надавання виробам привабливих сенсорних показників, пошуки способів виробництва натуральних харчових добавок, зокрема смако-ароматичних добавок. Такі дослідження зосереджені на розширенні сировинної бази для виробництва добавок, забезпечення стабільності органолептичних та якісних показників добавок, а головне розробка технологій економічно вигідних з точки зору виробництва і використання.

Технології натуральних смако-ароматичних добавок є досить складними багатостадійними технологіями, із застосуванням специфічних дороговартісних реагентів і обладнання. Такі технології включають утворення смако-ароматичних речовин способом гідролізу хімічних сполук природної сировини, вилученням/відокремленням цільових компонентів екстракцією, ультрафільтрацією тощо.

Актуальності набуває використання вторинної сировини харчової промисловості. Адже відомо, що така сировина містить білки, жири, вуглеводи та інші сполуки, які є попередниками смако-ароматичних речовин. Технології смако-ароматичних добавок із залученням вторинної сировини можуть включати кілька стадій, зокрема гідроліз складових сполук сировини із застосуванням ферментів (утворення попередників смако-ароматичних речовин), з наступним етапом отримання смако-ароматичних речовин в результаті теплової обробки (реакція Майяра).

Розробка технологій харчових добавок, таких як ароматизатори і смако-ароматичні добавки, для поліпшення сенсорних показників продуктів є предметом особливої уваги вітчизняних та іноземних фахівців. Значний внесок у розвиток даних технологій внесли Фролова Н.Е., Дубова Г.Е., Силка І.М., Безусов А.Т., Frank D., Blake A., Aljaff P., Ayseli M.T., Kerler J. та інші вчені. Проте досліджень, спрямованих на отримання саме натуральних смако-ароматичних добавок із застосуванням молочної сироватки, виноградних вичавків або кукурудзяних качанів в літературі не виявлено.

Враховуючи вищевказане, можна зробити висновок, що розробка натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини (молочної сироватки, виноградних вичавків, кукурудзяних качанів) є перспективним на сьогодні. Це, перш за все, розробка нової науково обґрунтованої рецептури смако-ароматичних добавок, що дасть можливість виготовляти продукт, натуральність і безпечність яких обумовлена сумісним використанням сировини природнього походження. Крім цього, дані добавки матимуть високі сенсорні показники, стабільні при зберіганні і використанні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри технологій та безпечності харчових продуктів Сумського національного аграрного університету в межах науково-дослідних тем «Інноваційні технологічні рішення у виробництві харчової продукції» (№ держреєстрації 0119U101237), «Розробка способів переробки промислових відходів харчових виробництв з метою створення маловідходних та безвідходних технологій» (№ держреєстрації 0121U111511).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та розроблення натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- здійснити огляд інформаційних джерел та проаналізувати сучасні технології натуральних смако-ароматичних добавок;

- обґрунтувати використання вторинної сировини (молочної сироватки, виноградних вичавків, кукурудзяних качанів) в технології натуральних смако-ароматичних добавок;
- експериментально обґрунтувати технологічні параметри утворення попередників смако-ароматичних речовин із вторинної сировини;
- дослідити технологічні параметри отримання натуральних смако-ароматичних добавок;
- обґрунтувати вибір раціонального носія смако-ароматичних речовин;
- розробити технології натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини;
- визначити показники якості та безпеки, харчову та біологічну цінність натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини;
- обґрунтувати терміни зберігання та придатності натуральних смако-ароматичних добавок;
- розробити рекомендацій з використання натуральних смако-ароматичних добавок у складі харчових продуктів;
- визначити економічну ефективність виробництва натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

Об’єкт дослідження – технологія натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

Предмети досліджень: молочна сироватка; сухі виноградні вичавки; кукурудзяні качани; молочно-рослинні екстракти (із виноградних вичавків; із кукурудзяних качанів); гідролізати молочно-рослинного екстракту (суміш попередників смако-ароматичних речовин); гідролізати молочно-рослинного екстракту із вторинної сировини після теплової обробки (суміш смако-ароматичних речовин); натуральні смако-ароматичні добавки: «*Chocolate flavor*», «*Meat flavor*»; харчові продукти із використанням натуральних смако-ароматичних добавок.

Методи досліджень: органолептичні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, економічні, статистичні, що виконані за стандартними та

спеціальними методиками з використанням сучасних приладів і математичних засобів оброблення отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень доведено доцільність розроблення натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

В дисертаційній роботі вперше:

- науково обґрунтовано та показано ефективність використання вторинної сировини: молочної сироватки, виноградних вичавків, кукурудзяних качанів – як сировини, що містить попередники смако-ароматичних речовин;
- визначено оптимальні технологічні параметри отримання молочно-рослинних екстрактів: із виноградних вичавків: розмір фракцій – $(0,12 \pm 0,01)$ мм, гідромодуль – 1:10, температура – $(77,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, тривалість – $(112,0 \pm 1,0)$ хв.; із кукурудзяних качанів: розмір фракцій КК – $(0,09 \pm 0,01)$ мм, гідромодуль – 1:13, температура – $(74,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, тривалість – $(108 \pm 1,0)$ хв.;
- науково обґрунтовано використання ферментного препарату протолад для гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів та встановлено оптимальні технологічні параметри: співвідношення фермент:субстрат – 1:($8,7 \pm 0,1$), тривалість гідролізу – $(54,0 \pm 1,0)$ хв.;
- теоретично пояснено етапи утворення смако-ароматичних речовин гідролізатів молочно-рослинних екстрактів в результаті теплового оброблення (реакції Майяра), встановлено параметри реакції: із виноградних вичавків: тривалість – 25 хв., температура – $(130,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$; із кукурудзяних качанів: тривалість – 25 хв., температура – $(120,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$.
- науково обґрунтовано використання мальтодекстрину – як носія-фіксатора смако-ароматичних речовин.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розширено способи використання промислових відходів харчових виробництв. Розроблено натуральні смако-ароматичні добавки із вторинної сировини: молочної сироватки, виноградних вичавків, кукурудзяних качанів.

2. Отримані молочно-рослинні екстракти із вторинної сировини, які містять

попередники смако-ароматичних речовин: цукри. Молочно-рослинні екстракти із вторинної сировини мають цінність як заміна хімічно чистих цукрів в технології харчових продуктів, зокрема натуральних смако-ароматичних добавок.

3. Отримані гідролізати молочно-рослинних екстрактів, які містять попередники смако-ароматичних речовин: цукри, вільні амінокислоти і низькомолекулярні пептиди.

4. Отримані при тепловій обробці гідролізатів молочно-рослинних екстрактів (реакції Майяра) смако-ароматичні речовини характеризуються смако-ароматичними профілями, як подібний шоколадному і карамельному, подібний м'ясному і бульйонному.

5. Використання мальтодекстрину – як носія-фіксатора смако-ароматичних речовин, дозволить отримати зі стабільними при зберіганні і використанні сенсорними характеристиками смако-ароматичні добавки.

6. Отримані смако-ароматичні добавки належать до групи натуральних, оскільки використовується сировина природнього походження і фізичні процеси обробки.

7. Розроблено рекомендації до зберігання натуральних смако-ароматичних добавок в рідкій і порошкоподібній формі.

8. Розроблено рецептури та технологічні схеми виробництва натуральних смако-ароматичних добавок: «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*» в рідкій і порошкоподібній формі.

9. Натуральні смако-ароматичні добавки в рідкій і порошкоподібній формі рекомендовані до використання в широкому асортименті харчових продуктів, як кондитерські вироби (торти, тістечка, цукерки, холодні десерти тощо), молочні (морозиво, сиркові вироби, кисломолочні напої тощо) і м'ясовмісні продукти (варені ковбаси, паштети тощо), в продуктах швидкого приготування (сухі сніданки, супи, соуси тощо).

10. За калькуляційним листом собівартості повні витрати на виробництво та реалізацію 1 кг натуральних смако-ароматичних добавок «*Chocolate flavor*» становлять: в рідкій формі – 95,0 грн, в порошкоподібній формі – 132,55 грн,

оптова ціна: в рідкій формі – 114,0 грн, в порошкоподібній формі – 159,05 грн, прибуток: в рідкій формі – 19,0 грн, в порошкоподібній формі – 26,51 грн. Роздрібна ціна 1 кг натуральних смако-ароматичних добавок «*Chocolate flavor*» в рідкій формі – 136,80 грн, в порошкоподібній формі – 190,85 грн. Рентабельність виробництва – 20%.

11. За калькуляційним листом собівартості повні витрати на виробництво та реалізацію 1 кг натуральних смако-ароматичних добавок «*Meat flavor*» становлять: в рідкій формі – 94,87 грн, в порошкоподібній формі – 141,15 грн, оптова ціна: в рідкій формі – 113,84 грн, в порошкоподібній формі – 169,34 грн, прибуток: в рідкій формі – 18,97 грн, в порошкоподібній формі – 28,23 грн. Роздрібна ціна 1 кг натуральних смако-ароматичних добавок «*Meat flavor*» в рідкій формі – 136,61 грн, в порошкоподібній формі – 203,26 грн. Рентабельність виробництва – 20%.

12. Розроблені натуральні смако-ароматичні добавки апробовані у виробничих умовах при виробництві сирків солодких (ФОП «О'BEREG» (м. Суми)), варених ковбас (ФОП «Філон А.М.» (м. Суми)).

13. Основні результати та висновки, що містяться в дисертації, впроваджені в навчальний процес і використовуються під час вивчення дисциплін «Технології молока та молочних продуктів», «Технології переробки рослинної сировини», «Хімія смаку, запаху, кольору».

Особистий внесок здобувача полягав у плануванні та проведенні досліджень, опрацюванні, аналізі та узагальненні експериментальних даних, а також оформленні наукових висновків, підготовці основних публікацій за темою дисертаційної роботи, розробці нормативної документації та апробації розроблених технологій.

Обговорення та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником – професором Н.Е. Фроловой.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались на: VI Міжнародній науково-практичній конференції (Київ: Інститут продовольчих ресурсів НААН, 2018 р.); 73-ій

Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю (Київ: НУБіП України, 2019 р.); XI Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів (Могилів: МГУП, 2019 р.); Всеукраїнській студентській науковій конференції, присвяченій міжнародному дню студентів (Суми: СНАУ, 2019 р.); Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference (Харків, 2019 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Харчова хімія. Сучасні методи виробництва продуктів харчування, харчові добавки, пакувальні матеріали» (Львів, ЛПНУ, 2020 р.); IX International scientific and practical internet conference «Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet» (Prague, 2020); IX Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі» (Київ, НУХТ, 2020 р.); X Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі» (Київ: НУХТ, 2021 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв» (Полтава: ПДАУ, 2021 р.); Науковому семінарі (круглий стіл) «New Tendencies and Global Trends In Technologies for Raw Material Storage and Food Production» (м. Полтава, 2021 р.).

Основні матеріали дисертаційної роботи викладені у 21 наукових працях, у тому числі: 5 статей у наукових фахових виданнях України, одна з яких в науковому виданні, яке входить до бази *Web of Science*, 1 патент на винахід України, 5 патентів на корисну модель, 10 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел (216 найменувань) та додатків. Основна частина роботи викладена на 178 сторінках друкованого тексту, містить 31 рисунок та 48 таблиць.

РОЗДІЛ 1 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЯХ НАТУРАЛЬНИХ СМАКО-АРОМАТИЧНИХ ДОБАВОК

1.1 Актуальність розробки натуральних смако-ароматичних добавок

Протягом останнього десятиліття в харчовій промисловості зростає інтерес до натуральних, функціональних продуктів харчування [1]. Поширюються тенденції збільшення в харчових продуктах вмісту харчових волокон, біологічно активних речовин, і відмови від синтетичних харчових добавок, зниження вмісту жиру, солі, цукру, що відчутно змінює смак і аромат готової продукції [2].

На сьогодні в харчовій промисловості все частіше застосовують вдосконалені інноваційні технології виробництва, в результаті яких з одного боку покращується засвоюваність продуктів, їх харчова і біологічна цінність, зменшуються мікробіальне забруднення та подовжується терміни зберігання готової продукції. З іншого боку це призводить до модифікації, послаблення або часткової втрати нативних смакових і ароматичних властивостей харчових продуктів, що негативно впливає на динаміку споживчого попиту [3].

Аналіз інформаційних даних показав, що на сьогодні більшість виробників харчових продуктів відмовляються від штучних харчових добавок. Дана тенденція спостерігається в наслідок того, що в європейських країнах, зокрема і в Україні, на законодавчому рівні забороняється використовувати низку штучних добавок в продуктах харчування [4]. Список заборонених добавок все більше розширюється за рахунок того, що вони відзначаються як небезпечні на основі результатів клінічних досліджень [5].

Науковцями всього світу ведуться пошуки способів виробництва НСАД. Такі дослідження зосереджені на розширенні сировинної бази, стабільності органолептичних та якісних показників добавок, а головне економічно вигідних з точки зору виробництва і використання.

1.2 Технологічні особливості виробництва натуральних смако-ароматичних добавок

До САД, які широко використовуються в харчовій галузі відносяться ароматизатори, речовини, які підкислюють, підсолоджувачі, солоні речовини та різного роду посилювачі та модифікатори смаку і аромату [6].

Харчові добавки, зокрема смако-ароматичні, за походженням поділяються на два класи: 1) натуральні та 2) штучні (синтетичні) [7].

Згідно з Регламентом (ЄС) № 1334/2008, термін «натуральний» можна використовувати для опису САД, лише якщо до складу САД входять смако-ароматичні препарати та/або натуральні САР; у яких смако-ароматичний компонент містить тільки натуральні САР.

До інноваційних способів отримання САР відноситься керований хімічний синтез та біотехнологічний спосіб (із використанням мікроорганізмів або ферментів) [8].

Застосування хімічного синтезу для отримання САР було проривом в розвитку харчових добавок, однак вони не можуть вважатися природними. Синтетичні ароматизатори та смакові добавки відмінні завдяки постійним привабливим сенсорним показникам, вигідному співвідношенню ціни та якості, широкому асортименту та необмеженому постачанню. В технології таких добавок застосовують загальні хімічні (синтетичні) методи та реагенти, які достатньо часто використовуються для перетворення нафтохімічних речовин [9]. Тому хімічні методи можуть часто утворювати токсичні речовини, виділення і контроль яких несе додаткову собі вартість.

Чи мало досліджень [10, 11] вказують на потенційні ризики для здоров'я штучних добавок і вчені продовжують ставити питання щодо доцільності їх використання. Алергічні реакції, психічні розлади, канцерогенність тощо – це список відомих ризиків для здоров'я при вживанні штучних харчових добавок.

Альтернативний шлях отримання безпечних САД ґрунтується на біотехнологічних процесах: на мікробному процесі *de novo* (ферментації) або на біотрансформації відповідних природних попередників з використанням мікробних клітин або ферментів (біокаталіз) [12, 13, 14]. До САД біотехнологічного походження відносяться гідролізати рослинного і тваринного

білків, ферментативно модифіковані сири, дріжджові екстракти та ін.

В більшості випадків біотехнологічні процеси отримання САР нероздільно пов'язані з фізичними методами обробки сировини [6].

Останніми роками спостерігаються швидкі темпи розвитку харчової біотехнології, включаючи нові процеси виробництва САР. У низьких концентраціях застосування ці хімічні речовини не лише надають їжі привабливі органолептичні властивості, але розкривають інші бажані речовини як антиокислювачі, антиоксиданти та інше [15, 16].

Мікроорганізми (бактерії, дріжджі та пліснява) відіграють велику роль при утворенні САР у готових продуктах. Метод утворення САР за участю мікроорганізмів сприймається як належне і не потребує великих зусиль для контролю або покращення сенсорних характеристик продуктів [17]. Завдяки дріжджам утворюються ароматичні та смакові сполуки у напоях, як вино, пиво тощо [18, 19].

Винятковий шоколадний аромат був отриманий при бродінні какао-бобів з комбінованим застосування штамів мікроорганізмів *S.cerevisiae* , *Lactobacillus plantarum* та *Acetobacter pasurianus* [20].

Безліч вироблених САР і добавок отримують з використанням ферментів – білкових каталізаторів. Ферменти одночасно виконують та контролюють хімічні реакції, що відбуваються у всіх живих системах. Є високоселективними в ізольованій або частково очищеній формі для отримання САР з відповідних попередників [21].

В харчовій промисловості широко використовуються САД на білковій основі [22]. Такі добавки мають відмінні ароматичні і смакові властивості, порівняно дешевші і найголовніше є натуральними [23, 24, 25].

Вченими [26] розроблено смако-ароматичний препарат із м'ясним ароматом, на основі гідролізату лляного білка. Іншими науковцями [27] м'ясний ароматизатор із смаженими нотками було отримано на основі горохового білку та гуміарабіку.

При отриманні смакових речовин розкладом білків ключовими молекулами

є пептиди з діапазоном молекулярної маси від 200 до 2000 Дальтон. Одержання коротколанцюгових пептидів в результаті контрольованого гідролізу білків є одним із етапів отримання добавок, таких як соєвий соус [28].

Смак білкових гідролізатів (пептидів) є важливим аспектом при розробці САД. Пептиди можуть мати широкий спектр смакових дескрипторів, таких як солодкий, гіркий, «умамі», кислий або солоний [29, 30]. Окрім наведених смаків, пептиди можуть надавати їжі в'язкості і насиченого смаку [31].

Головним обмежуючим фактором перешкоджання широкому застосуванню пептидів в технологіях харчових продуктах є гіркота [32]. В наукових джерелах літературі наводяться підходи до вирішення цієї складної проблеми [33]. Поширеним є деградація гірких пептидів специфічними екзопептидазами [34, 35].

Актуальності набуває використання вторинної сировини в отриманні САД. Перспективними попередниками САР розглядаються м'яса, шкірка ягід, фруктів та овочів, шкаралупа, відходи морепродуктів та м'яса, відпрацьовані зерна кави та какао-бобові [36].

Зазначено [37, 38], що гідролізати рибних білків, отримані з побічних продуктів риби та морепродуктів з використанням ферментів, можуть бути джерелом смаку і аромату риби.

Побічні продукти виробництва м'яса птиці та яловичі використовуються для отримання САР з апетитними, «умамі» та м'ясистими дескрипторами [39]. Ступінь насиченості та чистоти смаку і аромату можна контролювати дієвою комбінацією ферментів та послідовності їх використання, контролем температури, рН та тривалості процесу гідролізу.

Цінними, з точки зору отримання смакових та ароматичних речовин, є фруктові вижимки. Авторами [40] досягнута біотрансформація яблучних вижимків до складних смакових та ароматичних сумішей з використанням ферментів *Basidiomycetes*.

Какао, кава, вино, пиво чи віскі приваблюють своїми складними та неповторними ароматичними та смаковими профілями, що є результатом спільної взаємодії ферментації та термічної обробки (*in situ*) [41, 42].

Головною умовою при створенні смаку і аромату *in situ* визнано ретельний відбір сировини і контроль ферментативної реакції [43].

Результатом комбінованої ферментативно-термічної реакції є гідроліз білків сої з використанням протеази/пептидази. Отримані вільні амінокислоти цистеїну та тіаміну при наступній висотемпературній обробці вступають у реакцію із редукуючими цукрами. Таким чином утворюються м'ясні смакові та ароматичні профілі подібні до яловичини [44].

Також, термічна обробка сировини чи продуктів харчування, зокрема варіння, запікання, смаження або випічка забезпечує сенсорну палітру. Типовими смаковими і ароматичними дескрипторами термічної обробки є сенсорика смаженої і печеної яловичини чи курки, хлібна скоринка, какао, кава та шоколад, карамель та кленовий сироп тощо. Це є результатом того, що вуглеводи (зокрема, редукуючі цукри), білки, вільні амінокислоти та ліпіди термічно деградують і перетворюються на численні п'яти- і шестичленні гетероциклічні сполуки, що містять кисень, азот і сірку, разом з α -дикетонами та альдегідами [45]. Більш конкретно, аромат і смак, що утворюються при взаємодії редукуючих цукрів та вільних амінокислот, є продуктами реакції Майяра [46]. Характер отриманого аромату і смаку можна контролювати за типом і співвідношенням вхідних амінокислот і цукрів, які нагріваються разом; наприклад, цистеїн та метіонін мають важливе значення для отримання м'ясних ароматизаторів, а пролін відіграє важливу роль у формуванні ароматів хліба та злаків.

Вченими [47] розроблено САД на основі білкового шроту насіння півонії (вторсировина при виробництві олії із насіння півонії) з попереднім гідролізом білкових сполук і наступним термічним обробленням. В результаті отримана добавка з м'ясними, «умами», карамельними і солоними смако-ароматичними характеристиками.

Отже, САД на основі вторинної сировини є натуральними харчовими добавки з перспективою поширення в різних харчових технологіях із отриманням безпечних продуктів у вигляді прийнятному для споживача [48]. Цьому сприятимуть інноваційні технології з раціональними технологічними процесами

переробки сировини, оптимальними режимами, зокрема, підбір ферментів, стабільних при екстремальних рН і температурних умовах тощо.

1.3 Утворення смако-ароматичних речовин за участі ферментів

Значна зацікавленість різних верст суспільства більшості країн світу до природних продуктів спрямувала наукову спільноту до пошуку нових методів природного отримання САР. Вирішенням даної проблеми стало виробництво САД з використанням ферментних препаратів (ФП), що мають ряд переваг перед традиційними хімічними методами отримання САД.

Більшість САД на світовому ринку одержують хімічними способами, які відповідно до Регламенту (ЄС) № 1334/2008, слід позначати як «смако-ароматичні речовини». Менше 5% ринку САД отримують з рослинної чи тваринної сировини й їх можна класифікувати як «натуральні». Аналогічно, при застосуванні ФП в отриманні САР, відповідно до вище вказано регламенту, САД можна також позначати як «натуральний», якщо субстрат, що використовується в технології, має природне походження [49].

Як наслідок, біотехнологічне виробництво САД стало актуальним в останні роки як з боку дослідників, так і компаній-виробників [50].

Нативні САР є головними цілями біотехнологічних підходів виробництва САД. Попередники смаку та аромату (вільні жирні кислоти, амінокислоти, цукри) існують в більшості харчових продуктах у зв'язаних формах, що знижує їх доступність. Традиційно вивільнення попередників смаку і аромату здійснюється гідролітичним розщепленням основних біологічних речовин (білків, жирів, вуглеводів), за участі ферментів [51].

В залежності від виду органічної сировини, що переробляється, використовують ферменти рослинного, мікробного і тваринного походження.

Рослинні ферменти специфічні відносно своїх природних субстратів, що визначає високу ефективність їх дії на рослинну сировину. У мікробному світі можна знайти продуцента майже всіх ферментів, що приймають участь в кругообігу органічних речовин. Це пояснює широке застосування мікробних ферментів в харчовій промисловості і кормовиробництві. З тваринної сировини

отримують обмежений асортимент ФП які, як дорожчі, застосовуються рідше за мікробних [53]. У табл. 1.1 наведено кілька прикладів застосування ФП.

Ферменти, що каталізують розпад білків, об'єднані в підклас пептидгідролаз (протеази). Протеази поділяють на ендо- і екзопептидази. Ендопептидази можуть гідролізувати глибинні пептидні зв'язки і розщеплювати молекулу білку на дрібніші фрагменти; екзопептидази не можуть гідролізувати пептидні зв'язки, що знаходяться в середині ланцюга, і діють або з карбоксильного, або з амінного кінця ланцюга, відщеплюючи послідовно одну за іншою кінцеві амінокислоти [54, 55].

Таблиця 1.1

Ферментні препарати з областями їх використання в харчовій промисловості [52]

Загальна назва	Джерело отримання	Сфера використання, субстрат і продукти реакцій	Діапазон оптимуму	
			pH	t, °C
Ліпаза	Підшлункові залози тварин, насіння рослин, мікроорганізми (<i>Candida lipolytica</i>)	Гідроліз жирів і олій. Розщеплення тригліцеридів	4,7 – 5,0; 7,8 – 8,0	30 – 65
Лактаза (β-галактозίδαза)	<i>A.oryzae</i> , <i>A.niger</i> , <i>E.coli</i> , <i>Lactobacillus</i>	Каталізує реакцію гідролітичного відщеплення нередукуючих залишків β-D-галактози в β-галактозидах, зокрема, в молочному цукрі – лактоза	6,7 – 7,0	28 – 32
Папаїн	Папайя або динне дерево	Гідроліз тваринних і рослинних білків з отриманням амінокислот і пептидів (розщеплення білкового субстрату відбувається переважно за амінокислотним залишком цистеїн)	5,0 – 8,0	40 – 60
Пепсин	Шлунок свиней	Гідроліз білків (розрив пептидних зв'язків, утворені аміними групами ароматичних амінокислот (тироzinу і феніланіну)), утворює пептиди та вільні амінокислоти	1,0 – 4,0	40 – 50
Алкалаза (Субтилізін)	<i>Bacillus licheniformis</i>	Гідроліз білків різного походження (розщеплення білкового субстрату відбувається переважно за амінокислотним залишкам феніланіну, триптофан, тирозин, глютамінова кислота, метіонін, лейцин, аланін, серин, лізин), утворення вільних амінокислот	6,0 – 10,0	55 – 70

Жодні ферменти не можуть повністю гідролізувати білок. Протеази мають специфіку щодо певних амінокислот, що утворюють пептидний зв'язок. Це залежить від специфічної дії протеази: від тих, що діють лише на одній ділянці

ланцюга і відокремлюють лише одну амінокислоту, до тих, які діють на декількох ділянках (протеази «широкого спектру»), які відокремлюють до 10 різних амінокислот одночасно [56, 57]. Більшість наявних у продажу ФП мають середню та широку специфічність.

ФП повинні задовольняти вимоги, що пред'являються конкретними технологіями не лише за типом каталізованої реакції, але й відносних умов їх дії: рН, температура, стабільності, присутності активаторів і інгібіторів [58].

За літературними джерелами [6, 59], використання ферментів дозволяє отримувати САР з природної сировини рослинного та тваринного походження, які є порівно безпечними ніж інші відомі способи. Так, кислотний гідроліз рослинних білків (зокрема соєвого білка) за використання концентрованої соляної кислоти при високих температурах супроводжується утворенням токсичних дихлорпропанолів. В свою чергу, використання ФП за м'яких умов гідролізу дозволяє отримувати безпечні речовини [60].

Під час гідролізу білка можливе утворення гірких пептидів, що залежить від типу білка та ферменту. Дослідження показують, що існує кореляція між гіркими пептидами та довжиною ланцюга амінокислот, наявність N- та C-кінців [61]. Правильний вибір ферменту може зменшити небажане формування смаку під час гідролізу білка.

Вченими [62] доведено, що отриманий гідролізат білка за участю протеази D3 (очищеного ферменту з пророщених соєвих котиледонів) має значно гіркіший смак ніж гідролізати субтилізіна, пепсину, трипсину та термолізіну. Припускається, що при застосуванні протеази D3, більшість гідрофобних амінокислотних залишків у гідролізаті розташовуються не на кінцях пептидів, як це може статися при застосуванні пепсину.

Soichi та ін. [63] встановили, що кожен з гірких пептидів, виділених з гідролізатів білка сої, мав кінцевий залишок лейцину, але, коли застосовували карбоксипептидазу, яка деградує C-кінцеві структури, гіркий аромат помітно зменшувався.

Wroblewska та ін. [64] вивчали вплив різних ферментів (алкалаза, папаїн та

пепсин) та їх концентрації на сенсорну прийнятність пептидів білкових гідролізатів. Вчені встановили, що гідроліз з використанням ФП алкалази, а потім папаїну забезпечує нижчу інтенсивність гіркого смаку та вищий ступінь загального сприйняття.

В той же час, гіркі пептиди можуть бути бажаними, як, наприклад, у виробництві сиру. Під час виготовлення та дозрівання сирів поетапний протеоліз, як правило, вважається необхідною умовою для розвитку аромату сирів, таких як Камамбер або Брі [65].

Також, використання ферментів в сировиробництві дозволяє прискорити природні процеси утворення натурального аромату і смаку готових продуктів, не втручаючись в інші процеси і не змінюючи основних властивостей продукту. Наприклад, термін утворення характерного аромату і смаку в дозрілому твердому сирі може коливатись від 3 до 8 місяців, а в деяких випадках і більше. Тому для прискорення даного процесу і для формування типових нот зрілого витриманого сиру, до рецептури можливе додавання ліпази або збільшення її концентрації [66].

Протеолітичні ферменти можуть сприяти вилученню САР із оболонок рибних відходів. Відомий спосіб [67] вилучення аромату і смаку креветок з використанням Corolase N, протеази від *Aspergillus oryzae*. Отримана добавка використовується для ароматизації продукції на основі сурімі та чіпсових креветок.

Вченими [68] досліджено ферментну обробку побічних продуктів переробки раків для отримання смако-ароматичних концентратів.

В технологіях соків/концентратів утворюється велика кількість шкірок, які є відходами. При цьому мають широкий спектр корисних речовин, в тому числі есенціальних, що підвищує їх додану вартість [69]. З шкірки цитрусових отримують ефірну олію. Традиційними технологіями [70] кількість олії є значно меншою ніж за попереднім ферментативним обробленням.

Зауважимо, що значних температурний вплив на сировини, в тому числі фруктів та овочів спричиняє денатурацію ендогенних ферментів, відповідних за утворення САР. Згідно даних [71], додатковий аромат і смак буде розвиватися

додаванням втрачених ферментів. Однак механізми розвитку САР повинні бути з'ясовані, перш ніж такий підхід буде застосований.

1.4 Реакція Майяра як один із етапів створення смако-ароматичних речовин

Відомі способи отримання САД шляхом теплового оброблення суміші інгредієнтів, що самі по собі не обов'язково мають смако-ароматичні властивості, з яких принаймні один містить аміно азот, а інший є редукуючий цукор. Це так звані «термічно технологічні смако-ароматичні добавки» [72] (ТТСАД), отримані за технологією реакції Майяра.

Реакція Майяра (або меланоїдиноутворення або цукрово-амінна реакція) – це набір взаємопов'язаних хімічних перетворень з утворенням речовин різної природи. Суміш утворених речовин надає смаку і аромату каві, шоколаду, смаженому м'ясі та випічці, пряженому молоці і іншим продуктам. Також речовини реакції Майяра можуть бути з неприємним ароматом, виступати як антиоксиданти, проявляти отрутні властивості [73].

Відповідно до Регламенту (ЄС) № 1334/2008, до ТТСАД не може бути застосований термін «натуральні», оскільки при виробництві часто застосовуються синтетичні речовини. Згідно з Регламентом (ЄС) № 1334/2008, термін «натуральний» можна використовувати для опису САД, лише якщо до складу САД входять смако-ароматичні препарати та/або натуральні смако-ароматичні речовини; у яких смако-ароматичний компонент містить тільки натуральні смако-ароматичні речовини. Але відповідно до рекомендацій IOFI [74], ТТСАД відповідають «натуральним».

Відомі технології ароматизаторів і САД, що ґрунтують на реакції Майяра, описують отримання м'ясних ароматизаторів в модельних реакційних системах: цистеїн та/або тіамін і рибоза [75, 76, 77]. При взаємодії цистеїну, метіоніну і рибози отримано ароматизатор із запахом подібному вареній і смаженій яловичині [78].

У роботах [79, 80] увага приділяється поєднанню амінокислот і редукуючих цукрів при термічній обробці і охарактеризовано утворені САР. Зокрема,

карамельні аромати і смаки утворюються при поєднанні проліну або серину з дисахаридом (мальтозою або лактозою); аромат попкорну – при взаємодії проліну з глюкозою або фруктозою. Шоколадні аромати утворюють лейцин або треонін з глюкозою; фруктові нотки отримуються при поєднанні фенілаланіну з глюкозою або фруктозою.

Хід реакцій Майяра залежить від багатьох факторів [73, 81, 82]: температури, вологості, рН середовища, концентрації реагуючих компонентів, присутності кисню та ін. Регулювання всіх цих факторів є одним із засобів її контролю. Унікальна комбінація керуючих факторів призводить до нового результату.

Згідно даних [81, 82, 83], початкова стадія реакції Майяра забезпечує конденсацію карбонільної групи редукуючого цукру з вільною аміногрупою білка або амінокислоти. При цьому утворюються не стабільні речовини (альдегідамін, основи Шиффа, глюкозиламін (або фруктозималін)), з подальшим утворенням стійких сполук Амадорі (або Хейнса). Речовини початкової стадії не змінюють колір, смак або запах. Відбувається значне зменшення кількості вільних амінокислот. На другій (проміжній) стадії відбувається зневоднення і фрагментація цукрів, деградація Штрекера (розпад амінокислот). В результаті зазначених реакцій утворюються речовини, леткі ароматичні сполуки (альдегіди, піразини, піридини), які володіють смаковими і ароматичними характеристиками. Також, утворені проміжні продукти реакції Майяра дають перші ознаки зміни кольору. При заключній стадії реакції відбувається конденсація проміжних продуктів реакції із утворенням меланоїдинів, які формують потемніння сумішей (від темно-коричневого до чорного). В той же час, відбувається зміна смакових і ароматичних характеристик попередньо утворених (проміжних) речовин, вони стають інтенсивнішими або змінюються в гірший бік – з'являються неприємні смаки і аромати, як горілі, гіркі, затхлі тощо.

Отже, у формуванні аромату, смаку і кольору готового продукту беруть участь сполуки різного походження, зокрема карбонільні сполуки (фурфурол, оксиметилфурфурол, ацетальдегід, ізовалер'яновий альдегід, діацетил та ін.), що

утворюються під час реакції Майяра [84].

При багатостадійній технології САД на білковій основі рослинного чи тваринного походження, утворення САР протікають дві стадії [85]. На першій стадії ферменти (фруктові, плісняві або бактеріальні протеази) здійснюють розщеплення пептидних зв'язків білків. При цьому утворюється суміш вільних амінокислот, низькомолекулярних олігопептидів і високомолекулярних фрагментів білка. На другій стадії амінокислоти і редукуючий цукор, що містяться у вихідній сировині, утворюють продукти реакції Майяра, які значно посилюють основний натуральний смак і аромат.

Відомо, що в реакції Майяра реакційноздатні лише редукуючі цукри, і альдози більш активні з амінокислотами ніж кетози [83]. Змінюючи тип цукру, який вступає в реакцію з амінокислотою можна отримувати нові САР. Найбільш активні редукуючі цукри (альдози) реагують з амінокислотами, питома вага аміногруп в яких найбільш висока. В ході реакції відбувається глибокий розпад як цукру, так і амінокислоти [83].

Активність редукуючих цукрів в реакції Майяра знижується наступним чином [83]: D-ксилоза > L-арабіноза > D-галактоза > D-маноза > D-глюкоза > D-фруктоза > мальтоза > гексози > лактоза. Активність амінокислот в реакції Майяра знижується наступним чином: лізин > гліцин > метіонін > аланін > валін > глютамін > фенілаланін > цистін > тирозин.

У роботі [86] зазначено, що при поєднанні цистеїну і глюкози утворюються аромати, які описуються як «бісквітні» та «горіхові», при зміні цукру на ксилозу утворюються характерні «м'ясні» аромати і смаки.

Автори іншої роботи [87] стверджують, що тип цукру має не значний вплив на сенсорні характеристики. Розбіжність окремих результатів досліджень підкреслює складність моделювання реакції Майяра при отриманні необхідного аромату і смаку.

Одночасно із утворенням бажаних смако-ароматичних характеристик, реакція Майяра призводить до втрати продуктом харчової цінності. Це відбувається через сполучення білків, вітамінів, амінокислот в комплексні

сполуки. Чим вищою є інтенсивність утворення коричневого забарвлення, тим нижчою є харчова цінність продуктів. В результаті чого втрачається 20...50 % вільних амінокислот. Зі збільшенням температури і тривалості нагрівання ці втрати зростають.

Враховуючи вище вказане, основним завданням отримання НСАД на основі реакції Майяра є підбір оптимальних параметрів реакції з одночасним збереженням харчової і біологічної цінності.

1.5 Вторинна сировина в технологіях смако-ароматичних добавок

Сучасні розробки технологій харчових продуктів, зокрема і харчових добавок спрямовуються на безвідходному виробництві і максимальному використанні величезних обсягів органічних відходів, які відіграють важливу роль в економіці й стані навколишнього середовища.

Згідно даних Продовольчої та сільськогосподарської організації (FAO) [88] харчова промисловість щорічно отримує близько 1,3 млрд тон в рік відходів.

Згідно даних Інституту світових ресурсів (WRI) [89], багатотоннажні відходи отримується при переробці зернових, коренеплодів, фруктів та овочів, молочної сировини, меншу частку займають відходи м'яса та риби.

Такі відходи є цінною сировиною для інших виробництв, оскільки є джерелом білку, вуглеводів, вітамінів, та інших біологічно важливих компонентів.

До перспективи використання вторинної сировини також відноситься принцип раціонального використання сировини; збільшення обсягів виробництва та асортименту продукції; зниження собівартості продукції, а отже підвищення економічної ефективності виробництва продукції; зменшення забруднення навколишнього середовища виробничими відходами.

В технології НСАД значне місце посідає використання вторинної сировини харчової промисловості [90, 91]. Розроблені технології таких добавок включають взаємодію між вільними амінокислотами та/або пептидами та редукуючими цукрами, які становлять смако-ароматичну основу. Сировиною в таких випадках можуть слугувати відходи при виробництві молочної продукції (сироватка, маслянка), м'ясних та рибних виробів (шкіра, кістки тощо), рослинної олії

(макуха, шрот) та переробці коренеплодів, овочів, фруктів, ягід (качани кукурудзи, вичавки, кісточки, тощо).

1.5.1 Молочна сироватка як джерело попередників смако-ароматичних речовин

Молочна сироватка (МС) – це природній побічний продукт, одержаний в результаті відділення від молока білково-жирової фракції [92].

Органолептичні показники, хімічний склад і фізико-хімічні властивості МС залежать від виду продукту, який виготовляється, масової частки жиру у сировині і готовому продукті. МС поділяють на види залежно від молочного продукту, який виробляється. Так при виробництві твердих сичужних сирів отримують підсирну сироватку (ПС), кисломолочних сирів – сирну сироватку (СС). Також існує казеїнова сироватка та ультрафільтрат, отримані при виробництві казеїну і ультрафільтрації молока, відповідно.

За органолептичними показниками МС однорідна рідина зеленуватого кольору із незначним білковим осадом, без сторонніх домішок. Смак і запах чистий, притаманний МС, для сирної і казеїнової – кислуватий, для солоної підсирної – від солонуватого до солоного, без сторонніх присмаків і запахів [93].

У працях [94, 95] зазначається, що запах, смак і аромат МС і одержуваних з неї продуктів обумовлюють різні групи хімічних сполук, що утворюються в результаті перетворень вуглеводів, амінокислот і ліпідів молока при технологічній обробці і зберіганні.

На думку Е. І. Мельникової специфічний смак і запах МС зумовлений комплексом різних за хімічною природою речовин, які утворюються, головним чином, в результаті дії ферментних препаратів на складові молока при виробництві сиру. Таке припущення підтверджується відсутністю специфічного запаху сироватки, отриманої прямим підкисленням молока [96]. Таким чином, можливими попередниками ідентифікованих ароматичних речовин в МС є амінокислоти, ліпіди і лактоза. Хімічні реакції їх перетворення в жирні кислоти, спирти, альдегіди і кетони можуть бути різними.

Середній хімічний склад різних видів МС представлений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Характеристика хімічного складу різних видів молочної сироватки [97]

Показник	Сироватка молочна			
	підсирна	сирна	казеїнова	ультрафільтат
Масова частка сухих речовин, %	4,5...7,2	4,2...7,4	4,2...7,4	5,2...5,8
лактози	3,9...4,9	3,2...5,1	3,5...5,2	4,2...4,8
азотистих сполук	0,5...1,1	0,5...1,4	0,5...1,5	0,18...0,22
мінеральних речовин	0,3...0,8	0,5...0,8	0,3...0,9	0,5...0,8
молочного жиру	0,05...0,5	0,05...0,4	0,02...0,1	0,0

Аналізуючи наведені дані в табл. 1.2, можна відмітити те, що серед хімічних сполук МС наявні попередники САР, які представлені білками, ліпідами, вуглеводами. А також містяться речовини, що можуть активувати процеси, пов'язані з утворенням аромату і смаку, це є мінеральні речовини, вітаміни, ферменти.

Одним із найбільш цінних компонентів МС є білкові речовини. Вміст їх у сироватці складає 0,6...0,8 %. Найменшою частиною білків сироватки, близько 10 %, є залишки казеїну – γ -фракція, яка не згортається сичужним ферментом. А понад 90 % – група сироваткових білків: β -лактоглобулін, α -лактальбумін, імуноглобуліни, альбумін сироватки крові, протеозо-пептони, лактоферін, ферменти та інші мінорні білки [98, 99]. Сироваткові білки багаті дефіцитними незамінними амінокислотами (лізин, триптофан, метіонін, треонін).

β -лактоглобулін являється одним з найбільш значимим сироватковим білком [100]. Молекула його складається з 162 амінокислотних залишків і має молекулярну масу близько 18 300. Білок β -лактоглобулін включає два дисульфідних зв'язки, що з'єднують залишки цистеїну в положеннях 66 і 160 і 106 і 119 (або 106 і 121) і одну вільну дисульфідну групу у залишку цистеїну в положенні 121 (або 119). Вільна сульфгідрильна (тіольна група) при рН нижче 7 розташовується всередині згорнутого поліпептидного ланцюга, але виходить назовні при рН вище 7 або при тепловій денатурації [101].

Другим білком сироватки за кількісним співвідношенням є α -лактоальбумін [102]. Це компактний глобулярний білок, який характеризується найменшими

розмірами в порівнянні з іншими сироватковими білками. α -лактоальбумін має три генетичних варіанти. Цей білок багатий на лізин, лейцин, треонін, триптофан і цистеїн. Молекула білка містить чотири дисульфідні зв'язки, що з'єднують залишки цистеїну в положеннях 6 і 120, 28 і 111, 61 і 77 і 73 і 91 відповідно [103].

Альбумін сироватки крові – великий глобулярний білок з молекулярною масою близько 66 000 [104]. Поліпептидний ланцюг його складається з 582 амінокислотних залишків, містить 17 внутрішньомолекулярних дисульфідних зв'язків і тільки одну вільну сульфгідрильну групу [105].

Імуноглобуліни відносяться до глікопротеїдів – до складних ланцюгів пептидів з'єднаних із олігосахаридими. Останні представлені залишками гексоз, гексозамінів і сіалової кислоти. Вторинна структура імуноглобулінів представлена головним чином антипаралельною β -складчастою структурою, яка чергується з α -спіраллю і утворює структурні домени з молекулярної масою близько 125 001 [106].

До групи мінорних білків відносять β_2 -мікроглобулін, лактоферин, трансферин, церулоплазмін і протеоз-пептони [99].

У нативній сироватці міститься 0,05...0,5 % молочного жиру, який відрізняється більш високим ступенем дисперсності жирової емульсії [97]. Крім молочного жиру присутні і інші фракції ліпідів молока, в т.ч. фосфатиди (лецитин, кефалін, сфінгомієлін) і стерини (холестерин, ергостерин) [107].

Вуглеводи сироватки представлені, головним чином, лактозою, яка займає найбільшу частку сухих речовин сироватки (до 68%). Сорбційні властивості лактози, а саме здатність поглинати ароматичні речовини (АР) значно вище, ніж у інших вуглеводів. Також сироватка характеризується меншою солодкістю, в 6 разів менше ніж сахароза [108].

Помірні температурні режими несуттєво впливають на лактозу. Але тривале високотемпературне оброблення призводить до ізомеризації її в лактулозу. Процес протікає наступним чином: при нагріванні водних розчинів лактози до температури 100 °C і більше відбувається трансформація глюкози у фруктозу (перегрупування Амадорі) і утворюється лактулоза, яка представляє собою 4-О-

(β -Д-галакто-піранозидо)- β -фруктофуранозу [109].

Також при високих температурах лактоза взаємодія з амінокислотами. Реакція Майяра за участі лактози протікає у кілька стадій [110]. Спочатку альдегідна група лактози реагує з аміногрупою лізину з утворенням лактозолізину, який далі перетворюється на лактулозолізін. Останній розпадається на фруктозолізін і галактозу (або її ізомер тагатозу). На другій стадії фруктозолізін утворює різні проміжні сполуки – альдегіди і кетони (оцтовий альдегід, гліцеральдегід, бензальдегід, фурфурол, оксиметілфурфурол, ацетон, діацетил та ін.), кислоти (піровиноградна, леволинова, оцтова, мурашина, молочна), лактони та ін. На третій стадії, яка ще до кінця не вивчена, відбуваються реакції полімеризації і конденсації карбонільних сполук. В результаті утворюється суміш азотовмісних циклічних сполук різної молекулярної маси, нерозчинних у воді, забарвлених у коричневий колір.

Ферментативний гідроліз лактози проходить у м'яких умовах (30...50 °С, рН 4...4,5), каталізує процес фермент β -галактозидаза (лактаза), який отримують шляхом мікробного синтезу із дріжджів і мікроскопічних грибів. Продукти гідролізу лактози мають більш солодкий смак [111]. При гідролізі лактози утворюють різноманітні сполуки: молочна, оцтова, мурашина, пропіонова, янтарна та інші кислоти, спирти, ароматичні сполуки тощо.

У сироватці молочній представлено понад 30 різних макро-, мікро- та ультрамікроелементів. Вміст мінеральних речовин сироватки залежить від вмісту мінеральних речовин у молоці, солей, які вводять при виробництві основного продукту, а також сполук, що можуть переходити з обладнання [97].

У молочну сироватку переходять всі водорозчинні вітаміни, що містяться в молоці. А також в МС вищий вміст вітаміноподібних речовин, що обумовлено життєдіяльністю молочнокислих бактерій [112].

Органічні кислоти у МС представлені молочною, пропіоною, мурашиною, оцтовою, лимонною та ін. Усі органічні кислоти за винятком лимонною є продуктами життєдіяльності мікроорганізмів, які розвиваються у молоці або безпосередньо в сироватці. Основною органічною кислотою є молочна

кислота (1,24 %), якої близько 80 % знаходиться у зв'язаному стані [97].

Таким чином, аналіз інформаційних джерел показує, що окрім біологічної та харчової цінності, МС є також джерелом хімічних сполук, які можуть слугувати попередниками аромату.

1.5.2 Рослинні відходи харчової промисловості як цукорвмісна сировина

Альтернативні способи утворення САР протікають за участі реакції Майяра. Необхідною умовою реакції є присутність цукрів. Ксилоза, арабіноза, галактоза, маноза, глюкоза, фруктоза, мальтоза та інші в нативному вигляді входять до складу багатьох рослин і ягід, фруктів, овочів, горіхів, насіння і навіть кори чи шкарлупи. Саме тому, в якості технологічного компоненту при виготовленні НСАД перспективним вважається застосування натуральної сировини рослинного походження.

Галузь переробки рослинної сировини щорічно генерує великий обсяг різноманітних відходів та залишків [113]. Побічні продукти, що виникають при переробці рослинної сировини, в основному складаються з спресованих залишків (макухи), насіння, шкірок, стебел, м'якоті і лушпиння [114]. Рослинні відходи поділяються на первинні, тобто ті, що утворюються безпосередньо при збиранні врожаю, і вторинні – такі, що генеруються при обробці сировини (врожаю) на підприємствах.

Традиційними способами утилізації рослинних відходів є використанням їх як альтернативне паливо, добриво або додаванням до складу кормів для тварин. Для багатьох підприємств легше і дешевше утилізувати побічні продукти, ніж впроваджувати процеси їх переробки [115].

Одночасно, переробка вторинної рослинної сировини не тільки є економічно вигідним способом, як дешевої (іноді безкоштовної) сировини, а також забезпечує вирішення екологічної проблеми – недопущення потрапляння відходів до навколишнього середовища.

Численні дослідження [116, 117] показують, що рослинні побічні продукти багаті клітковиною, крохмалем, вітамінами, мінеральними речовинами,

фенольними сполуками, моносахаридами, головним чином глюкозою, фруктозою, ксилозою тощо, тоді як поживні речовини (білки, жири) знаходяться в невеликих кількостях.

Враховуючи вище вказане, було проведено інформаційний аналіз наукових досліджень переробки різних побічних продуктів рослинного походження для оцінювання потенціалу застосувань в харчовій промисловості, зокрема у технології виробництва САД.

Зернові культури є найбільш широко вирощуваними культурами у всьому світі: зернові злаки споживаються повсюдно і вважаються одним із найважливіших джерел білків, вуглеводів, вітамінів, мінералів та волокон [118]. При їх переробці утворюються відходи у вигляді первинних відходів, таких як солома, стебла, стрижні, кошики, тощо, і вторинних відходів, як лушпиння і лушпайки зерен і тому подібне.

Зернові висівки є одним з основних побічних продуктів рослинництва, і їх використання в якості сировини представляє інтерес. Клітинні стінки злаків, таких як пшениці, кукурудзи та рису, містять велику кількість ферулової кислоти (тобто найважливіший попередник для вироблення біотехнічного ароматизатора – ваніліну) [119]. Вуглеводи зернових висівок представлені глюкозою (0,015-0,09%), фруктозою (0,012-0,07%), сахарозою (0,16-0,95%), мальтоза (0,01-0,06%), крохмалем (4,21-25,0%) [120].

Кукурудзяні висівки – це побічний продукт переробки кукурудзяного зерна, що складається із зовнішнього ядра. Їх можна визначити як гетерогенний комплекс вуглеводних полімерів та лігніну. В основному використовується у годівлі тварин. Проте, кукурудзяне волокно потенційно може бути використане для отримання попередників САР [121].

В оболонках зерна, висівках, лушпинні різного насіння (бавовнику, соняшнику), стрижнях кукурудзяних качанів у значних кількостях містяться пентозани. Ксилоза має промислове значення в кондитерській промисловості [122]. Її зараз одержують шляхом гідролізу пентозанів, до складу яких вона входить, зокрема шляхом кислотного гідролізу лушпиння бавовняного насіння

або кукурудзяних качанів.

Ще один важливий побічний продукт кукурудзяної промисловості — кукурудзяні качани: на кожні 100 кг зерна кукурудзи виробляється приблизно 18 кг кукурудзяних качанів. Велика кількість таких лігноцелюлозних відходів залишається невикористаною або частково використовується для корму тварин [123].

Кукурудзяні качани становлять найбільшу частку відходів при переробці кукурудзи, до 40...50% [124]. Згідно з іншими даними [125], залишки цукрової кукурудзи становлять 60-70% врожаю цукрової кукурудзи і складаються з качанів, викинутих зерен, листя лушпиння та деяких стебел. Враховуючи даний факт, актуальним є привертання уваги до пошуку способів переробки даної сировини.

В різноманітних дослідження [126, 127, 128] представлено способи переробки кукурудзяних качанів і використання їх як абсорбенту, виробництва біоетанолу та біовугілля, а також ксилоолігосахариду. Проте дослідження, щодо використання кукурудзяних качанів в харчових продуктах обмежені.

Авторами робіт [129, 130], було проведено аналіз складу цукрових кукурудзяних качанів. Вчені встановили, що кукурудзяні качани складається в основному з целюлози та геміцелюлози.

Відповідно даних [131], геміцелюлоза — це полісахарид, який відрізняються від целюлози тим, що містять у своєму складі кілька видів цукрових одиниць (D-ксилозу, D-манозу, D-глюкозу, L-арабінозу тощо). Вони являють собою розгалужені полімери (аморфні) і коротші ланцюги (ступінь полімеризації до 200 одиниць цукру) порівняно з целюлозою. Моносахариди, які утворюють структури геміцелюлоз, складаються з цукрів, як глюкоза, маноза та галактоза, арабіноза та ксилоза, а також можуть забезпечувати різну кількість уронових кислот та дезоксигексоз в деяких видах овочів.

Згідно з даними [132, 133, 134], кукурудзяні качани багаті на геміцелюлозу (понад 41%), целюлозу (до 40%), лігнін (близько 5%), протеїн (в діапазоні 2,5...3,0%), крохмаль (2,0...2,1%), водорозчинні вуглеводи (1,0...10,0%) і ліпіди

(0,5...1,0%).

В роботі [135] було досліджено хімічний склад кукурудзяних качанів і обґрунтування їх використання для збагачення кормових добавок. Встановлено, що кукурудзяні качани мають низький показник вологості ($6,00 \pm 0,14\%$) і зольність ($2,49 \pm 0,01\%$), вміст ліпідів складає $4,72 \pm 0,07\%$. Показано, що кукурудзяні качани мають високі значення вмісту клітковини (понад 33%) і вуглеводів ($48,56 \pm 0,14\%$).

В роботі [136] доведено, що кукурудзяні качани є потенційним джерелом природних антиоксидантів, які можуть бути корисними для запобігання окисленню рослинних олій.

Пивна дробина є одним з основних відходів пивоварної галузі. За змістом таких некрохмалистих полісахаридів, як целюлоза, геміцелюлоза і лігнін, пивна дробина значно перевершує пшеничні висівки, що дає хороші передумови для її використання при виробництві хлібобулочних виробів для лікувально-профілактичного та дієтичного харчування [137] в якості джерела харчових волокон.

Вміщені в пивній дробині пентозани і геміцелюлоза, зокрема ксилан і арабоксилан, можуть служити джерелом для отримання харчової добавки – ксиліту, широко застосовується в харчовій промисловості в якості підсолоджувача, вологоутримуючого агента, емульгатора та стабілізатора [138].

Цінним побічним продуктом цукрового виробництва є меляса. Патока (меляса) – продукт переробки буряка, отриманий після видалення з розчину кристалізованого цукру. Меляса містить близько 50% сахарози [139, 140, 141, 142].

Серед органічних відходів при переробці рослинної сировини значне місце займають вижимки із яблук і груш, відходи від переробки томатів, моркви, зеленого горошку, гарбуза, які можуть бути з успіхом повторно перероблені [143].

Результати досліджень хімічного складу окремих ягідних вичавків представили, що вуглеводи в основному складаються із моносахаридів – фруктози і глюкози. Їх концентрація в сировині становить до 2,6% в вичавках журавлини,

до 4,7% у вичавках смородини. Також досить високим вмістом цукрів відрізняються вичавки чорниці – до 4,3%, і горобини – до 4,1% [144].

Виноградні вичавки (вижимки) – залишок, який утворюється при виноградопереробці (20...30% від вхідної виноградної сировини). Складаються із стебел, шкурок та насіння виноградних ягід [145].

При виноградопереробці утворюються солодкі (незброджені) і кислі (зброджені). Свіжі солодкі вичавки отримують при пресуванні свіжого винограду (наприклад, при виробництві соків). Кислі вичавки є побічним продуктом виноробства, тобто при бродінні виноградної сировини [146].

Хімічний склад солодких вичавок характеризуються більшим вмістом біологічно цінних компонентів в порівнянні із кислими вичавками. Це пояснюється тим, що при бродінні відбувається ферментативний гідроліз і перехід до соку (вина) таких компонентів як ліпіди, білки, вуглеводів (цукрів) тощо [147].

Хімічний склад виноградних вичавків аналогічний складу винограду. Містять ліпіди (до 9% від вмісту сухих речовин), білки (до 15% від вмісту сухих речовин), вуглеводи (20...40% від вмісту сухих речовин), фенольні сполуки (6...8% від вмісту сухих речовин), також присутні органічні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини [148, 149].

Висока вологість свіжих виноградних вичавків (48–55)% зумовлює основну проблему їх комплексної переробки, оскільки при тривалому зберіганні в них починають розвиватися стороння мікрофлора. Виноградні вичавки починають псуватися через 2–3 дні при температурі не більше 15°C, при високих температурах понад 20°C термін зберігання скорочується до 8 – 12 годин [150].

В роботі [151] представлено способи зберігання виноградних вичавок. Автором встановлено, що при сушінні і наступному зберіганні виноградних вичавок харчова і біологічна цінність не зменшується в порівнянні із свіжою сировиною та іншими способами обробки.

Вичавки з червоних сортів винограду вже давно використовуються для відновлення антоціанів, які затверджені як харчові барвники [152]. Зростає

інтерес також до цукрового складу та харчових волокон, які містять виноградні вижимки [153]. Відповідно до цього, для переробки виноградних вичавок, їх доцільно попередньо висушувати при параметрах, які забезпечують зберігання біологічно-активних речовин сировини.

Відповідно до даних [154], виноградні вичавки містять високий вміст вуглеводів (до 40,53 г/100г), із значним вмістом розчинних цукрів глюкози і фруктози (до 26,34 і 8,91 г/100г відповідно), що дозволяє використовувати їх для посилення солодкого смаку в харчових продуктах.

Висновки до розділу 1

1. Аналітичний огляд існуючих технологій харчових добавок дозволив визначити перспективи розвитку ринку НСАД. Розглянуто технології САД для поліпшення сенсорних характеристик продуктів. Отримання НСАД є досить складною багатадійною технологією, із застосуванням специфічних дороговартісних реагентів і обладнання. Такі технології включають утворення САР способом гідролізу хімічних сполук сировини, вилучення/відокремлення цільових компонентів екстракцією, ультрафільтрацією тощо.

2. Аналіз теоретичних аспектів утворення САР засвідчив актуальність пошуку нових підходів вдосконалення існуючих технологічних процесів САД із природної сировини.

3. Проаналізовано особливості технологій САД із залученням ФП. Доведена доцільність використання ФП як способу отримання цільових компонентів, які є попередниками САР – амінокислоти, низькомолекулярні пептиди тощо.

4. Розглянуто технології САД, які ґрунтуються на принципах реакції Майяра. Висвітлено складність даної реакції в багатокомпонентних модельних системах. Доведено доцільність розробки САД із застосуванням реакції Майяра – як САД «нового покоління».

5. Опрацьовано перспективи використання в технологіях САД вторинної сировини, як сировини багатой на попередники САР (білки, редукуючі цукри).

РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ, ПРЕДМЕТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма та етапи експериментальних досліджень

Основні напрямки досліджень, послідовність їх вирішення та взаємозв'язок етапів рішення, завдання розробки НСАД із вторинної сировини, відображено в структурній програмі, представлений на рис. 2.1.

Перший етап роботи присвячений теоретичному аналізу літературних та патентних джерел щодо тенденцій розвитку галузі НСАД, класифікації та технологічних особливостей НСАД. Визначено перспективи виробництва НСАД на основі реакції Майяра. Здійснено аналіз хімічного складу МС. Теоретично обґрунтовано використання МС в складі НСАД, як білоквмісної сировини, а також використання вторинної рослинної сировини в якості джерела цукрів в технології НСАД.

На основі літературного аналізу вибрано об'єкт і предмети дослідження, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено конкретні напрямки і послідовність етапів досліджень.

Другий етап досліджень передбачає наукове обґрунтування технологічних параметрів одержання натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

Вивчено фізико-хімічні і технологічні показники МС, хімічний склад рослинної сировини: ВВ і КК, на основі результатів обґрунтовано доцільність вибору даної сировини для технології НСАД.

На даному етапі визначено умови утворення попередників САР (вільних амінокислот і цукрів) в технології НСАД. Досліджено технологічні параметри отримання МРЕ із вторинної рослинної сировини. Вивчено технологічні параметри гідролізу білків МРЕ із вторинної сировини за участі ФП протолад. Досліджено фізико-хімічні показники ГМРЕ, обґрунтовано їх використання в технології НСАД як суміші попередників САР.

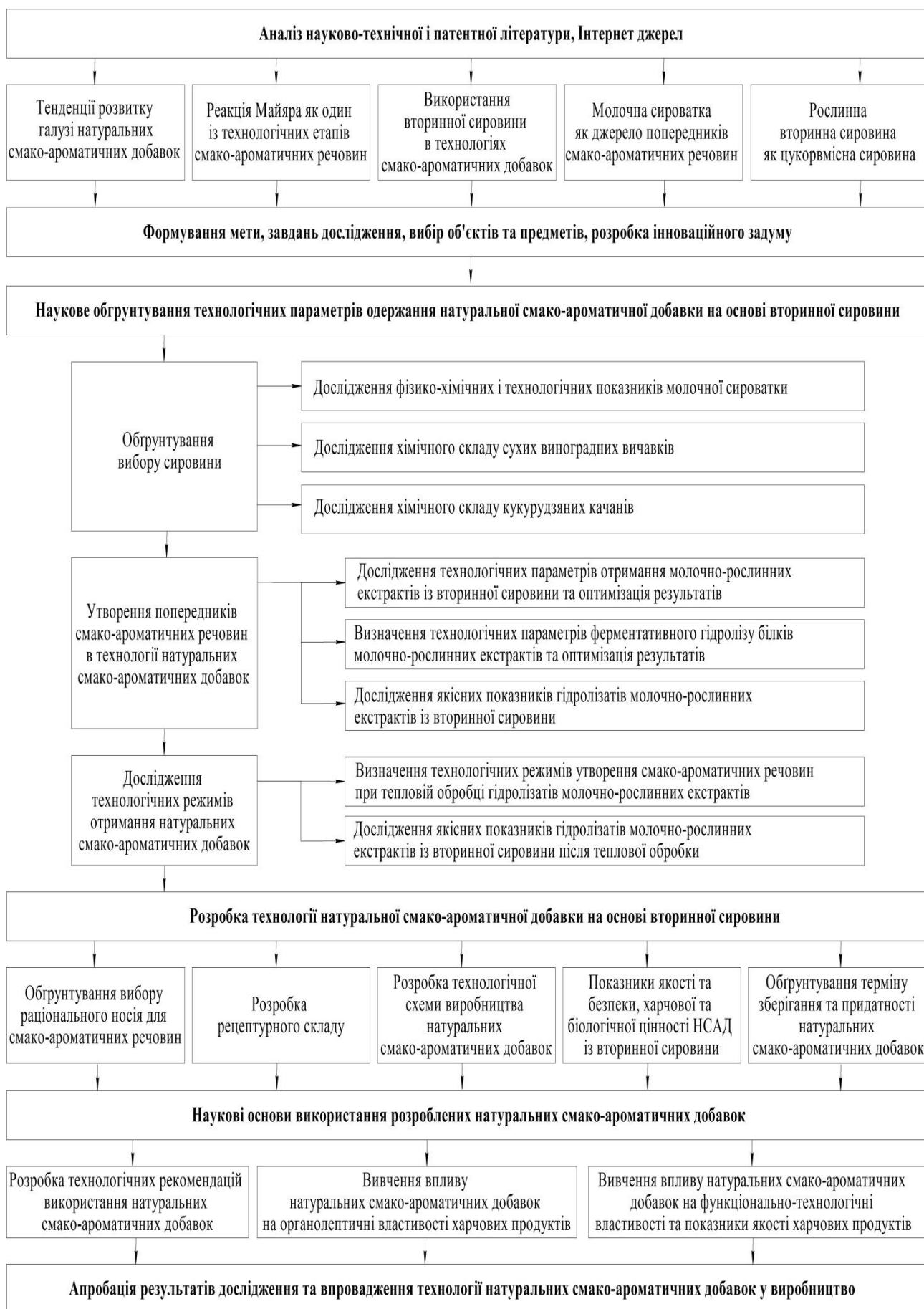


Рисунок 2.1 – Програма досліджень

Досліджено технологічні режими отримання НСАД, зокрема визначено оптимальні технологічні режими утворення САР при тепловій обробці ГМРЕ. Досліджено якісні показники ГМРЕТ.

Третій етап передбачає вибір раціонального носія-фіксатора САР, визначення оптимального співвідношення рецептурних компонентів НСАД, розроблення технології виробництва НСАД. Даний етап включає визначення показників якості та безпеки розроблених НСАД, встановлення харчової та біологічної цінності. Досліджено та обґрунтовано термін зберігання та придатності розроблених НСАД.

Четвертий етап досліджень – наукові основи використання розроблених НСАД – стосується розробки технологічних рекомендацій використання НСАД. Даний етап включає вивчення впливу НСАД на органолептичні характеристики молочно-десертних та м'ясних продуктів. Вивчено вплив НСАД на функціонально-технологічні властивості та показники якості харчових продуктів.

На **заключному етапі** оцінено ефективність прийнятих рішень в роботі. Даний етап передбачає економічні розрахунки впровадження НСАД у виробництво.

2.2 Об'єкти досліджень, постановка експерименту

Об'єкт дослідження – технологія натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини.

Предмети досліджень:

- молочна сироватка (МС);
- виноградні вичавки (ВВ);
- кукурудзяні качани (КК);
- молочно-рослинний екстракт із виноградних вичавків (МРЕВ);
- молочно-рослинний екстракт із кукурудзяних качанів (МРЕК);
- гідролізат молочно-рослинного екстракту із виноградних вичавків (ГМРЕВ);
- гідролізат молочно-рослинного екстракту із кукурудзяних качанів (ГМРЕК);
- гідролізат молочно-рослинного екстракту із виноградних вичавків після

теплової обробки (ГМРЕВТ);

- гідролізат молочно-рослинного екстракту із кукурудзяних качанів після теплової обробки (ГМРЕКТ);
- натуральна смако-ароматична добавка «*Chocolate flavor*»;
- натуральна смако-ароматична добавка «*Meat flavor*»;
- харчові продукти: сирки солодкі, ковбаси варені.

Сировина та матеріали (табл. 2.1), які використовували при проведенні досліджень, відповідали діючій в Україні нормативній документації та показникам якості і безпеки, дозволених до використання Міністерством охорони здоров'я України.

Таблиця 2.1

Сировина та матеріали

Найменування	Нормативний документ	Виробник
Свіжа молочна (сирна) сироватка	ДСТУ 7515:2014 [155]	Отримано в умовах лабораторії кафедри технологій та безпечності харчових продуктів СНАУ
Сухі солодкі (незброджені) виноградні вичавки	-	Із сорту червоного винограду Каберне Совіньйон (урожай 2020 року) вирощених в садах Сумської області, Конотопського району. Отримано в умовах лабораторії кафедри технологій та безпечності харчових продуктів СНАУ
Кукурудзяні качани без насіння	-	Із кукурудзи сорту «Білосніжка F1» (урожай 2020-2021 років) вирощених на полях Сумської області, Конотопського району
ФП пепсин	ДСТУ 4459:2005 [156]	ТОВ «Алсі», Україна
ФП папаїн	ТУ У 24.1-32813696-016:2008 [157]	ТОВ «Алекс», Україна
ФП протолад	ТУ У 24.1-32813696-016:2008 [157]	ДП «Ензим», Україна
Мальтодекстрин (ДЕ 2-12)	-	Qingdao Century Longlive Int'l Trade Co., Ltd, Китай
Мальтодекстрин (ДЕ 17-19)	-	Qingdao Century Longlive Int'l Trade Co., Ltd, Китай

2.2.1 Отримання молочної сироватки

У якості основної сировини для отримання НСАД використовували свіжу МС отриману в лабораторних умовах кафедри технологій та безпечності харчових

продуктів Сумського НАУ, при виробництві сиру кисломолочного за класичною технологію [158].

2.2.2 Отримання порошку виноградних вичавків

Свіжі ВВ отримували із червоного сорту винограду – Каберне Совіньйон. Для проведення досліджень відбір сорту здійснювали згідно статистичного аналізу даних виробництва винограду в Україні і характеристики сировини (максимальний показник загальної цукристості ягід) [159].

У дослідженнях було використано сухі ВВ отримані за схемою наведеною на рис. 2.2.

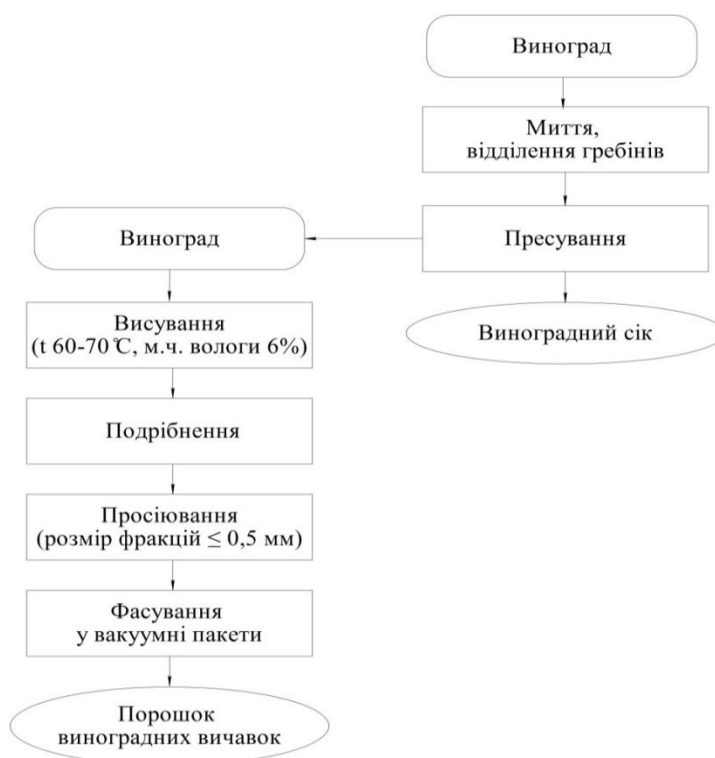


Рисунок 2.2 – Схема отримання сухих виноградних вичавків [160]

Від підготовлених ягід винограду шляхом пресування відокремлювали сік. Отримані ВВ мали масову частку води не більше 56%. З метою збереження якості сировини протягом тривалого зберігання виноградні вичавки висушували. Сушіння здійснювали інфрачервоним способом в лабораторній установці при температурі (60,0...70,0)°C до масової частки води не більше 6,0%. Подрібнення сухого продукту здійснювали роторною кавомолкою TEFAL The Original Grinder GT110838. Просіюванням подрібненого продукту через лабораторні сита – розмір фракцій (0,05...0,25) мм, отримували порошок, який

зберігали в умовах вакууму при кімнатній температурі без доступу світла.

2.2.3 Отримання порошку кукурудзяних качанів

КК відокремлені від насіння було одержано із кукурудзи сорту «Білосніжка F1» (урожаю 2020-2021 років вирощених в Сумській області).

Свіжі КК підсушували в лабораторній сушильній шафі при температурі $40 \pm 2^\circ\text{C}$. Сухі КК були подрібнені за допомогою лабораторного млину (марка ЛМЗ-1, ТОВ «Оліс») до розміру фракцій (0,05...0,25) мм. Висушені та подрібнені КК мали вологість не більше 6%, зберігалися в умовах вакууму при кімнатній температурі без доступу світла.

2.2.4 Отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

З метою вилучення технологічно цінних сполук рослинної сировини, зокрема цукрів – попередників САР, в роботі застосовано класичний метод твердо-рідинної екстракції – метод мацерації [161, 162].

Отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини виконували за схемою на рис. 2.3.

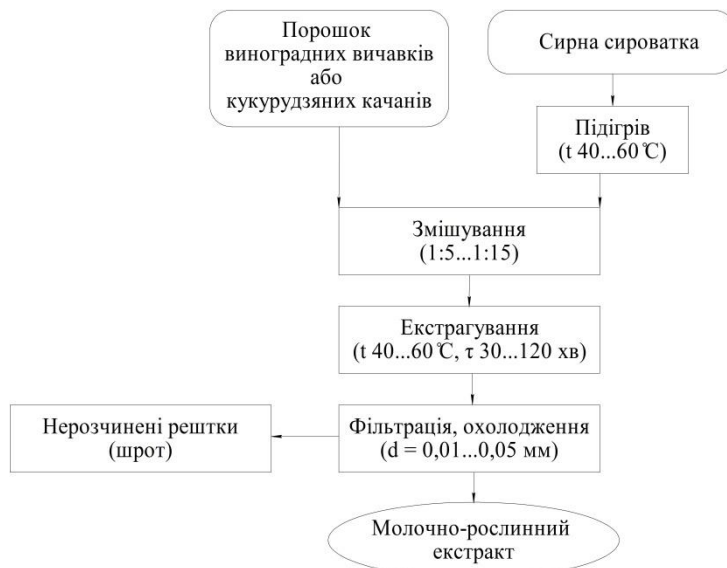


Рисунок 2.3 – Схема отримання молочно-рослинних екстрактів

Керуючими параметрами екстрагування вибрано розмір фракцій рослинної сировини, гідромодуль, температура і тривалість.

Досліджувані зразки МРЕВ отримували за параметрів екстрагування:

- розмір фракцій – (0,05...0,25) мм, з інтервалом 0,1;
- гідромодуль – 1:(5...15), з інтервалом 5;

- температура – (40,0...60,0)°C, з інтервалом 10;
- тривалість – (30...120) хв.

Екстрагування проводили в апараті (екстракторі) з мішалкою, що забезпечує підтримку фіксованого температурного режиму з постійним перемішуванням.

Контрольними параметрами ефективності екстрагування обрано вміст сухих речовин (ВСР, г/100г) і вміст цукрів (ВЦ, г/100г) в дослідних зразках МРЕ.

2.2.5 Отримання гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Для гідролізу білків МРЕ використовували ФП: пепсин, папаїн, протолад.

Загальні характеристики дослідних ФП представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика ферментів препаратів

Загальна назва	Джерело	Протеолітична активність	Оптимальні технологічні режими активності		Специфічність дії
			pH	Температура, °C	
Пепсин	Слизиста шлунку свиней або великої рогатої худоби	2500 од./мг	2,0	45,0±2,0	Руйнування пептидних зв'язків, утворених аміноними групами ароматичних амінокислот (тирозин і фенілаланін)
Папаїн	Сік із папайї (<i>Carica papaya</i>)	40000 од./г	6,0	50,0±2,0	Розщеплення білкових субстратів за амінокислотними залишками (цистеїн, лізин, аргінін, фенілаланін)
Протолад	Бактеріальна лужна протеаза отримана із селекційних штамів <i>Bacillus subtilis</i>	50000 од./г	7,0	60,0±2,0	Широкий спектр дії. Гідроліз відбувається переважно за амінокислотними залишками (валін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, тирозин, триптофан)

В роботі ферментативний гідроліз білків МРЕ проводили за схемою наведено на рис. 2.4.

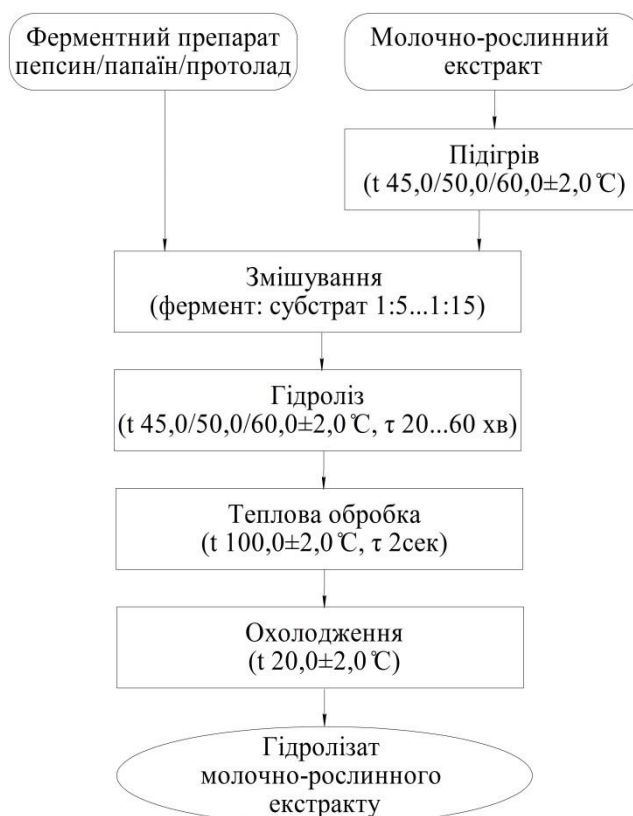


Рисунок 2.4 – Схема отримання гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Ферментативний гідроліз білків МРЕ проводили за параметрів:

для ФП пепсин:

- концентрація ФП – 0,275 О/г білку;
- рН реакційного середовища – 2,0;
- температура – (45,0±2,0) °С;

для ФП папаїн:

- концентрація ФП – 0,44 О/г білку;
- рН реакційного середовища – 6,0;
- температура – (50,0±2,0) °С;

для ФП протолад:

- концентрація ФП – 0,55 О/г білку;
- рН реакційного середовища – 7,0;
- температура – (60,0±2,0) °С.

Гідроліз білків МРЕ проводили протягом 60 хв. Гідроліз проводили в термостатній ємності з мішалкою, що забезпечує підтримку фіксованого

температурного режиму з постійним перемішуванням. Гідроліз зупиняли екстремним нагріванням до температури 100°C. По закінченню гідролізу в зразках ГМРЕ визначали вміст низькомолекулярних пептидів і амінного азоту (ВАА).

При визначенні раціональних параметрів гідролізу білків із використанням ФП протолад, гідролізі МРЕ проводили за параметрів:

- співвідношення фермент:субстрат – від 1:5 до 1:10 (з інтервалом 5), що еквівалентно активності ФП протолад від 0,275 до 0,825 О/г білку;
- рН – 7,0;
- температура – $(60,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$;
- тривалість – 20...60 хв., фіксуючи контрольні показники кожні 20 хв.

Ефективність гідролізу білків МРЕ оцінювали за контрольним параметром – вміст амінного азоту (ВАА, мг/мл) в МРЕ.

2.2.6 Утворення смако-ароматичних речовин при тепловій обробці гідролізатів молочно-рослинних екстрактів (реакція Майяра)

Процес утворення САР досліджували в суміші попередників САР – ГМРЕ після теплової обробки (реакція Майяра).

Теплову обробку ГМРЕ здійснювали в термостатній масляній ванні з магнітним перемішуванням за параметрів:

- температура – від 110 до 130°C (з інтервалом 10);
- тривалість – 5...35 хв.

Далі зразки негайно охолоджували в крижаній ванні до температури $(20,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ і за необхідності зберігали в холодильній камері. Контрольні параметри фіксувалися через 5, 15, 25, 35 хв.

Зразки ГМРЕТ оцінювали за контрольними параметрами: ВАА, ВЦ, оптична щільність (A_{420}).

Сенсорно профільним аналізом в зразках оцінювали зміну/появу смаку і запаху.

2.2.7 Фіксація смако-ароматичних речовин

Для забезпечення стійкості смако-ароматичного профілю НСАД при зберіганні, зручності дозування і використання в різноманітних харчових

продуктах, було виконано підбір оптимального носія-фіксатора САР.

В якості носія-фіксатора САР використано мальтодекстрин з ДЕ 17-19 і з ДЕ 2-12.

Схема використання носія-фіксатора САР зображена на рис. 2.5.

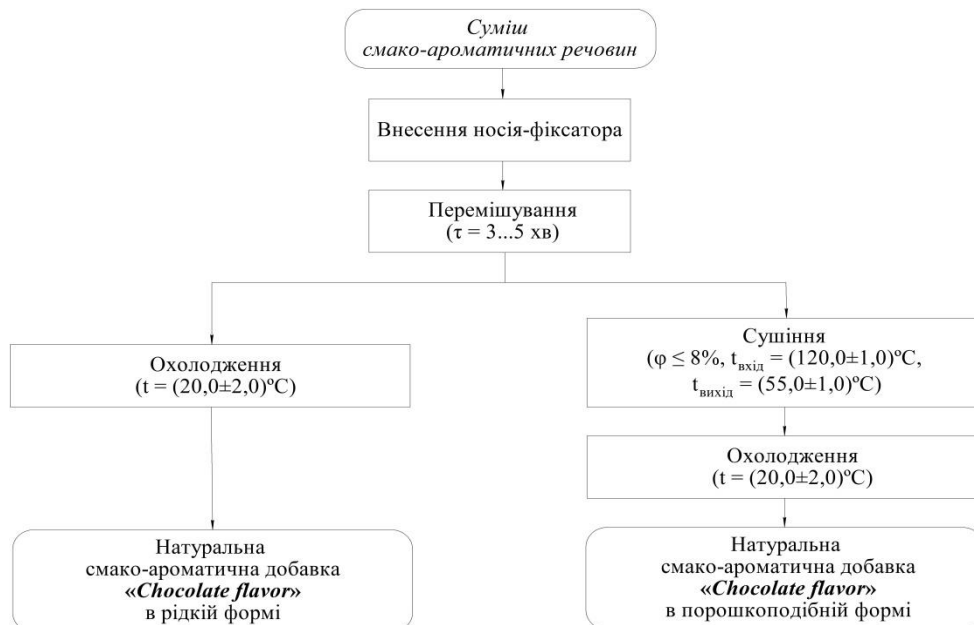


Рисунок 2.5 – Схема використання носія-фіксатора смако-ароматичних речовин

Мальтодекстрин в кількості 10...50% вносили в ГМРЕТ відразу після закінчення теплової обробки ГМРЕ. Далі зразки відправляли на сушіння або охолоджували до температури $(20,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$.

В лабораторних умовах НСАД висушували в псевдозрідженому шарі інертного носія на лабораторній сушарці кафедри інженерних технологій харчових виробництв, розробленій науковцем СНАУ – С.М. Сабадаш [163].

Технологічні властивості мальтодекстрину як носія-фіксатора визначали за фізичними показниками: абсорбційним показником – утримування САР (кількість ароматоутворюючих речовин), ВСР, в'язкістю розчину до сушіння і відносною швидкістю розчинення після сушіння НСАД, і за сенсорним аналізом.

2.2.8 Визначення терміну зберігання та придатності натуральних смако-ароматичних добавок

За базовий зразок використано по 8 зразків свіжоприготовлених НСАД «Chocolate flavor» і «Meat flavor» запакованих у дві різні тари: скло і поліетиленовий пакет. Зберігання базових зразків (0 місяць) відбувалося протягом

24 місяців за таких умов:

- температура $-2^{\circ}\text{C} \dots +4^{\circ}\text{C}$, вологість повітря (ϕ) 60%...70%, без доступу світла, що відповідає умовам зберігання добавок у холодильній камері;
- температура $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$, вологість повітря (ϕ) $\leq 75\%$, без доступу світла (темне скло / непрозора пластикова упаковка), що відповідає умовам зберігання добавок у темному приміщенні (складі/цеху);
- температура $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$, вологість повітря (ϕ) $\leq 75\%$, з доступом світла (прозоре скло / прозора пластикова упаковка), що відповідає умовам зберігання добавок у приміщеннях (складі/цеху) за наявності ламп денного світла.

Динаміку зміни якості кожного зразка НСАД контролювали через 1 місяць, 3 місяці, 6 місяців, 9 місяців, 12 місяців, 18 місяців, 24 місяці за наступними показниками: кислотність (рН водної суспензії), густина, відносна швидкість розчинення, кількість ароматоутворюючих речовин (водної суспензії), мікробіологічними і органолептичними показниками.

2.2.9 Розробка технології та параметрів використання натуральної смако-ароматичної добавки «Chocolate flavor» в сирках солодких

Апробацію проводили за технологією сирків солодких відповідно до ДСТУ 4503:2005 «Вироби сиркові. Загальні технічні умови», в рецептурі яких використано НСАД «Chocolate flavor» в кількості 1%, 3% і 5%.

Контрольні і дослідні зразки сирків солодких зберігали за температури $(4,0 \pm 2,0)^{\circ}\text{C}$ упродовж 6 діб.

В зразках сирків солодких свіже виготовлених і протягом зберігання визначали сенсорні показники, енергетичну цінність, показники якості: кислотність, ВСР, мікробіологічні показники.

2.2.10 Розробка технології та параметрів використання натуральної смако-ароматичної добавки «Meat flavor» в ковбасах варених

Апробацію проводили за технологією ковбас варених відповідно до ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні», в рецептурі якої використано НСАД «Meat flavor» в кількості 0,5%, 2,5%, 5%.

Контрольні і дослідні зразки ковбас варених зберігали за температури

($4,0 \pm 2,0$)°C упродовж 10 діб. В зразках ковбас варених свіже виготовлених і протягом зберігання досліджували сенсорні показники, технологічні (рівномірність розподілення НСАД, вологозв'язуюча здатність, жирутримуюча здатність, рН) і мікробіологічні показники.

2.3 Методи досліджень

Реалізацію програми наукових досліджень, здійснювали в науково-дослідних лабораторіях Сумського національного аграрного університету, а саме, лабораторіях кафедр технологій та безпечності харчових продуктів, технології харчування, інженерних технологій харчових виробництв Сумського національного аграрного університету (СНАУ), лабораторії Відділу аналітичних досліджень та якості харчових продуктів (ВАДЯХВ).

В дисертаційній роботі використовували стандартні та спеціальні (фізичні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні, аналітичні, експертні, методи математичного моделювання з використанням пакета програм Statistica 10 (StatSoft, Inc.).

Методи дослідження вхідної сировини і готових САД наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Методи досліджень, що використовувались при проведенні експериментів

Досліджувані показники	Метод дослідження	Нормативно-технічний документ, джерело методики
Титрована кислотність	Титрування лугом у присутності індикатора	ДСТУ 4957:2008, ГОСТ 25555.0 – 82,
Активна кислотність	Потенціометричний метод з використанням рН-метру	ДСТУ 8550:2015, ГОСТ 26188 – 84
Густина	- За допомогою ареометра, - за допомогою пікнометра	ДСТУ 6082:2009, згідно методики [164]
В'язкість	За допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2»	Згідно методики [165]
Дисперсність частинок	Просіюванням, фільтруванням, мікроскопіюванням	ДСТУ 7662:2014
Масову частку води	Висушування при температурі 105°C до постійної ваги	ДСТУ 4910:2008 ДСТУ ISO 6496:2005
Вміст сухих речовин	- Висушування при температурі 105 °C до постійної ваги; - рефрактометричний метод	ДСТУ ISO 2173:2007 ДСТУ 8402:2015, ГОСТ 28561 – 90, ГОСТ 28562 – 90, ДСТУ 8552:2015
Загальний вміст білку	Метод К'ельдаля	ДСТУ ISO 8968-1:200, ГОСТ 2688-86

Досліджувані показники	Метод дослідження	Нормативно-технічний документ, джерело методики
Вміст амінного азоту	Метод Серенсена (метод формольного титрування)	Згідно методики [166]
Вміст жиру	– Бутирометричний (метод Гербера, кислотний) – екстракційно-ваговий метод (за Сокслетом)	ДСТУ 7208:2002, ДСТУ 5060:2008, ДСТУ 7577:2014
Вміст вуглеводів (вміст цукрів)	– Перманганатний метод (за Бертраном); – метод Шорля (йодометричний напівмікрометод)	ГОСТ 8756.13 – 87, ДСТУ 5059:2008 Згідно методики [167]
Вміст органічних кислот	Потенціометричний метод	Згідно методики [168]
Вміст фенольних сполук	Колориметричний метод Фоліна-Чокальтеу	Згідно методики [169]
Вміст золи	Гравіметричний метод після спалювання проби в муфельній печі при 500...600 °С	ДСТУ ISO 5984-2004, ГОСТ 25555.4 – 82
Вуглеводний склад	Метод вискоєфективної рідинної хроматографії (на хроматографі LC-5 («Shimadzu»))	ДСТУ ISO 11868:2004 (За методикою лабораторії ВАДЯХВ)
Вміст вільних амінокислот	Із використанням амінокислотного аналізатору «Biotronik LC-2000» (Німеччина) з фотоколориметричним детектором	За методикою лабораторії ВАДЯХВ
Вміст низькомолекулярних пептидів	Метод ґрунтується на застосуванні реактиву Бенедикта	Згідно методики [170]
Вміст вітамінів	Метод вискоєфективної рідинної хроматографії	За методикою лабораторії ВАДЯХВ
Вміст мінеральних речовин	Спектриметричний метод	За методикою лабораторії ВАДЯХВ
Антиоксидантна активність	Модифікований тіоціанатний метод	Згідно з методикою [171]
Оптична щільність	Спектрофотометричний метод при довжині променів 420нм (A420)	Згідно з методикою [172]
Кількість ароматоутворюючих речовин (число аромату)	Метод заснований на здатності хромової суміші окисляти ароматичні речовини	Згідно з методикою [173]
Сенсорний аналіз	– Описовий методом; – сенсорно-профільний метод; – метод парного порівняння	ДСТУ ISO 6658:2005 ДСТУ ISO 6564:2005 ДСТУ ISO 5495:2005 ДСТУ ISO 11035:2005 ДСТУ ISO 11036:2017
Визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів	Посів на агаризовані поживні середовище для визначення КМАФАнМ	ГОСТ 10444.15 — 94

Досліджувані показники	Метод дослідження	Нормативно-технічний документ, джерело методики
Бактерії групи кишкової палички	Посів на рідке середовище Кесслера	ГОСТ 9225 — 84
Умовно-патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Staphylococcus aureus</i>	Посів у середовище м'ясо-пентонного агару	ГОСТ 10444.2 — 97
Патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Salmonella</i>	Посів у середовище Плоскірева	ГОСТ 29184 — 91
Кількість дріжджів та плісень	Посів у живильне середовище з антибактеріальним антибіотиком	ГОСТ 10444.12 — 88
Кількість молочнокислих бактерій	Посів у живильне агарне середовище	ГОСТ 10444.11 — 89
Вологоутримуюча здатність	Методом Салаватуліної	Згідно методики [174]
Вологозв'язуюча здатність	Метод заснований на виділенні води дослідним зразком, при легкому його пресуванні	Згідно методики [174]
Жирутримуюча здатність	Методом визначення різниці масової частки жиру у фарші та кількості жиру, який відокремився в процесі термічної обробки	Згідно методики [174]

2.3.1 Оцінка харчової та біологічної цінності натуральних смако-ароматичних добавок.

Енергетична цінність НСАД виражену в ккал і кДж, розраховували відповідно до методики [175].

Харчову цінність САД визначали інтегральним скором.

Інтегральний скор – це відношення вмісту найбільш важливих речовин в продукті до норм, визначених формулою збалансованого харчування, виражається у %.

За методикою А.А. Покровського [176] розрахунок інтегрального скору проводять на 300 ккал (1255 кДж), що в середньому становить 10 % добової потреби енергетичних затрат або на 100 г продукту.

Інтегральний скор розраховують за формулою (2.3).

$$IC = \frac{S_k}{S_e} \quad (2.3)$$

де S_k – кількість речовини (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних

елементів) у досліджуваному продукті, кількість якого відповідає 300 ккал;

S_e – кількість речовини (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних елементів) в 300 ккал згідно з добовою нормою.

Біологічна цінність харчового продукту характеризує корисність білка продукту і ступінь збалансованості цього білка за амінокислотним складом [177].

За методикою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ) біологічну цінність харчового продукту визначають за *амінокислотним скором* (AC).

AC – це відношення кількості незамінної амінокислоти в досліджуваному білку до її вмісту в «ідеальному білку», виражається у % і розраховується за формулою (2.4).

$$AC_k = \frac{\text{гНАК}_k \text{ в } 100 \text{ г оцінюваного білка}}{\text{гНАК}_e \text{ в } 100 \text{ г ідеального білка}} \quad (2.4)$$

де $\text{гНАК}_k \text{ в } 100 \text{ г оцінюваного білка}$ – вміст певної амінокислоти в 100 г білка даного продукту, г;

$\text{гНАК}_e \text{ в } 100 \text{ г ідеального білка}$ – вміст відповідної амінокислоти в 100 г «ідеального білка», г.

Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС) визначали за формулою (2.5).

$$\text{КРАС} = \frac{\sum \Delta \text{РАС}}{8} \quad (2.5)$$

де $\Delta \text{РАС}$ – різниця амінокислотного скору кожної незамінної амінокислоти з однією найбільш лімітованою, яку приймають за 0.

Біологічну цінність, коефіцієнт утилітарності кожної незамінної амінокислоти та амінокислотного складу добавки, показник «порівнювальної надлишковості» розраховували відповідно до методики визначення біологічної цінності харчових продуктів [178, 179].

Біологічну цінність (БЦ), тобто ступінь продуктивного використання незамінних амінокислот розраховують за формулою (2.6).

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС} \quad (2.6)$$

Коефіцієнт утилітарності кожної незамінної амінокислоти (a_j)

визначали за формулою (2.7):

$$a_k = \frac{AC_{\min}}{AC_k} \quad (2.7)$$

де $AC_{\min}$ – мінімальний амінокислотний скор незамінних амінокислот оцінюваного білка по відношенню до фізіологічно необхідної норми (стандарту), % (частки од.);

AC_k – амінокислотний скор k -й незамінної амінокислоти по відношенню до фізіологічно необхідної норми (стандарту), % (частки од.).

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу (U) визначали за формулою (2.8).

$$U = AC_{\min} \frac{\sum_{k=1}^8 HAK_{ek}}{\sum_{k=1}^8 HAK_k} \quad (2.8)$$

де $\sum_{k=1}^8 HAK_{ek}$ – сумарний вміст НАК в білку продукту, мг/г білка;

$\sum_{k=1}^8 HAK_k$ – сумарний вміст НАК в білку еталону, мг/г білка

Показник **порівнювальної надлишковості** (σ) визначали за формулою (2.9).

$$\sigma_{\text{над}} = \frac{\sum_{k=1}^8 (HAK_k - AC_{\min} HAK_{ek})}{AC_{\min}} \quad (2.9)$$

Глікемічність (Γ) характеризує глікемічне навантаження [180] НСАД, розраховується за формулою (2.10).

$$\Gamma = \frac{\sum (\Gamma I_i \cdot n)}{100} \quad (2.10)$$

де ΓI_i – глікемічний індекс кожного цукру, що входить до складу продукту;

n – кількість цукру в 100 г продукту, г/100 г.

2.3.2 Сенсорний профільний аналіз

Оцінку смаку і запаху дослідних зразків проміжних і готових продуктів здійснювали за допомогою сенсорного профільного методу згідно ДСТУ ISO 6658:2005. Цей метод застосовується при визначенні впливу різних факторів на показники якості досліджуваного продукту, при характеристиці різниці між декількома подібними продуктами, при моніторингу зміни якості продукту при зберіганні.

Для проведення профільної оцінки смаку і запаху експертна комісія складалася з 5 осіб. Попередньо проводилася підготовка експертів та тестування

на здатність розрізняти та запам'ятовувати запахи, ідентифікувалися пороги їх чутливості та сенсорна нюхова пам'ять згідно ДСТУ ISO 6658-2016. Підготовка також передбачала знайомство з термінологією проведення сенсорного аналізу для забезпечення відтворюваності результатів дослідження.

На першому етапі група експертів визначала основні характерні дескриптори смаку і запаху досліджуваних зразків продукту та еталонні зразки, які викликають схожі відчуття.

На наступному етапі експерти визначали послідовність прояву характерних дескрипторів смаку і запаху та оцінювали інтенсивність кожного з них. На цьому етапі експерти проводили оцінку індивідуальним методом.

Інтенсивність кожного дескриптора та загальне враження визначали за допомогою 5-бальної шкали:

0,0...0,9	ознака відсутня
1,0...1,9	ознака лише упізнається або відчувається
2,0...2,9	слабка інтенсивність
3,0...3,9	помірна інтенсивність
4,0...4,9	сильна інтенсивність
5,0	дуже сильна інтенсивність прояву ознаки

Досліджувані зразки оцінювали тричі. Результати заносили до дегустаційного листа (додаток Г).

Отримані дані статистично оброблялися та інтерпретувалися графічно у вигляді пелюсткової діаграми (профілограми).

2.4 Математико-статистичні методи обробки результатів досліджень

Статистичну обробку результатів досліджень проводили із застосуванням стандартного пакета *Microsoft Excel*, методом кореляційно-регресивного аналізу, загальноприйнятим методом із визначенням середньоарифметичного та середньоквадратичного відхилення окремого результату (стандартне відхилення). Точність вимірювань визначали з рівнем надійності ($P \leq 0,05$).

З метою дослідження впливу взаємозалежності технологічних параметрів, встановлення оптимальних параметрів дослідних технологічних процесів,

підтвердження отриманих експериментальних даних використано метод математичного моделювання, а саме, методологію поверхні відклику. Використано повно- і дробово-факторний експеримент (за допомогою пакета *Statistica 10* (StatSoft, Inc.)).

Загальна схема математико-статистичної моделі, теоретичні зв'язки між керуючими і контрольними параметрами процесів, зображують у вигляді параметричної схеми («чорний ящик»).

Досліджувані математичні моделі описуються рівнянням регресії (2.11):

$$Y = b_0 + b_1 \cdot f_1 + b_{11} \cdot f_1^2 + b_2 \cdot f_2 + b_{22} \cdot f_2^2 + \dots + b_n \cdot f_n + b_{nn} \cdot f_n^2 \quad (2.11)$$

де Y – контрольний параметр (критерій оптимізації);

$b_0, b_1, b_{11}, b_2, b_{22}, b_n, b_{nn}$ – коефіцієнти при змінних;

f_1, f_2, f_n – керуючі (вхідні) фактори.

Моделювання та обробку експериментальних даних виконували за допомогою пакета *Statistica 10*, а саме побудову матриці планування експерименту у вигляді таблиці, знаходження функцій відклику, регресійний і дисперсійний аналіз моделей.

Адекватність розроблених моделей перевіряли методом дисперсійного аналізу. Для адекватності моделей рівень значущості втрати узгодженості для моделей має складати $p \leq 0,05$ і значення коефіцієнтів детермізації (R^2, R^2_{adj}) має бути близьким до одиниці, розрахований критерій Фішера ($F_{розр.}$) більшим за табличний ($F_{таб.}$).

Висновки до розділу 2

1. Охарактеризовано об'єкт та предмет досліджень. Наведено характеристику сировини та добавок, що використовуються в дослідженнях.
2. Розроблено план теоретичних та експериментальних робіт з обґрунтування та розробки технології НСАД із вторинної сировини.
3. Підібрано методики для дослідження фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників сировини та САД.
4. Підібрано сучасні математично-статистичні методи обробки результатів експериментальних досліджень і графічного представлення результатів.

РОЗДІЛ 3 НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОДЕРЖАННЯ НАТУРАЛЬНИХ СМАКО-АРОМАТИЧНИХ ДОБАВОК ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

3.1 Аналіз показників якості вторинної сировини

3.1.1 Молочна сироватка

Результати визначення показників якості дослідних зразків МС представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Показники якості зразків молочної сироватки

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Значення
<i>Органолептичні показники</i>	
Зовнішній вигляд	Однорідна рідина, із незначним білковим осадом
Колір	Жовто-зелений
Запах	Чистий, притаманий сироватці з-під сиру
Смак	Кислий, без сторонніх присмаків
<i>Фізико-хімічні показники</i>	
Титрована кислотність, °Т	67,0 ±0,1
Активна кислотність, рН од.	4,95 ±0,01
Густина, кг/м ³	1020,0 ±0,1
В'язкість, Па·с (10 ⁻³)	1,57 ±0,01
Сухі речовини, г/100 г	6,18 ±0,15
Білки, г/100 г	1,12 ±0,11
Вміст амінного азоту, мг/г	0,171 ±0,005
Жири, г/100 г	0,51 ±0,11
Вуглеводи, г/100 г в тому числі цукри	4,55 ±0,15
Лактоза	4,31 ±0,05
Глюкоза	0,61 ±0,01
Органічні кислоти, г/100 г	0,85 ±0,05
Зола, г/100 г	0,75 ±0,08

Згідно отриманих результатів (табл. 3.1) основним компонентом дослідних зразків МС є лактоза, вміст якої досягає 4,3 % від маси МС. Даний тип цукру впливає на утворення САР в реакції Майяра [181, 182].

Загальний вміст білків в дослідних зразках МС складає 1,12%. Також зразки МС містять вільні амінокислоти, загальний вміст яких складає 182,9 мг/г (рис. 3.1).

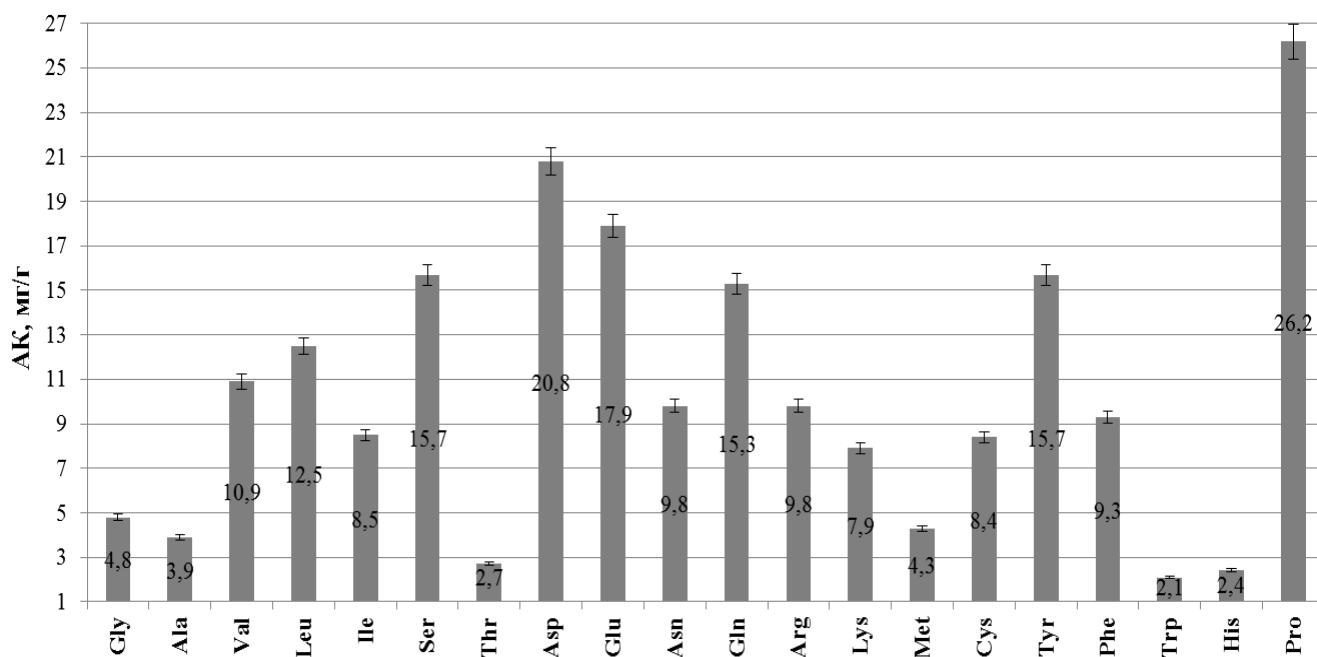


Рисунок 3.1 – Вміст вільних амінокислот в дослідних зразках молочної сироватки

Відомо [184], що близько 82% амінокислот МС знаходяться у зв'язаній формі (входять до складу білків). Отже, є резерв до збільшення вмісту амінокислот гідролізом білків.

Досліджено фізико-технологічні властивості дослідних зразків МС, зокрема в'язкість складає $(1,57 \pm 0,01)$ Па·с (10^{-3}). Такі значення сприяють зменшенню коефіцієнта дифузії, а отже збільшенню швидкості екстракції. Підвищена кислотність у дослідних зразках МС (67°C , рН 4,95) позитивно прискорює розрив зв'язків в клітинних стінках рослинної сировини і гідроліз вуглеводів.

Таким чином, дослідження хімічного складу та фізико-технологічних властивостей дослідних зразків МС дозволи вважати МС перспективною для використання в технології НСАД як білоквмісної сировини і джерела попередників САР – амінокислот, і як екстрагента для рослинної сировини.

3.1.2 Виноградні вичавки

Результати вивчення показників якості дослідних зразків ВВ представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Показники якості дослідних зразків сухих виноградних вичавків

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Значення
<i>Органолептичні показники</i>	
Зовнішній вигляд	Розсипчастий порошок
Колір	Темно-червоний із фіолетовим відтінком, із незначними вкрапленнями від світло- до темно-коричневого кольору
Запах	Виноградний, характерний даному виду сировини
Смак	Солодко-кислий
<i>Фізико-хімічні показники</i>	
Сухі речовини, г/100 г	94,88 ±0,11
Білки, г/100 г	10,43 ±0,13
Жири, г/100 г	3,61 ±0,09
Вуглеводи, г/100 г в тому числі цукри:	73,77 ±0,91
Глюкоза	23,29 ±0,04
Фруктоза	27,84 ±0,04
Цукроза	0,23 ±0,02
Органічні кислоти, мг/100 г в перерахунку на винну кислоту	0,07 ±0,01
Загальний вміст фенольних сполук, мг/100 г	985,02 ±4,03
Зола, г/100 г	3,94 ±0,21

За встановленими показниками переважаючою речовиною хімічного складу зразків сухих ВВ є вуглеводи. Дослідження фракційного складу цукрів показав високий вміст моносахаридів, зокрема глюкози і фруктози - (23,29±0,04) г/100г і (27,84±0,04) г/100г, відповідно, що дозволяє розглядати ВВ як ефективне джерело альдогексоз і кетогексоз – попередників САР.

Позитивним в хімічному складі ВВ можна вважати наявність фенольних та поліфенольних сполук які впливають на смак, роблячи його в'язучим та насиченим та мають протизапальну, протимікробну, антиоксидантну дії, беруть участь у окисно-відновних процесах. Зальний вміст фенольних сполук в дослідних зразках становить (985,02±4,03) мг/100г.

3.1.3 Кукурудзяні качани

Результати визначення якісних показників дослідних зразків КК представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Показники якості дослідних зразків кукурудзяних качанів

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Значення
<i>Органолептичні показники</i>	
Зовнішній вигляд	Розсипчастий порошок
Колір	Від кремового до світло-жовтого
Запах	Нейтральний
Смак	Подібний борошну
<i>Фізико-хімічні показники</i>	
Сухі речовини, г/100 г	94,29 ±0,12
Білки, г/100 г	3,15 ±0,81
Жири, г/100 г	0,35 ±0,11
Вуглеводи, г/100 г в тому числі цукри:	87,73 ±2,07
Глюкоза	1,79 ±0,05
Галактози	0,93 ±0,01
Ксилоза	11,28 ±0,26
Загальний вміст фенольних сполук, мг/100 г	6,64 ±1,41
Зола, г/100 г	1,75 ±0,26

Отримані результати показують, що КК містять білки, жири, а основну частину хімічного складу займають вуглеводи. Відомо [187], що вуглеводи КК складаються із целюлози і геміцелюлози.

В якісному складі цукрів дослідних зразків КК знайдено ксилозу (11,28±0,26 г/100 г), глюкозу (1,79±0,05 г/100 г), галактозу (0,93±0,01 г/100 г), що доводить доцільність використання КК як цукорвмісної сировини, багатой пентозами – потенційними попередниками САР.

3.2 Дослідження етапів утворення попередників смако-ароматичних речовин в технології натуральних смако-ароматичних добавок

3.2.1 Технологічні параметри отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Хімічний склад ВВ і КК представлений різноманітними речовинами, які зумовлюють їх біологічну цінність (див. розділ 1, 3.1.2, 3.1.3). Вилучення цінних речовин рослинної сировини, зокрема цукрів – попередників САР, здійснюється екстрагуванням.

На початку досліджень було визначено вплив ступеня подрібнення

рослинної сировини на ефективність екстрагування. Екстрагування проводили при фіксованих параметрах:

- гідромодуль для ВВ 1:10, для КК 1:15;
- температура – $(60,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$;
- тривалість – 90 хв.

За контрольний параметр вибрано вміст в молочно-рослинних екстрактах (МРЕ) із вторинної сировини:

- сухих речовин (ВСР г/100г);
- цукрів (ВЦ, г/100г).

Для зручності опису результатів досліджень екстракти отримані при екстрагуванні ВВ отримали назву молочно-рослинні екстракти із виноградних вичавків (МРЕВ); екстракти отримані при екстрагуванні КК – молочно-рослинні екстракти із кукурудзяних качанів (МРЕК).

На рис. 3.2 узагальнено результати досліджень ВСР і ВЦ в МРЕВ і МРЕК в залежності від розміру фракцій рослинної сировини при екстрагуванні.

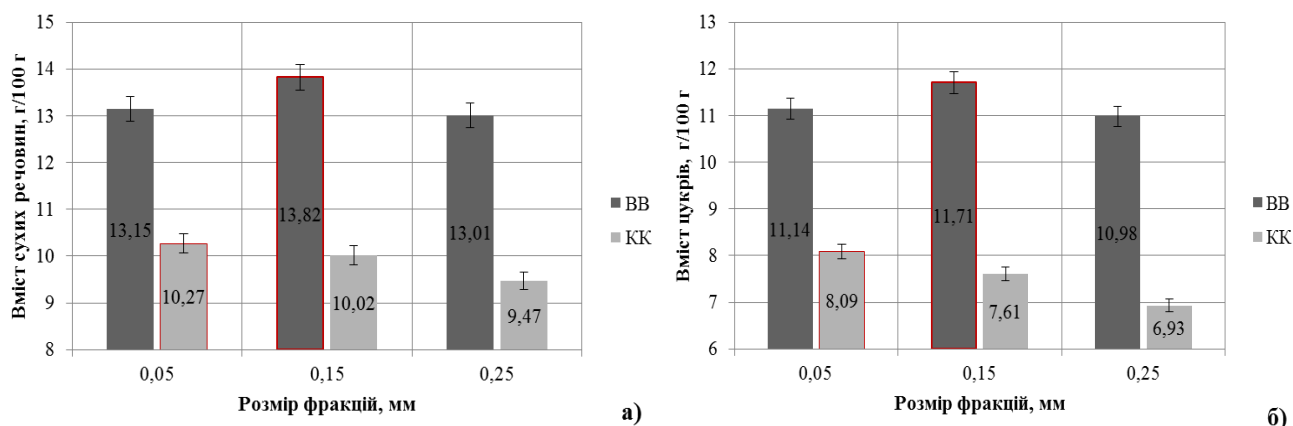


Рисунок 3.2 – Вміст сухих речовин і цукрів в молочно-рослинних екстрактах:

а) із виноградних вичавків; б) із кукурудзяних качанів
в залежності від розміру фракцій рослинної сировини

З даних, наведених на рис. 3.2а можна зазначити, що розмір фракцій ВВ 0,25 мм забезпечує максимальне вилучення сухих речовин із ВВ (ВСР – 13,82 г/100г, ВЦ – 11,71 г/100г).

Максимальне вилучення сухих речовин із подрібнених КК (рис. 3.2б)

відбувається за розміром фракцій 0,5 мм (ВСП – 10,27 г/100г, ВЦ – 8,09 г/100г).

При визначенні раціонального гідромодуля, екстрагування проводили за фіксованих параметрів:

- розмір фракцій ВВ – 0,25 мм, КК – 0,5 мм,
- температура – $(60,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$,
- тривалість – 90 хв.

На рис. 3.3 узагальнено дані ВСП і ВЦ в МРЕВ і МРЕК в залежності від гідромодуля екстрагування.

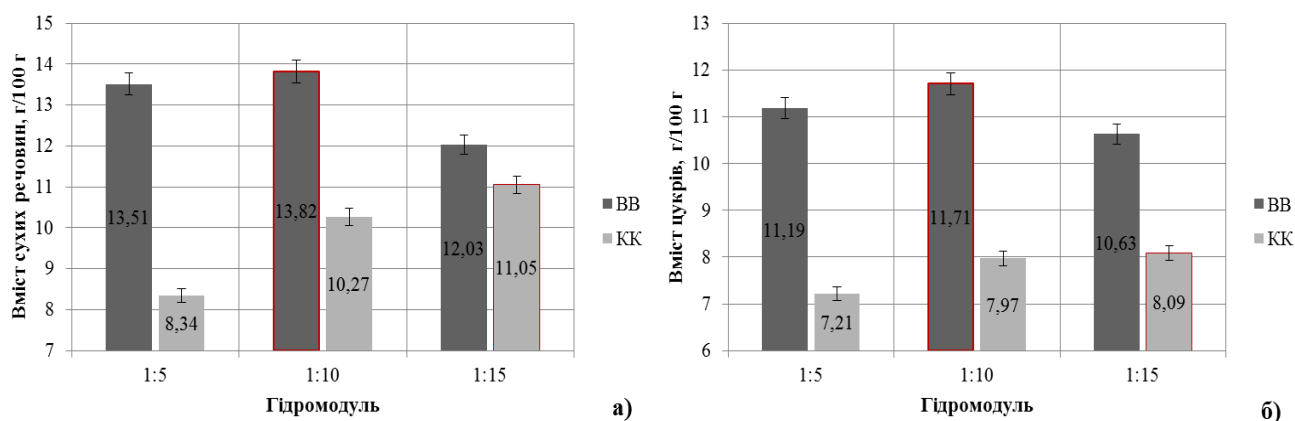


Рисунок 3.3 – Вміст сухих речовин і цукрів в молочно-рослинних екстрактах:

а) із виноградних висівок; б) із кукурудзяних качанів
в залежності від гідромодуля екстрагування

Згідно даних на рис. 3.3, при екстрагуванні ВВ раціональним являється гідромодуль 1:10 (ВСП – 13,82 г/100г, ВЦ – 11,71 г/100г). КК – гідромодуль 1:15 (ВСП – 10,27 г/100г, ВЦ – 8,09 г/100г).

При визначенні раціональних температурних режимів, екстрагування проводили за фіксованих параметрів:

- розмір фракцій ВВ – 0,25 мм, КК – 0,5 мм,
- гідромодуль для МРЕВ – 1:10, для МРЕК – 1:15,
- тривалість – 90 хв.

Вплив температури екстрагування на рівень контрольних параметрів (ВСП і ВЦ) в МРЕ наведено на рис. 3.4.

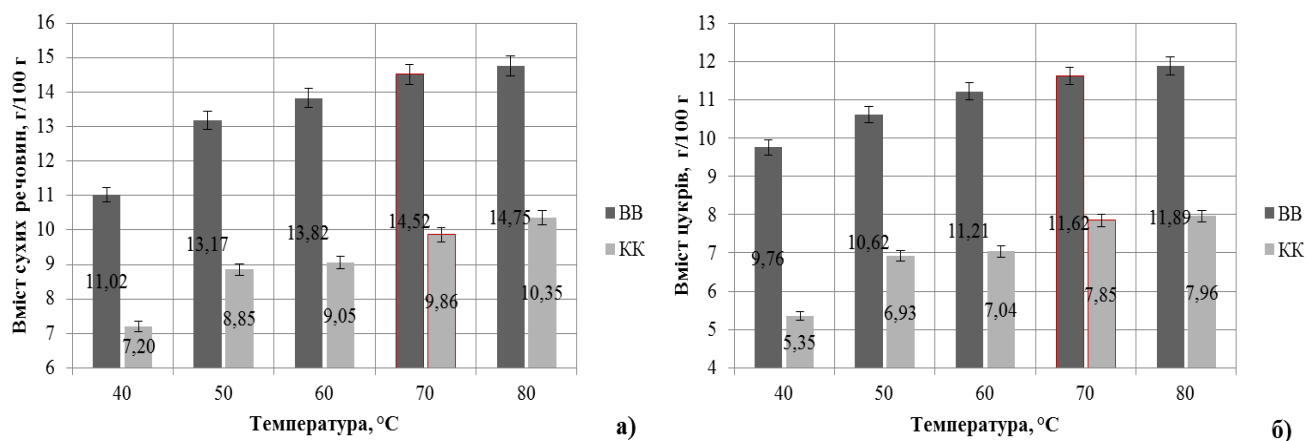


Рисунок 3.4 – Вміст сухих речовин і цукрів в молочно-рослинних екстрактах:
 а) із виноградних вичавків; б) із кукурудзяних качанів
 в залежності від температури екстрагування

Дані на рис. 3.4 проказують, що при підвищенні температури ВСР і ВЦ в МРЕ збільшується, що пояснюється можливим гідролізом складових рослинної сировини і переходом їх в МРЕ.

Основний внесок у збільшенні виходу цільових компонентів – цукрів, пояснюється можливим гідролізом полісахаридів з утворенням олігосахаридів, декстринів, моносахаридів. Із зростанням температури до 80°C ВСР збільшується в 2 рази, ВЦ – в 1,9 разів. При підвищенні температури до 100°C можливий розпад цукрів, деградації цукрів, тому ВЦ зменшується. Отже, раціональною температурою для екстрагування є 80°C.

Динаміка зміни виходу сухих речовин від тривалості зображено графічно на рис. 3.5. Екстрагування дослідних зразків ВВ і КК здійснювали тривалістю 150 хв. з контролем ВС та ВЦ кожні 30 хвилин, за фіксованих параметрів:

- розмір фракцій ВВ – 0,25 мм, КК – 0,5 мм,
- гідромодуль для МРЕВ – 1:10, для МРЕК – 1:15,
- температура – (80,0±2,0)°C.

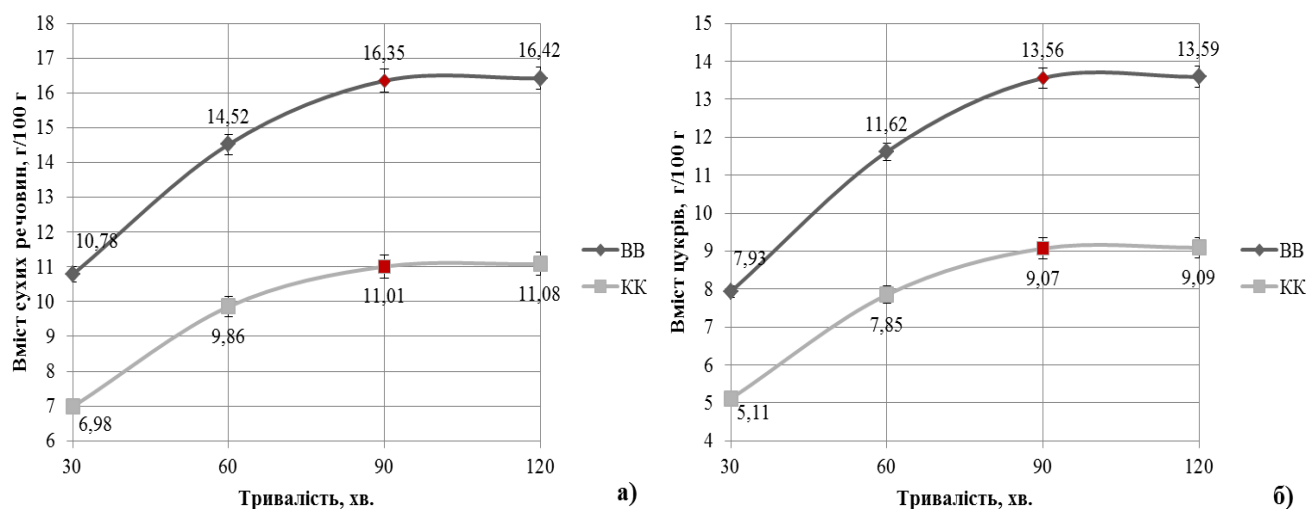


Рисунок 3.5 – Динаміка зміни сухих речовин і загальних цукрів в молочно-рослинних екстрактах: а) із виноградних вичавків; б) із кукурудзяних качанів в залежності від тривалості екстрагування

Встановлено, що максимальний перехід сухих речовин в МРЕ спостерігається протягом перших 120 хвилин екстрагування. Далі приріст ВСР стає незначним. Отримані результати підтверджують технологічну не раціональність подальшого екстрагування.

3.3.2 Оптимізація технологічних параметрів отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Оптимізація параметрів екстракції вторинної сировини: ВВ і КК полягала у виборі найбільш результативного варіанту проведення технологічних процесів.

Використано метод математичного моделювання, зокрема методологію поверхні відклику на даних дробово-факторного експерименту (ДФЕ).

Зв'язки між вхідними і вихідними параметрами отримання МРЕ із вторинної сировини представлено параметричною схемою (рис. 3.6).

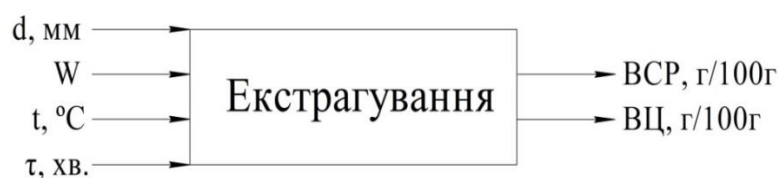


Рисунок 3.6 – Параметрична схема функціональних зв'язків в системі отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

До керуючих (вхідних) факторів віднесено:

- розмір фракцій рослинної сировини (d , мм);
- гідромодуль (W);
- температура (t , °C);
- тривалість (τ , хв.).

За контрольний (вихідний) параметр (КП) вибрано КП1 – ВСР (г/100г) і КП2 – ВЦ (г/100г).

Досліджувана матмодель отримання МРЕ із вторинної сировини описується рівнянням регресії (3.1):

$$\text{КП} = b_0 + b_1 \cdot \tau + b_{11} \cdot \tau^2 + b_2 \cdot t + b_{22} \cdot t^2 + b_3 \cdot W + b_{33} \cdot W^2 + b_4 \cdot d + b_{44} \cdot d^2 \quad (3.1)$$

де КП – контрольний параметр;

$b_0, b_1, b_{11}, b_2, b_{22}, b_3, b_{33}, b_4, b_{44}$ – коефіцієнти при змінних;

d – розмір фракцій, мм;

W – гідромодуль;

t – температура, °C;

τ – тривалість, хв.

Матрицю планування експерименту, обробка експериментальних даних, із проведенням дисперсійного та регресивного аналізу, значення функцій відклику здійснювалося в середовищі пакета *Statistica 10* (StatSoft, Inc.) (додаток А).

Для створення матриці планування експерименту плануємо зміну керуючих факторів на трьох рівнях: X_0 , $-X$; $+X$, із кроком варіювання $\pm\Delta$. Рівні варіювання керуючих факторів ДФЕ представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Рівні варіювання керуючих факторів

в системі отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Операція	Позначення	Керуючі параметри			
		d , мм	W	t , °C	τ , хв.
Інтервал варіювання	$\pm\Delta$	0,1	1:5	20	45
Рівні:					
нульовий	0	0,15	1:10	60	75
нижній	-1	0,05	1:5	40	30
верхній	+1	0,25	1:15	80	120

Оскільки в плануванні ДФЕ створюється матриця з чотирьох керуючих факторів n (d , W , t , τ), на трьох рівнях змін (X_0 , $-X$; $+X$), експеримент здійснюватиметься за числом достатніх дослідів, які розраховуються за рівнянням: $N = 3^{n-1} = 3^{4-1} = 27$. Отже, 27 дослідів достатньо для реалізації всіх можливих комбінацій зміни керуючих факторів.

Матриця-план ДФЕ зображена в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Матриця-план ДФЕ впливу керуючих факторів на контрольні параметри в системі отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

№ дослідів	Позначення рівня зміни факторів				Спільна дія керуючих факторів			
	τ , хв.	t , °C	W	d , мм	τ , хв.	t , °C	W	d , мм
1	-1	-1	-1	-1	30	40	1:5	0,05
2	-1	-1	0	+1	30	40	1:10	0,25
3	-1	-1	+1	0	30	40	1:15	0,15
4	-1	0	-1	+1	30	60	1:5	0,25
5	-1	0	0	0	30	60	1:10	0,15
6	-1	0	+1	-1	30	60	1:15	0,05
7	-1	+1	-1	0	30	80	1:5	0,15
8	-1	+1	0	-1	30	80	1:10	0,05
9	-1	+1	+1	+1	30	80	1:15	0,25
10	0	-1	-1	+1	75	40	1:5	0,25
11	0	-1	0	0	75	40	1:10	0,15
12	0	-1	+1	-1	75	40	1:15	0,05
13	0	0	-1	0	75	60	1:5	0,15
14	0	0	0	-1	75	60	1:10	0,05
15	0	0	+1	+1	75	60	1:15	0,25
16	0	+1	-1	-1	75	80	1:5	0,05
17	0	+1	0	+1	75	80	1:10	0,25
18	0	+1	+1	0	75	80	1:15	0,15
19	+1	-1	-1	0	120	40	1:5	0,15
20	+1	-1	0	-1	120	40	1:10	0,05
21	+1	-1	+1	+1	120	40	1:15	0,25
22	+1	0	-1	-1	120	60	1:5	0,05
23	+1	0	0	+1	120	60	1:10	0,25
24	+1	0	+1	0	120	60	1:15	0,15
25	+1	+1	-1	+1	120	80	1:5	0,25
26	+1	+1	0	0	120	80	1:10	0,15
27	+1	+1	+1	-1	120	80	1:15	0,05

Для уникнення систематичних помилок при проведенні дослідження дотримувались принципу рандомізації – експерименти проводилися не послідовно як вказано в плані, а у випадковому порядку. Кожну лінійку дослідів (N=27) повторювали по 3 рази (додаток А). Усереднені результати $ВСР_{сер}$ і $ВЦ_{сер}$ наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Усереднені результати дослідження впливу керуючих факторів на контрольні параметри в системі отримання молочно-рослинних екстрактів

№ досліду	Керуючі факторів				МРЕВ		МРЕК	
					Контрольні параметри		Контрольні параметри	
	τ , хв.	t , °C	W	d, мм	$ВСР_{сер}$, г/100г	$ВЦ_{сер}$, г/100г	$ВСР_{сер}$, г/100г	$ВЦ_{сер}$, г/100г
1	30	40	1:5	0,05	11,56	9,95	7,84	5,91
2	30	40	1:10	0,25	11,86	10,38	8,14	6,21
3	30	40	1:15	0,15	11,25	9,44	8,16	6,23
4	30	60	1:5	0,25	11,56	9,75	8,05	6,12
5	30	60	1:10	0,15	11,75	10,38	8,03	6,64
6	30	60	1:15	0,05	11,96	10,26	8,24	6,43
7	30	80	1:5	0,15	13,87	12,06	10,15	8,22
8	30	80	1:10	0,05	13,96	12,15	10,3	8,31
9	30	80	1:15	0,25	13,69	11,88	9,99	8,04
10	75	40	1:5	0,25	14,23	12,42	10,37	8,58
11	75	40	1:10	0,15	14,69	12,88	10,97	9,04
12	75	40	1:15	0,05	14,57	12,76	10,85	8,92
13	75	60	1:5	0,15	12,34	10,53	8,62	6,69
14	75	60	1:10	0,05	12,25	10,95	8,53	6,6
15	75	60	1:15	0,25	12,11	10,3	8,39	6,46
16	75	80	1:5	0,05	14,28	12,47	10,61	8,63
17	75	80	1:10	0,25	14,59	12,78	10,63	8,70
18	75	80	1:15	0,15	14,88	12,85	10,83	8,90
19	120	40	1:5	0,15	14,64	12,83	10,70	8,77
20	120	40	1:10	0,05	15,42	13,61	11,23	9,3
21	120	40	1:15	0,25	14,56	13,02	11,02	9,09
22	120	60	1:5	0,05	11,56	9,95	7,84	5,91
23	120	60	1:10	0,25	11,86	10,38	8,14	6,21
24	120	60	1:15	0,15	11,25	9,44	8,16	6,23
25	120	80	1:5	0,25	11,56	9,75	8,05	6,12
26	120	80	1:10	0,15	11,75	10,38	8,03	6,64
27	120	80	1:15	0,05	11,96	10,26	8,24	6,43

На першому етапі математичної обробки результатів експериментів оцінено значущість окремих складових частин матмоделі – регресорів, та зроблено оцінку адекватності одержаної матмоделі отримання МРЕ із вторинної сировини.

Дисперсійний аналіз впливу керуючих факторів на контрольні параметри отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини представлено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Дисперсійний аналіз математичних моделей отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Керуючий фактор	Сума квадратів (SS)	Ступінь вільності (df)	Середнє значення квадрата (MS)	Критерій Фішера	
				F _{розр.}	F _{крит.}
МРЕВ: ВСР, г/100г					
Регресія	52,216	4	13,054	24,597	2,866
Залишки	11,676	22	0,531		
Загальна сума квадратів, SS	63,892	26			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,939				
МРЕВ: ВЦ, г/100г					
Регресія	51,437	4	12,859	29,077	2,866
Залишки	9,729	22	0,442		
Загальна сума квадратів, SS	61,166	26			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,959				
МРЕК: ВСР, г/100г					
Регресія	47,534	4	11,884	26,431	2,866
Залишки	9,892	24	0,450		
Загальна сума квадратів, SS	57,426	26			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,954				
МРЕК: ВЦ, г/100г					
Регресія	53,196	4	13,299	24,202	2,866
Залишки	12,089	22	0,549		
Загальна сума квадратів, SS	65,29	26			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,945				

Перевірку адекватності матмоделей здійснювали за коефіцієнтом детермізації R^2 , який чисельно виражає частку варіацій залежних змінних – чим більше значення R^2 , тим більшу частку варіацій пояснюють змінні, включені до матмоделі.

Для математичної моделі залежності в МРЕВ:

- контрольного параметра ВСР від керуючих факторів (d, W, t, τ) коефіцієнт детермізації R^2 становить 0,939;

- контрольного параметра ВЦ від керуючих факторів (d, W, t, τ) – $R^2 = 0,959$; в МРЕК:
- контрольного параметра ВСП від керуючих факторів (d, W, t, τ) – $R^2 = 0,954$
- контрольного параметра ВЦ від керуючих факторів (d, W, t, τ) – $R^2 = 0,945$.

Коефіцієнт детермізації (R^2) в матмоделях максимально наближений до одиниці, отже досліджувані матмоделі адекватні і придатні для розрахунку оптимальних значень керуючих факторів.

Для підтвердження не випадкового характеру адекватності моделей було використано F-статистику. Діючи відповідно вимог аналізу було перевірено нерівність: $F_{\text{роз}} > F_{\text{крит}}$, де $F_{\text{роз}}$ – розрахунковий критерій Фішера, $F_{\text{крит}}$ – критичний критерій Фішера. При виконання цієї умови адекватність моделі не випадкова. Порівняння критеріїв Фішера підтверджує не випадковий характер отриманих математичних моделей (рис. 3.7).

З метою визначення коефіцієнтів коефіцієнти при змінних рівняння регресії (матмоделі) і встановлення їх значущості проведено регресійний аналіз матмоделей отримання МРЕ. Результати в загальному вигляді зведено в табл. 3.8.

Відповідно, до регресійного аналізу визначено коефіцієнти при змінних (b). Фактори, для яких значення розрахованого критерія Фішера більше за табличне значення ($F_{\text{роз}} \geq F_{\text{крит}} (2,866)$) і рівень значимості ($p \leq 0,05$), вважаються значущими разом із розрахованими коефіцієнтами, тобто здатних впливати і ефективно зрушувати процес екстрагування в напрямку поставленої мети – максимум КП1 і КП2.

Таблиця 3.8

Регресійний аналіз математичних моделей отримання молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Показники	Контрольний параметр								
	Вільний	τ	τ^2	t	t^2	W	W^2	d	d^2
МРЕВ: ВСР, г/100г									
Коефіцієнт при змінних (b)	12,836	2,651	0,793	2,127	0,770	0,110	0,165	-0,201	0,205
Стандартні похибки оцінок (S_b)	0,089	0,220	0,191	0,220	0,191	0,220	0,191	0,220	0,191
Критерій Фішера ($F_{\text{розр}}$)		144,989	17,311	93,299	16,308	0,249	0,749	0,834	1,156
Рівень значимості (p)	0,00000	0,00000	0,0005	0,0000	0,0007	0,623	0,398	0,373	0,297
МРЕВ: ВЦ, г/100г									
Коефіцієнт при змінних (b)	11,095	2,628	0,781	2,098	0,669	0,106	0,314	-0,337	0,211
Стандартні похибки оцінок (S_b)	0,072	0,177	0,153	0,177	0,153	0,177	0,153	0,176	0,153
Критерій Фішера ($F_{\text{розр}}$)		220,888	25,986	140,771	19,083	0,356	4,202	3,626	1,891
Рівень значимості (p)	0,00000	0,00000	0,00008	0,0000	0,0004	0,558	0,055	0,073	0,860
МРЕК: ВСР, г/100г									
Коефіцієнт при змінних (b)	9,106	2,466	0,832	2,102	0,710	0,175	0,071	-0,173	0,085
Стандартні похибки оцінок (S_b)	0,074	0,181	0,156	0,181	0,156	0,180	0,155	0,181	0,156
Критерій Фішера ($F_{\text{розр}}$)		186,639	28,306	135,619	20,642	0,944	0,204	0,919	0,295
Рівень значимості (p)	0,00000	0,00000	0,00005	0,00000	0,0003	0,344	0,657	0,350	0,594
МРЕК: ВЦ, г/100г									
Коефіцієнт при змінних (b)	7,130	2,673	1,020	2,127	0,563	0,224	0,220	-0,321	0,121
Стандартні похибки оцінок (S_b)	0,085	0,209	0,182	0,209	0,182	0,209	0,181	0,209	0,182
Критерій Фішера ($F_{\text{розр}}$)		162,495	31,575	102,907	9,618	1,142	1,470	2,338	0,441
Рівень значимості (p)	0,000000	0,00000	0,00002	0,00000	0,006	0,299	0,241	0,143	0,515

Отримані рівняння регресії (3.1) матмоделей із зазначенням значущих факторів мають вигляд:

– для МРЕВ:

$$\text{ВСП} = 12,836 + 2,651 \cdot \tau + 0,793 \cdot \tau^2 \quad (3.2)$$

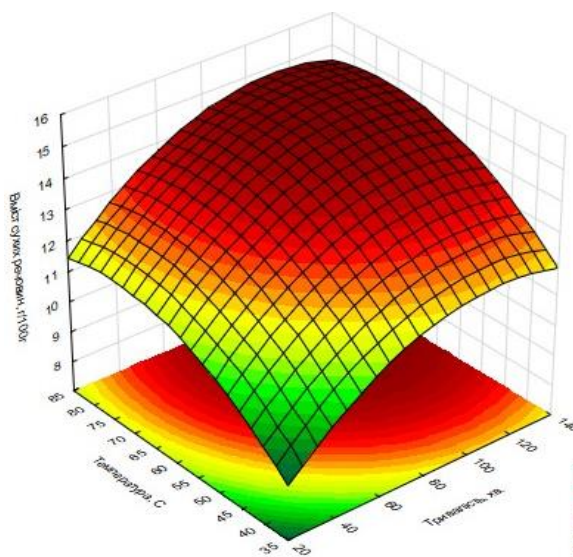
$$\text{ВЦ} = 11,095 + 2,628 \cdot \tau + 0,781 \cdot \tau^2 \quad (3.3)$$

– для МРЕК:

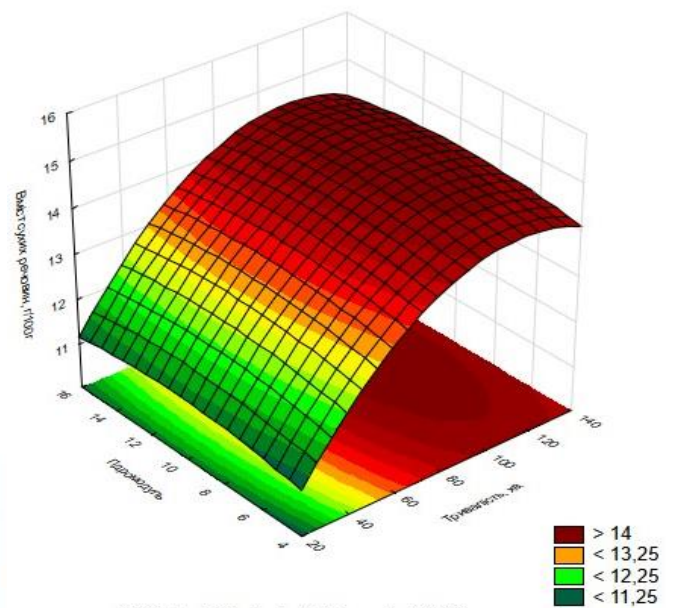
$$\text{ВСП} = 9,106 + 2,466 \cdot \tau + 0,832 \cdot \tau^2 \quad (3.4)$$

$$\text{ВЦ} = 7,130 + 2,673 \cdot \tau + 1,02 \cdot \tau^2 \quad (3.5)$$

Наочний вигляд функцій відкликів, що описується рівняннями (3.2)–(3.3), а також характер впливу керуючих факторів на ВСП і ВЦ в МРЕВ, показано на рис. 3.7–3.8.



а) ВСП = f(t; τ); W = 1:10; d = 0,15 мм



б) ВСП = f(W; τ); d = 0,15 мм; t = 60 °C

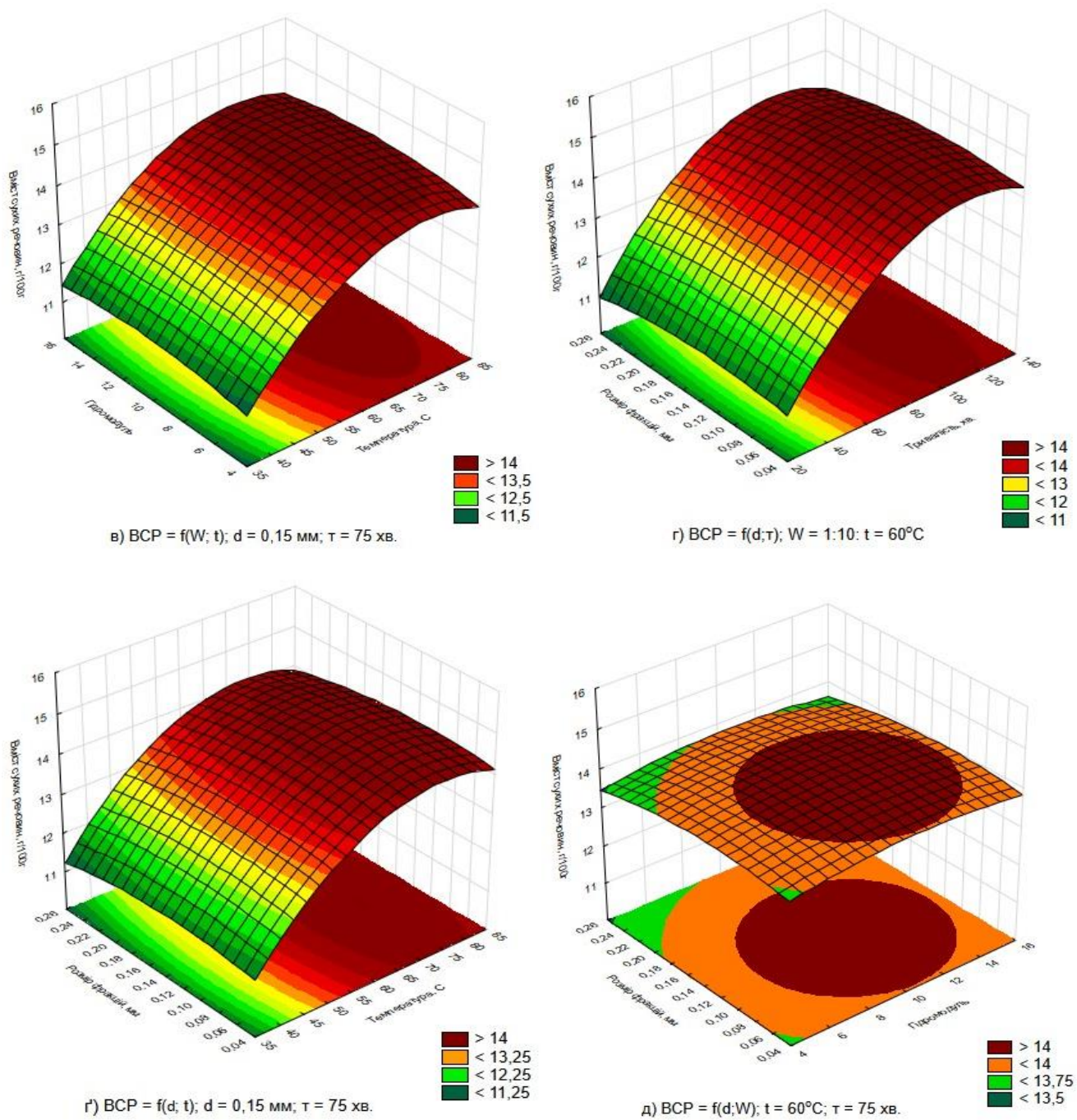
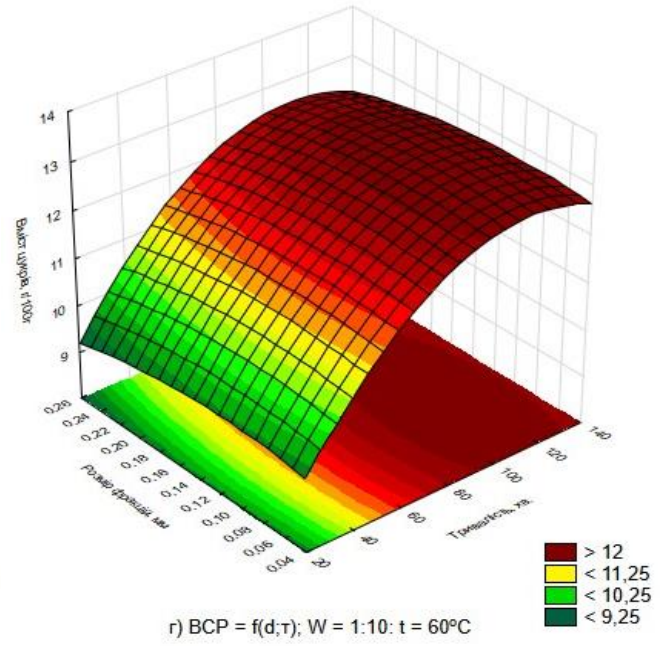
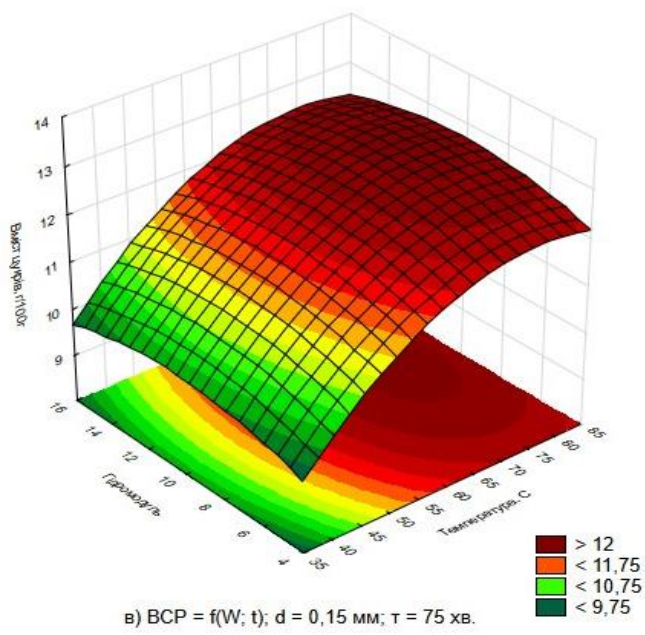
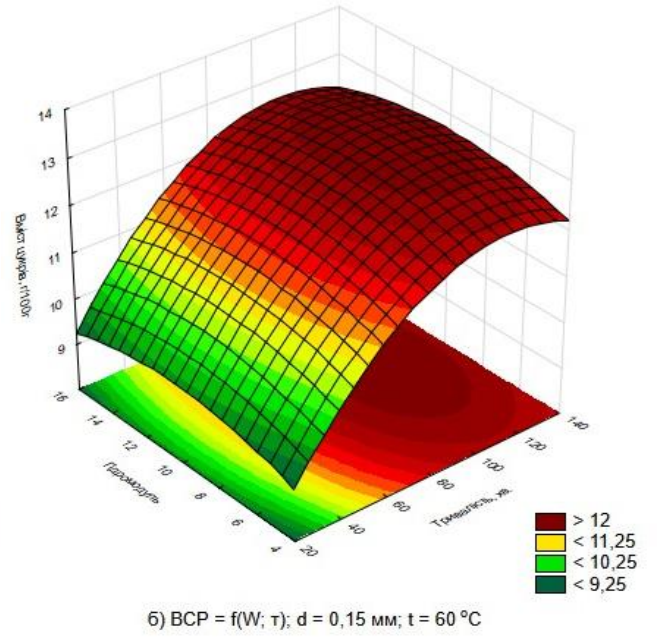
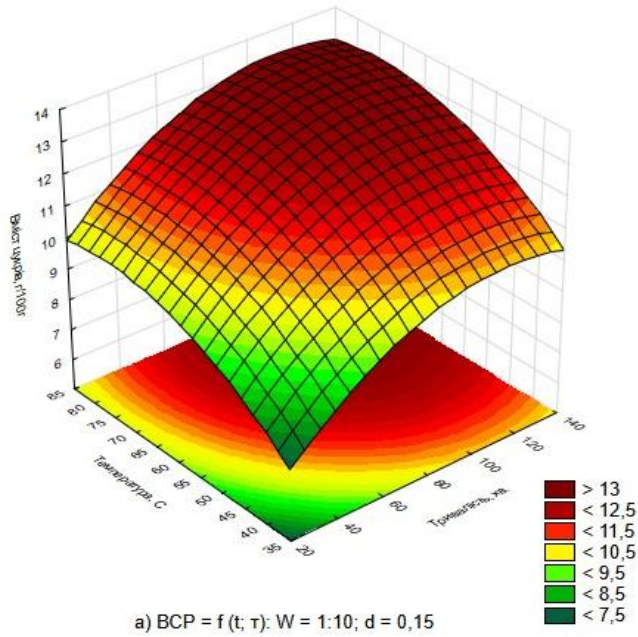


Рисунок 3.7 – Зміна вмісту сухих речовин в молочно-рослинних екстрактах із виноградних вичавків від факторів τ , t , W , d



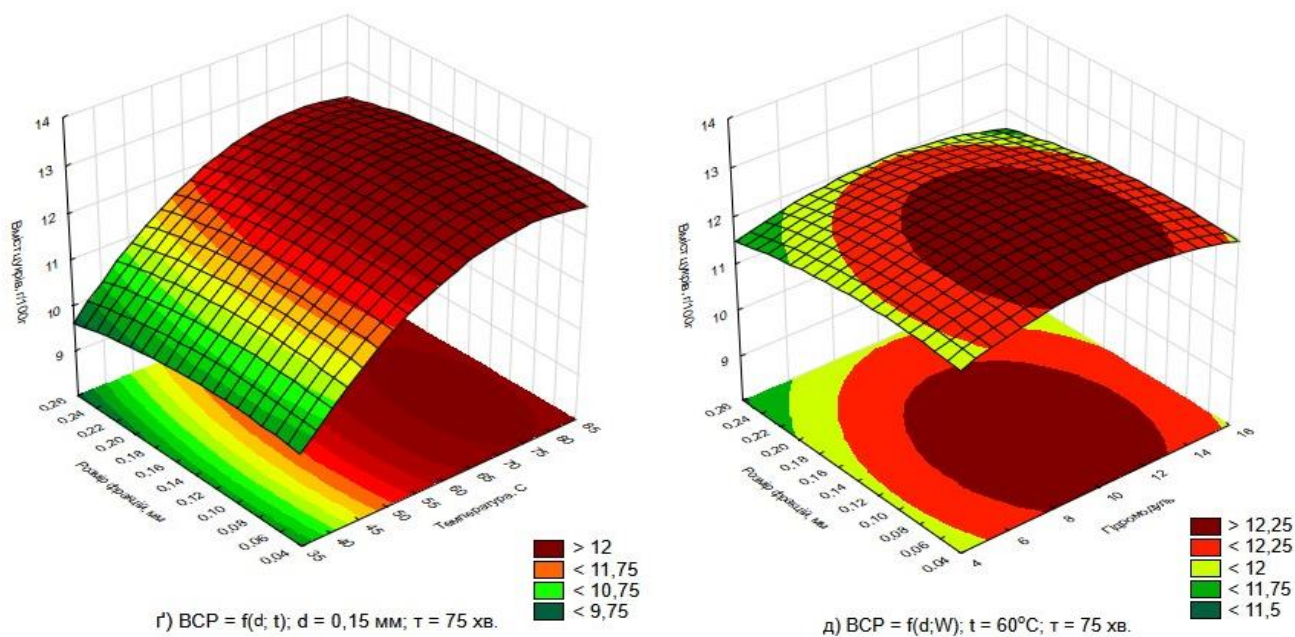


Рисунок 3.8 – Зміна вмісту цукрів в молочно-рослинних екстрактах із виноградних вичавків від факторів τ , t , W , d

Побудовані поверхні відкликів (рис. 3.7 (а, в, г) і 3.8 (а, в, г)) показують, що максимальний ВСР і ВЦ в МРЕВ спостерігається в діапазоні температур 60...80°C. Оптимальним значенням, відповідно вирішеної моделі, є температура екстрагування в діапазоні 75°C

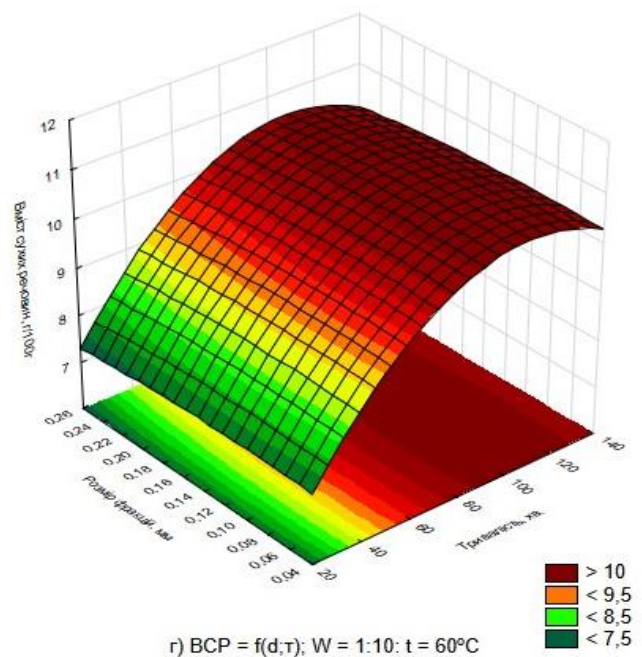
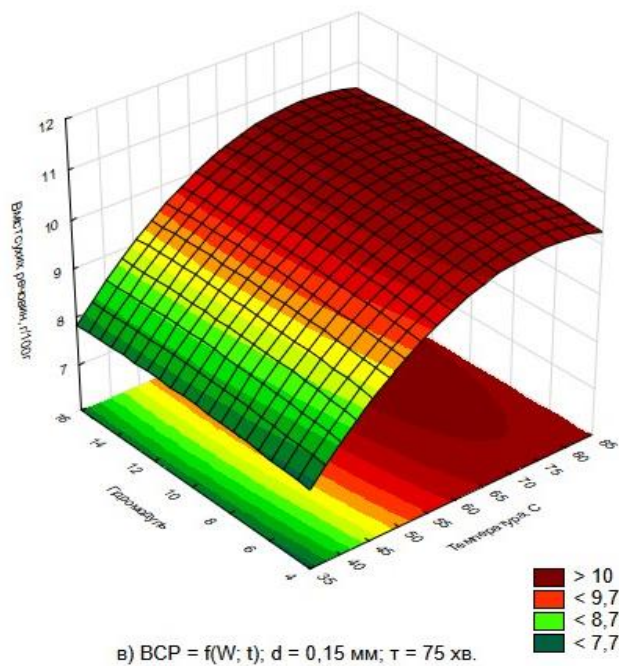
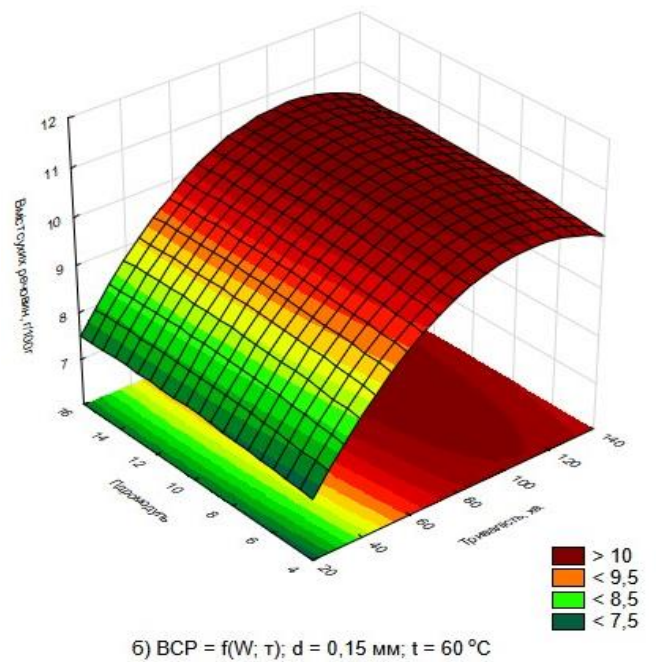
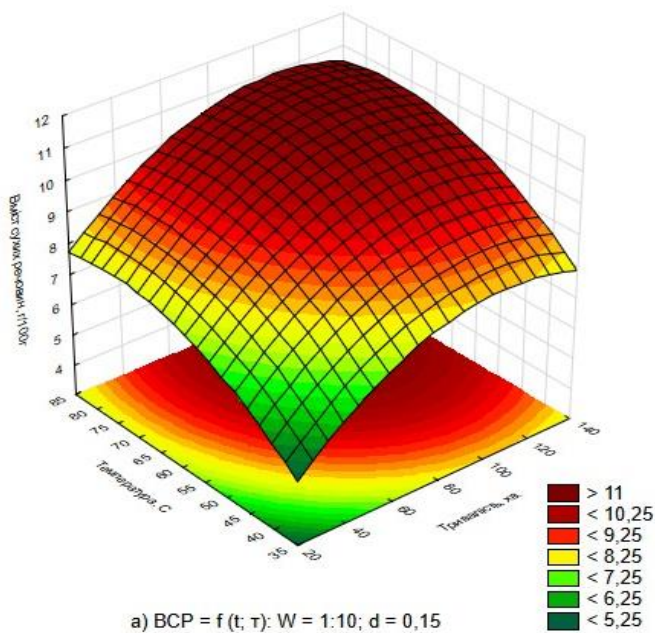
На рис. 3.7 (б, в, г, д) і 3.8 (б, в, г, д) можна спостерігати, що гідромодуль і розмір фракцій майже не впливають на ВСР і ВЦ в МРЕ, що підтверджено дисперсійним і регресійним аналізом про їх не значуваність в матмоделі. Оптимальним значенням визначено гідромодуль 1:10 при розмірі фракцій ВВ 0,12 мм.

Фактор, який чинить найбільший вплив на екстрагування є тривалість процесу. При збільшенні часу екстрагування показники ВСР і ВЦ збільшуються. Оптимальним значенням при вирішенні даної моделі є тривалість екстрагування 112 хв.

Узагальнюючі результати експериментальних даних, планування експерименту з встановленням адекватної матмоделі та її рішення в остаточному варіанті встановлено оптимальні технологічні параметри отримання МРЕВ:

- розмір фракцій – $(0,12 \pm 0,01)$ мм;
- гідромодуль – 1:10;
- температура – $(77,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$;
- тривалість – $(112,0 \pm 1,0)$ хв.

Наочний вигляд функцій відкликів, що описується рівняннями (3.4)–(3.5), а також характер впливу керуючих факторів на ВСП і ВЦ в МРЕК, показано на рис. 3.9–3.10.



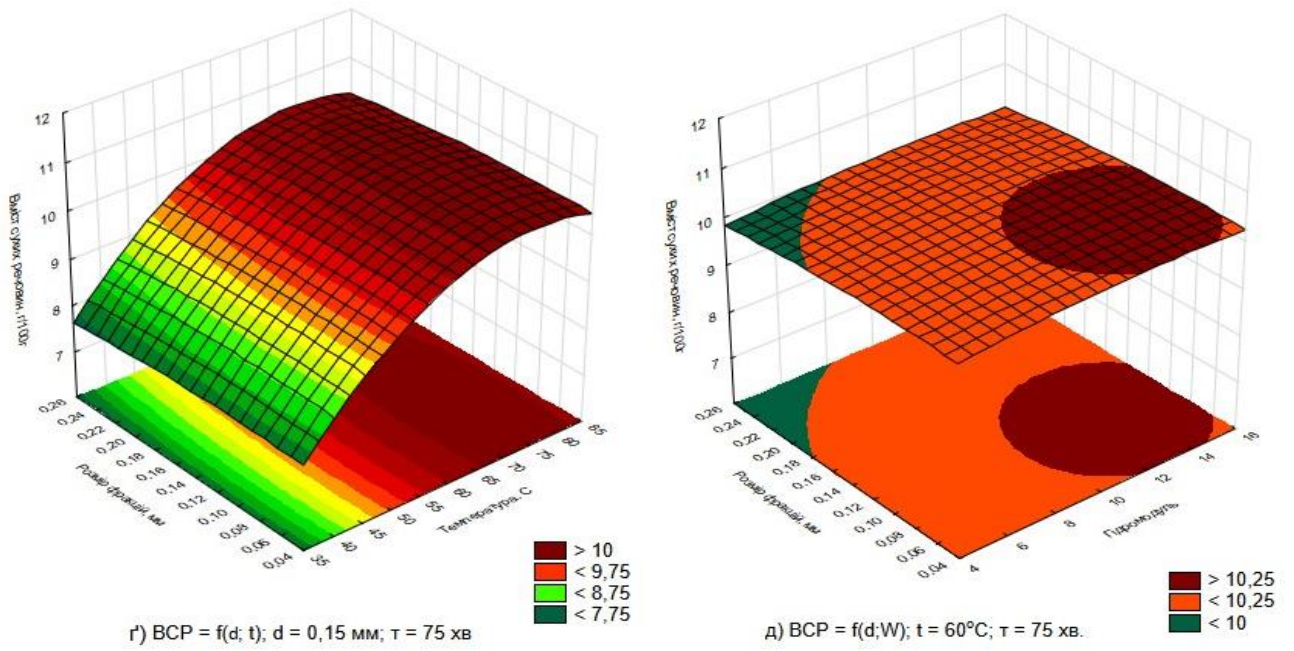
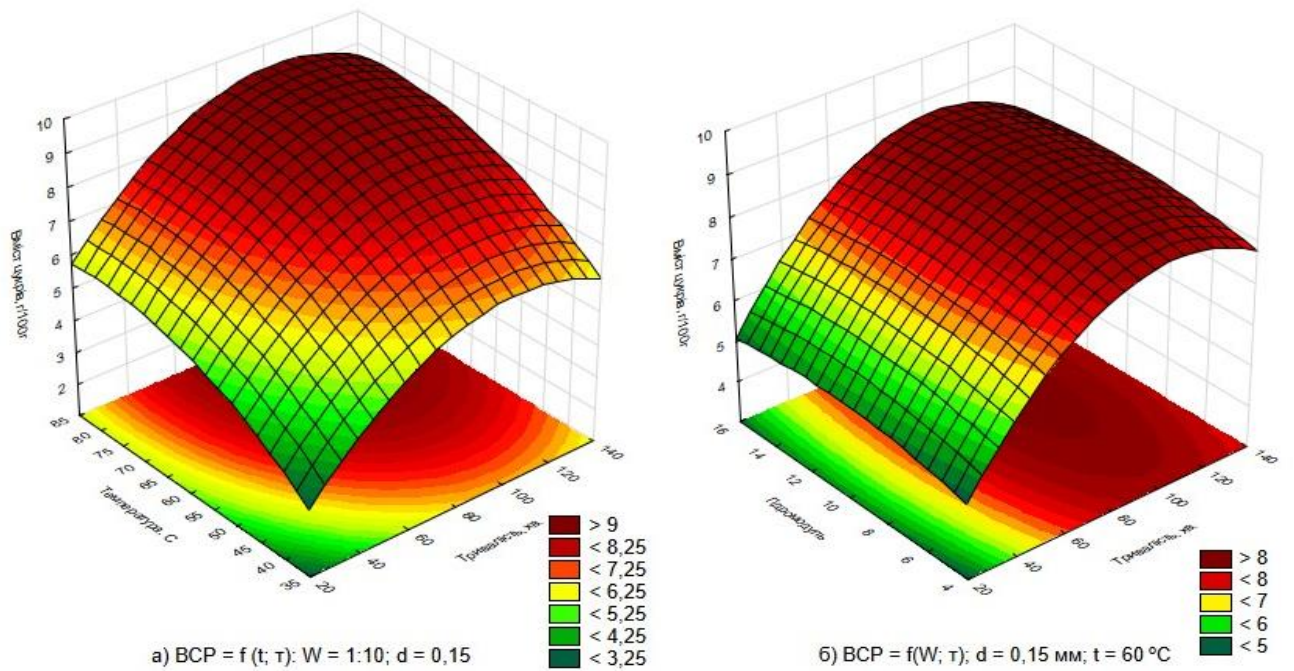


Рисунок 3.9 – Зміна вмісту сухих речовин в молочно-рослинних екстрактах із кукурудзяних качанів від факторів τ , t , W , d



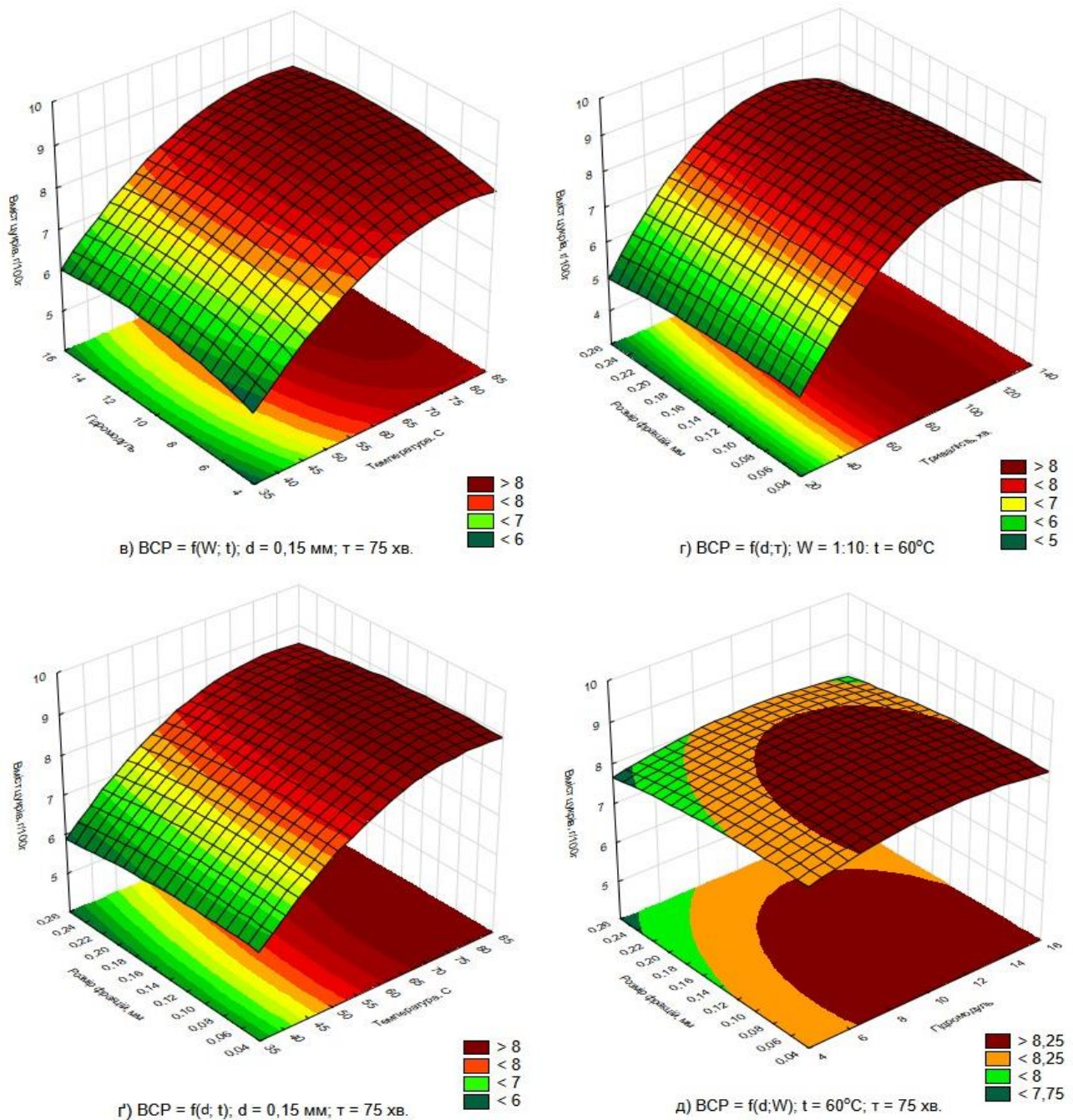


Рисунок 3.10 – Зміна вмісту цукрів в молочно-рослинних екстрактах із кукурудзяних качанів від факторів τ , t , W , d

Аналіз поверхонь відкликів (рис. 3.9 (б, в, г, г, д), 3.10 (б, в, г, г, д)), свідчать про незначний вплив гідромодуля і розміру фракцій КК, що підтверджено регресійними розрахунками. Ефективність екстрагування спостерігається значеннями:

- гідромодуль – 1:13;

- розмір фракцій – 0,09 мм.

Щодо впливу температур екстрагування побудовані поверхні відкликів (рис. 3.9 (а, в, г) і 3.10 (а, в, г)) показують, що максимальний ВСП і ВЦ в МРЕК спостерігається в діапазоні температур 70...80°C. Оптимальним значенням температури є 74°C.

Згідно результатів рішення моделі, ефективність екстрагування зростає пропорційно збільшенню тривалості процесу. Оптимальним значенням тривалості екстрагування є 108 хв.

Отже, визначені оптимальні параметри отримання МРЕК:

- розмір фракцій КК – (0,09±0,01) мм;
- гідромодуль – 1:13;
- температура – (74,0±1,0)°C,
- тривалість – (108±1,0) хв.

3.2.3 Визначення технологічних параметрів ферментативного гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів

Ферментативний гідроліз білків МРЕ сприятиме нарощуванню кількості вільних амінокислот і низькомолекулярних пептидів, що є необхідними для утворення САД добавки.

Ферментативний гідроліз білків МРЕ ефективно здійснювати ФП рослинного (папаїн), тваринного (пепсин) і мікробіологічного (протолад) походження (див. розділ 2). Оскільки основною сировиною МРЕ є МС, то основну частину білків МРЕ складають сироваткові білки.

За субстратної специфічності підібраних ФП (див. розділ 2) здійснено моделювання розщеплення пептидних зв'язків провідних сироваткових білків, зокрема β-лактоглобулін (β -LG), α-лактоальбумін (α -LA) і бичачий сироватковий альбумін (BSA) із використанням баз SWISS-MODEL [189] і UniProt [190]) (додаток Б).

Представлені теоретичні моделі (додаток Б) дозволяють спрогнозувати рівень утворення вільних амінокислот і низькомолекулярних пептидів при гідролізі сироваткових білків різними ФП. Зведена кількість прогнозованих

залишків амінокислот представлено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Кількість амінокислотних залишків модельного розщеплення сироваткових білків різними ферментними препаратами

Найменування білку	Загальна кількість амінокислотних залишків в білку	Ферментний препарат		
		пепсин	папаїн	протолад
β -LG	162	34	27	71
α -LA	123	26	27	57
BSA	607	129	157	240
Всього:	892	189	211	368

Проведені дослідження (табл. 3.6) свідчать, що найбільша кількість розриву пептидних зв'язків можливе при використанні ФП протолад – понад 40% від загальної кількості зв'язків амінокислотних залишків в сироваткових білках.

Для обґрунтування вибору ефективного ФП для гідролізу білків МРЕ з сухих ВВ та білків МРЕ із кукурудзяних качанів (КК) встановлювали вміст в зразках гідролізатів МРЕ (ГМРЕВ => з ВВ), (ГМРЕК з КК) низькомолекулярних пептидів (з молярною масою до 1500), які за [191] першочергово приймають участь в утворенні САР гіркового, солодкого, кислого, солоного та «умамі» смаків.

В дослідженнях використано підготовлені зразки МРЕ (МРЕВ => з ВВ), (МРЕК з КК). Ферментативний гідроліз проводили за параметрів:

для ФП пепсин:

- концентрація ФП – 0,275 О/г білку;
- рН реакційного середовища – 2,0;
- температура – (45,0 $\pm$ 2,0) °С;

для ФП папаїн:

- концентрація ФП – 0,44 О/г білку;
- рН реакційного середовища – 6,0;
- температура – (50,0 $\pm$ 2,0) °С;

для ФП протолад:

- концентрація ФП – 0,55 О/г білку;
- рН реакційного середовища – 7,0;

- температура – $(60,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$.

Гідроліз білків МРЕ проводили протягом 60 хв. По закінченню гідролізу в зразках ГМРЕ визначали вміст низькомолекулярних пептидів за методом, що ґрунтується на застосуванні реактиву Бенедикта (відповідно методики [170]).

Отримані результати вмісту низькомолекулярних пептидів в зразках представлено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Вміст низькомолекулярних пептидів в зразках гідролізатах молочно-рослинних екстрактів

Найменування зразків	Вміст пептидів, мг/мл		
	ФП пепсин	ФП папаїн	ФП протолад
ГМРЕВ	0,251	0,142	0,129
ГМРЕК	0,236	0,130	0,124

Встановлено (табл. 3.10), що найменшим вмістом низькомолекулярних пептидів характеризуються зразки ГМРЕ, отримані при використанні ФП протолад і папаїн. Зразки з використанням ФП пепсин характеризуються вищим вмістом низькомолекулярних пептидів. Такі результати пояснюються різною субстратною специфічністю ФП (див. розділ 2).

Так, ФП пепсин спроможний розщеплювати пептидні зв'язки між фенілаланіном, лейцином, триптофаном і тирозином. Дещо ширша специфічність у ФП папаїн, який розщеплює пептидні зв'язки, між лізином, аргініном, гліцином і фенілаланіном. ФП протолад проявляє вищу специфічність порівняно з папаїном і пепсином, із здатністю розщеплювати пептидні зв'язки між валіном, лейцином, ізолейцином, фенілаланіном, тирозином, триптофаном, серином та гліцином, з накопиченням більшої кількості амінокислот ніж пептидів.

Отже, для наступних експериментальних досліджень остаточно обрано ФП протолад.

На першому етапі досліджено ферментативний гідроліз білків МРЕ при регульованому і нерегульованому рН в реакційних зразках. Регулювання рН проводили відповідно методики підготовки зразків (див. розділ 2).

Гідроліз білків МРЕ проводили за параметрів:

- співвідношення фермент:субстрат – 1:10;
- температура – $(60,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$;
- тривалість – 60 хв.

Ефективність гідролізу білків МРЕ оцінювали за вмістом амінного азоту (ВАА, мг/мл) в ГМРЕВ і ГМРЕК. Результати представлено на рис. 3.11.

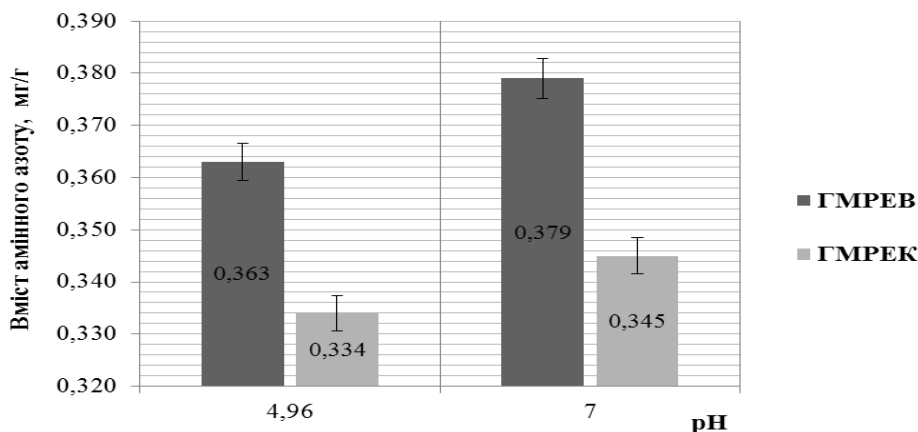


Рисунок 3.11 – Вміст амінного азоту в гідролізатах молочно-рослинних екстрактів після гідролізу за різного значення рН

Дані на рис. 3.11 показують, що при ферментативному гідролізі білків МРЕ при регульованому рН (7,0) ВАА в ГМРЕВ збільшується в 2,01 разів від початкової концентрації. В результаті нерегульованого рН (4,95) також спостерігався гідроліз білків МРЕ і ВАА в ГМРЕВ збільшується в 1,92 разів від початкового значення. В ГМРЕК при регульованому рН (7,0) відбувається збільшення ВАА в 1,97 разів від початкового значення, при нерегульованого рН (4,96) – в 1,91 разів від початкового значення.

Із отриманих даних можна зробити висновок, що ФП протолад характеризуються високою активністю при широкому діапазоні рН. При проведенні гідролізу білків МРЕ із застосуванням зазначеного ферменту виключається необхідність в додатковому регулюванні рН в зразках МРЕ.

На другому етапі визначено раціональні технологічні режими ферментативного гідролізу МРЕ із вторинної сировини обраним ФП протолад, зокрема концентрації ФП і тривалість гідролізу.

В дослідженнях використано підготовлені зразки МРЕ (МРЕВ => з ВВ),

(МРЕК з КК) із різним співвідношенням фермент:субстрат від 1:5 до 1:15 (з інтервалом 5), що еквівалентно активності ФП протолад від 0,275 до 0,825 О/г білку. Гідроліз білків МРЕ проводили за параметрів:

- температура – $(60,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$;
- тривалість – 20...60 хв.

Ефективність гідролізу білків МРЕ оцінювали за вмістом амінного азоту (ВАА, мг/мл) в ГМРЕВ і ГМРЕК.

На рис. 3.12 представлено результати ВАА в ГМРЕ після гідролізу білків МРЕ за різної тривалості та співвідношення фермент:субстрат.

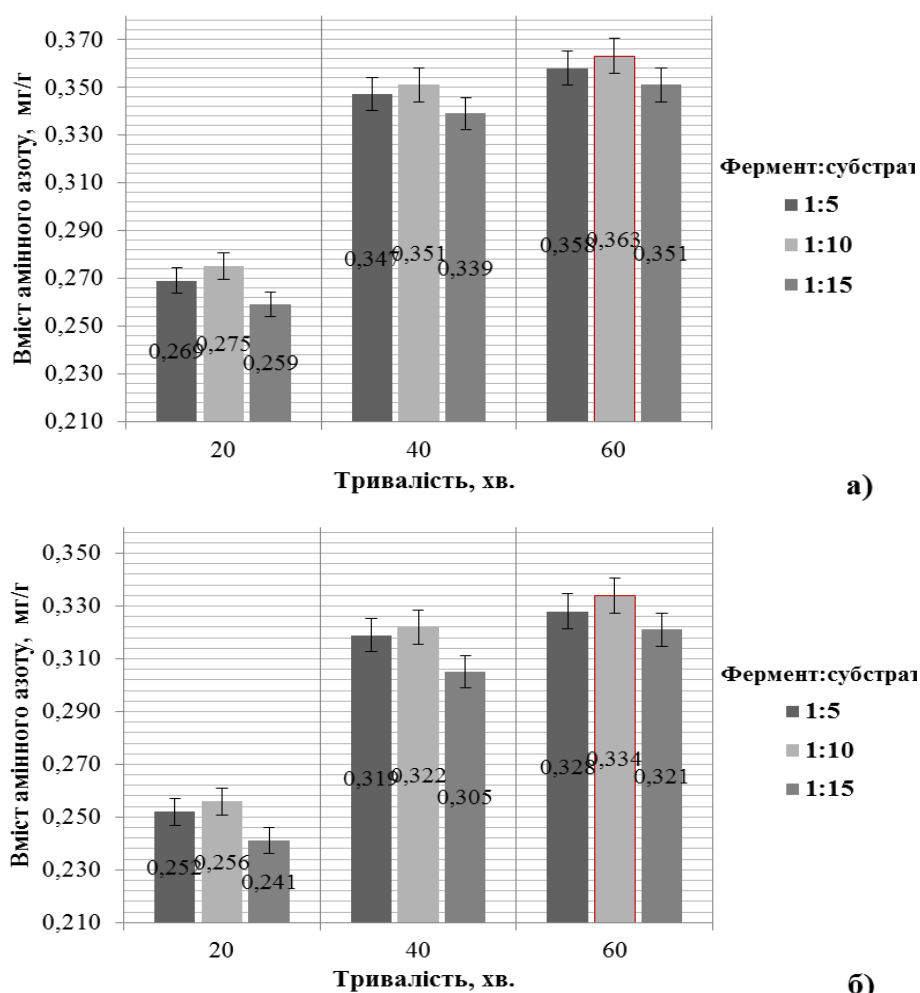


Рисунок 3.12 – Вміст амінного азоту в гідролізатах молочно-рослинних екстрактів: а) із виноградних вичавків; б) кукурудзяних качанів після гідролізу за різної тривалості та співвідношення фермент:субстрат

Результати експериментальних досліджень (рис. 3.12) засвідчили, що максимальне збільшення ВАА в ГМРЕВ і ГМРЕК досягається при співвідношенні

фермент:субстрат 1:10 (0,55 О/г білку). Також визначено, що через 60 хв. гідролізу відбувається збільшення ВАА на 92,1% і 90,8%, відповідно, від початкового значення (ВАА в МРЕВ=0,189 мг/г; в МРЕК=0,175 мг/г) .

3.2.4 Оптимізація технологічних параметрів ферментативного гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Використано метод математичного моделювання, а саме повно факторний експеримент (ПФЕ) з методологією поверхні відклику.

Дієві зв'язки між вхідними (керуючими) факторами і вихідними параметрами гідролізу білків МРЕ представлено у вигляді параметричної схеми (рис. 3.13).



Рисунок 3.13 – Параметрична схема функціональних зв'язків в системі ферментативного гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів

До керуючих факторів відносяться:

- співвідношення фермент:субстрат (F);
- тривалість гідролізу, (τ, хв.).

За контрольний параметр вибрано вміст амінного азоту (ВАА, мг/мл) в ГМРЕ.

Досліджувана модель ферментативного гідролізу білків МРЕ описується рівнянням (3.6):

$$\text{ВАА} = b_0 + b_1 \cdot \tau + b_{11} \cdot \tau^2 + b_2 \cdot F + b_{22} \cdot F^2 \quad (3.6)$$

де $b_0, b_1, b_{11}, b_2, b_{22}$ – коефіцієнти при змінних;

F – співвідношення фермент:субстрат;

τ – тривалість гідролізу, хв.

Матрицю планування експерименту, обробка експериментальних даних, із проведенням дисперсійного та регресивного аналізу, значення функцій відклику здійснювалося в середовищі програми *Statistica 10* (Додатку В).

Для створення матриці планування експерименту плануємо зміну керуючих

факторів на трьох рівнях: X_0 , $-X$; $+X$, із кроком варіювання $\pm\Delta$. Рівні варіювання керуючих факторів ПФЕ представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.11

Рівні варіювання керуючих факторів
в системі гідроліз білків молочно-рослинних екстрактів

Операція	Позначення	Керуючі параметри	
		F	τ , хв.
Інтервал варіювання	$\pm\Delta$	1:5	20
Рівні:			
нульовий	0	1:10	40
нижній	-1	1:5	20
верхній	+1	1:15	60

Оскільки в плануванні ПФЕ створюється матриця з чотирьох керуючих факторів n (F, τ), на трьох рівнях змін (X_0 , $-X$; $+X$), експеримент здійснюватиметься за числом достатніх дослідів, які розраховуються за рівнянням: $N = 3^n = 3^2 = 9$. Отже, 9 дослідів достатньо для реалізації всіх можливих комбінацій зміни керуючих факторів.

Матриця-план ПФЕ зображена в табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Матриця-план ПФЕ впливу керуючих факторів на контрольні параметри в системі гідроліз білків молочно-рослинних екстрактів

№ досліду	Позначення рівня зміни факторів		Спільна дія керуючих факторів	
	F	τ , хв.	F	τ , хв.
1	-1	-1	1:5	20
2	-1	0	1:5	40
3	-1	1	1:5	60
4	0	-1	1:10	20
5	0	0	1:10	40
6	0	1	1:10	60
7	1	-1	1:15	20
8	1	0	1:15	40
9	1	1	1:15	60

З метою уникнення систематичних помилок при проведенні дослідження, експерименти проводилися у випадковому порядку (рандомізовано). Кожну лінійку дослідів ($N=27$) повторювали по 3 рази (додаток В). Усереднені результати $ВАА_{\text{сер}}$ наведені в табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Усереднені результати дослідження впливу керуючих факторів на контрольний параметр в системі гідроліз білків молочно-рослинних екстрактів

№ досліду	Спільна дія керуючих факторів		Контрольні параметри	
	F	τ , хв.	МРЕВ	МРЕК
			ВАА _{сер} , мг/г	ВАА _{сер} , мг/г
1	1:5	20	0,269	0,252
2	1:5	40	0,347	0,319
3	1:5	60	0,358	0,328
4	1:10	20	0,275	0,256
5	1:10	40	0,351	0,322
6	1:10	60	0,363	0,334
7	1:15	20	0,259	0,241
8	1:15	40	0,339	0,305
9	1:15	60	0,351	0,321

Дисперсійний аналіз впливу керуючих факторів на контрольний параметр гідролізу білків МРЕ представлено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Дисперсійний аналіз матмоделей в системі гідроліз білків молочно-рослинних екстрактів

Керуючий фактор	Сума квадратів (SS)	Ступінь вільності (df)	Середнє значення квадрата (MS)	Критерій Фішера	
				F _{розр.}	F _{крит.}
МРЕВ					
Регресія	0,012	2	0,006	15,373	5,143
Залишки	0,002	6	0,0004		
Загальна сума квадратів, SS	0,015	8			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,9996				
МРЕК					
Регресія	0,009	2	0,005	17,200	5,143
Залишки	0,002	6	0,0003		
Загальна сума квадратів, SS	0,011	8			
Коефіцієнт детермізації (R ²)	0,9988				

Перевірка адекватності математичних моделей з реальним зв'язком параметрів в експерименті здійснювалося за критерієм детермінантності R^2 , значення якого повинно бути максимально наближено до одиниці. Для матмоделі залежності контрольного параметра (ВАА, мг/г) в системі гідролізу білків МРЕВ від керуючих факторів R^2 становить 0,9996, а для МРЕК – $R^2 = 0,9988$.

Коефіцієнт детермізації (R^2) в матмоделях максимально наближений до одиниці, отже досліджувані матмоделі адекватні і придатні для розрахунку оптимальних значень керуючих факторів.

Для підтвердження не випадкового характеру адекватності моделей було використано F-статистику. В матмоделях (табл. 3.14) підтверджується нерівність $F_{\text{роз}} > F_{\text{крит}}$, що свідчить про не випадковий характер отриманих математичних моделей.

З метою визначення коефіцієнтів при змінних рівняння регресії (матмоделі) і встановлення їх значущості проведено регресійний аналіз матмоделей гідролізу білків МРЕВ. Результати в загальному вигляді зведено в табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Регресійний аналіз математичних моделей гідролізу білків молочно-рослинних екстрактів

Показники	Вільний	F	F^2	τ	τ^2
МРЕВ					
Коефіцієнти при змінних (b)	0,3236	-0,0083	0,0092	0,0897	0,0332
Стандартні похибки оцінок (S_b)	0,0004	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009
Критерій Фішера ($F_{\text{розр}}$)		72,115	116,346	8349,346	1523,115
Критичні точки розподілу Стюдента ($t_{\text{розр}}$)	807,643	-8,492	10,786	91,375	39,027
Рівень значимості (p)	0,00000	0,00105	0,00042	0,00000	0,00000
МРЕВ					
Коефіцієнти при змінних (b)	0,2976	-0,0107	0,0097	0,0780	0,0267
Стандартні похибки оцінок (S_b)	0,0005	0,0014	0,0012	0,0014	0,0012
Критерій Фішера ($F_{\text{розр}}$)		54,857	60,071	2933,357	457,143
Критичні точки розподілу Стюдента ($t_{\text{розр}}$)	506,094	-7,4066	7,751	54,161	21,381
Рівень значимості (p)	0,00000	0,00177	0,00149	0,00000	0,00002

Відповідно, до регресійного аналізу визначено коефіцієнти при змінних (b). Фактори, для яких значення розрахованого критерія Фішера більше за табличне значення ($F_{\text{розр}} \geq F_{\text{крит}} (5,143)$) і рівень значимості ($p \leq 0,05$), вважаються значущими разом із розрахованими коефіцієнтами, тобто здатних впливати і ефективно зрушувати процес гідролізу в напрямку поставленої мети – максимум контрольного параметра (ВАА, мг/г).

В результаті регресійного аналізу визначено коефіцієнти при керуючих

параметрах рівняння регресії. Таким чином, отримане рівняння (3.6) з розрахованими коефіцієнтами при керуючих факторах має вигляд:

- для гідролізу білків МРЕВ:

$$BAA = 0,3236 - 0,0083 \cdot F + 0,0092 \cdot F^2 + 0,0897 \cdot \tau + 0,0332 \cdot \tau^2 \quad (3.7)$$

- для гідролізу білків МРЕК:

$$BAA = 0,2976 - 0,0107 \cdot F + 0,0097 \cdot F^2 + 0,0780 \cdot \tau + 0,0267 \cdot \tau^2 \quad (3.8)$$

Вплив взаємодії керуючих параметрів на функцію відклику при гідролізі білків МРЕ представлено в графічному вигляді (рис. 3.14).

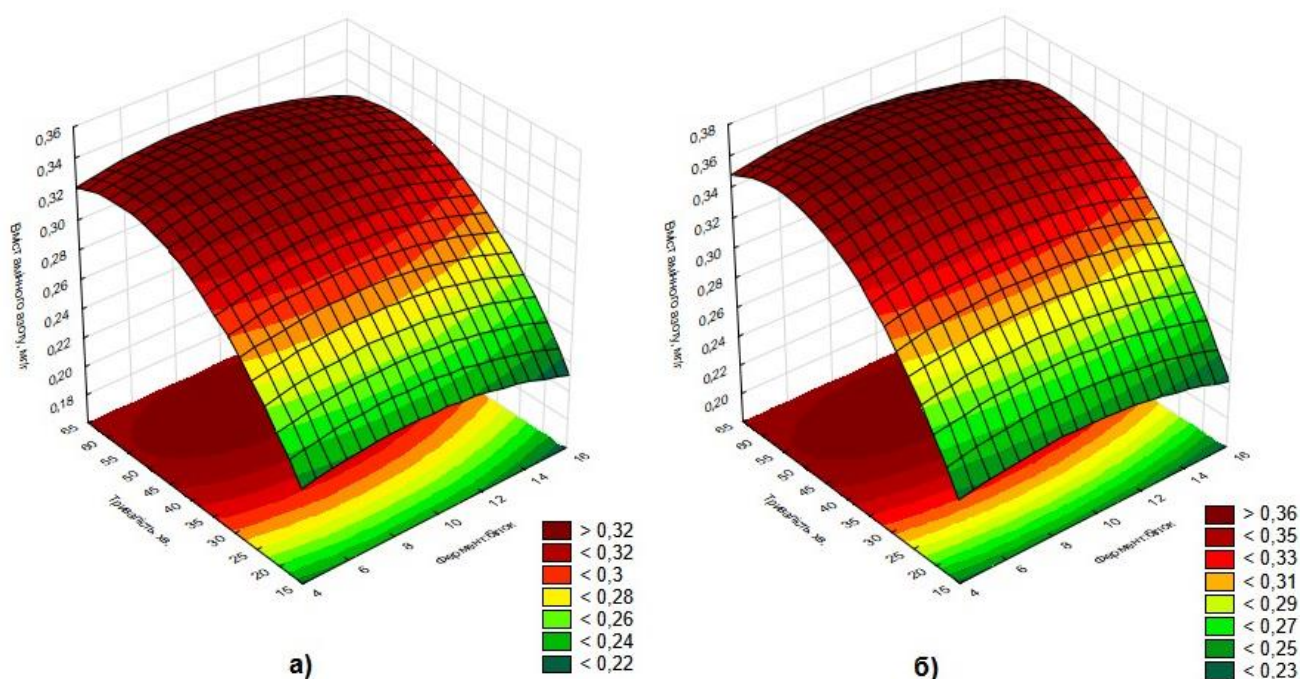


Рисунок 3.14 – Вплив керуючих факторів в системі гідролізу білків молочно-рослинного екстракту: а) із виноградних вичавків; б) із кукурудзяних качанів на вміст амінного азоту в гідролізаті

Аналіз поверхонь відклику дії керуючих факторів ферментативного гідролізу білків МРЕВ (рис. 3.14а) і МРЕК (рис.3.14б) показав, що на ВАА в ГМРЕ суттєво впливає тривалість гідролізу. Найвище значення ВАА спостерігається в діапазоні 40...60 хв. Оптимальним значенням тривалості гідролізу білків МРЕВ і МРЕК складає 53,5 і 54,6 хвилини, відповідно.

Вміст ВАА в ГМРЕ залежить від співвідношення фермент:субстрат. Згідно розробленої математичної моделі (рис. 3.14) високий ВАА спостерігається в

діапазоні співвідношення фермент:субстрат 1:5...1.:12, а оптимальним значенням для гідролізу білків МРЕВ є 1:8,9; для гідролізу білків МРЕК – 1:8,6.

Таким чином, отримано наступні оптимальні значення технологічних параметрів гідролізу білків МРЕ прийнятні для обох варіантів – МРЕВ і МРЕК:

- співвідношення фермент:субстрат – 1:(8,7±0,1),
- тривалість гідролізу – (54,0±1,0) хв.

3.2.5 Дослідження якісних показників гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Органолептичні показники отриманих ГМРЕ представлено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

Органолептичні показники гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

Показник	ГМРЕВ	ГМРЕК
Зовнішній вигляд	Не прозора рідина, без осаду	Не прозора рідина, без осаду
Колір	Світло-бордовий	Світло-жовтий
Запах	Кислувато-сироватковий, виноградний, гармонійний	Кислуватий, сироватковий
Смак	Солодко-кислий, виноградний, терпкий, гіркуватий, з присмаком «умамі»	Кислуватий, солоний, «умамі», з гіркуватим присмаком

Колір, смак і аромат ГМРЕ характерний сировині, яка використовується. В ГМРЕВ в смаку відзначено терпкість, оскільки в хімічному складі ВВ і ГМРЕВ містяться фенольні сполуки (табл. 3.3, 3.10). В ГМРЕК відзначено солонуватість, оскільки цукор ксилоза, який входить до складу екстракту, має нижчу солодкість ніж фруктоза і глюкоза, отже гірше перекривається характерний солонуватий присмак гідролізатів білків.

Результати проведеного хімічного аналізу ГМРЕ представлено в табл. 3.17.

Таблиця 3.17

Фізико-хімічні показники гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	ГМРЕВ	ГМРЕК
Активна кислотність, рН од.	4,95 ±0,01	4,96 ±0,01
Густина, кг/м ³	1031,0 ±0,1	1030,0 ±0,1
Антиоксидантна активність, мг/мл	12,72 ±0,5	6,58 ±0,3
Кількість ароматоутворюючих речовин, мл Na ₂ S ₂ O ₃ /100 г	497,0 ±1,0	458,0 ±1,0
Вміст сухих речовин, г/100 г	16,45 ±0,2	11,07 ±0,1
Білок, г/100 г	2,05 ±0,01	1,34 ±0,01
Жири, г/100 г	0,81 ±0,01	0,62 ±0,01
Вміст амінного азоту, мг/мл	0,367 ±0,005	0,336 ±0,005
Вуглеводи, г/100 г в тому числі цукри	13,60 ±0,05	9,11 ±0,03
Лактоза	4,25 ±0,02	4,28 ±0,02
Глюкоза	3,26 ±0,04	1,68 ±0,03
Галактоза	0,73 ±0,02	0,21 ±0,01
Фруктоза	5,36 ±0,05	-
Ксилоза	-	2,94 ±0,02
Органічні кислоти, г/100 г	1,05 ±0,01	0,92 ±0,01
Вміст фенольних сполук, мг/100 г	389,81 ±0,95	51,20 ±0,31

Результати аналізу (рис. 3.16) свідчать, що в ГМРЕ основну частину складають вуглеводи 13,6% і 9,11%, відповідно для ГМРЕВ і ГМРЕК. Значний вміст біофлавоноїдів у ВВ зумовлює збільшення антиоксидантної активності МРЕВ. Антиокислювальні властивості зумовлюють також амінокислоти, як тирозин, метіонін, цистеїн (табл. 3.18).

Дослідження амінокислотного складу ГМРЕ представлено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18

Амінокислотний склад гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини

(n=3, P≤0,05)

Найменування амінокислоти	Вміст вільних амінокислот, мг/г				
	МС	ГМРЕВ	ΔАК*****	ГМРЕК	ΔАК
Гліцин	4,8	7,2	2,4	7,0	2,2
Аланін	3,9	5,5	1,6	5,4	1,5
Валін*, **	10,9	14,5	3,6	14,4	3,5
Лейцин*, **	12,5	17,6	5,1	17,3	4,8
Ізолейцин*, **	8,5	13,9	5,4	13,8	5,3
Серин	15,7	23,6	7,9	23,4	7,7
Треонін*	2,7	3,9	1,2	3,1	0,4
Аспарагінова кислота ***	20,8	31,3	10,5	31,1	10,3
Глутамінова кислота ***	17,9	28,1	10,2	27,6	9,7
Аспарагін ***	9,8	16,4	6,6	15,5	5,7
Глутамін ***	15,3	23,2	7,9	21,9	6,6
Аргінін	9,8	18,4	8,6	18,1	8,3
Лізин*, **	7,9	15,5	7,6	14,4	6,5
Метіонін*	4,3	5,2	0,9	5,2	0,9
Цистеїн	8,4	13,2	4,8	12,2	3,8
Тирозин **	15,7	25,4	9,7	25,2	9,5
Фенілаланін*, **	9,3	17,1	7,8	16,9	7,6
Триптофан*	2,1	3,9	1,8	3,9	1,8
Гістидин	2,4	2,6	0,2	2,6	0,2
Пролін	26,0	48,3	22,3	43,1	17,1
Σ незамінних амінокислот	58,2	91,6	33,4	89,0	30,8
Σ замінних амінокислот	150,5	243,2	92,7	233,1	82,6
Σ «уамі» амінокислот	74,7	113,5	38,8	110,5	35,8
Σ «гірких» амінокислот	64,8	104,0	39,2	102,0	37,2
Σ амінокислот	208,7	334,8	126,1	322,1	113,4

Примітка. * незамінні амінокислоти; ** «гіркі» амінокислоти; *** амінокислоти «уамі» смаку;

*****ΔАК – різниця між вмістом вільної амінокислоти в ГМРЕ і в МС

Згідно даних табл. 3.11, в ГМРЕ ідентифіковано 19 амінокислот. Слід відзначити, що ГМРЕ містять амінокислоти, які є попередниками «уамі» смаку – це аспарагінова і глутамінова кислоти, а також аспарагін і глутамін. Присутні «гіркі» амінокислоти, зокрема валін, лейцин, ізолейцин, лізин, тирозин, фенілаланін. Дані амінокислоти разом із низькомолекулярними пептидами утворюють специфічний для гідролізатів гіркий смак.

Загалом вміст вільних амінокислот в ГМРЕВ і ГМРЕК значно збільшився в порівнянні із вхідною сировиною – МС, на 126,1 і 113,4 мг/г, відповідно.

Отже, комплексний аналіз якісних показників ГМРЕ показує, що окрім попередників смаку і аромату, зразки містять значний запас біологічно-активних речовин, зокрема фенольні сполуки і володіють антиоксидантною активністю.

3.3 Дослідження технологічних параметрів отримання натуральних смако-ароматичних добавок

3.3.1 Визначення технологічних параметрів утворення смако-ароматичних речовин

Відповідальним етапом технології НСАД є утворення САР при тепловій обробці ГМРЕ (реакція Майяра) за якої відбувається взаємодія редукуючих цукрів з вільними амінокислотами. Як результат – накопичення проміжних та кінцевих продуктів реакції, які володіють ароматичними і смаковими характеристиками, можлива зміна кольору продуктів реакції.

Характер утворених САР визначають реакційні амінокислоти і цукри. Відомо, що в реакції Майяра реакційноздатні лише редукуючі цукри, при чому альдоза більш активні з амінокислотами ніж кетози [195]. Змінюючи тип цукру, який вступає в реакцію з амінокислотою можна отримувати нові САР. Дане питання розглянуто на модельній системі «гідролізат сироваткового білка : цукор» в авторській роботі [196]. Результати показали, що з додаванням ксилози до гідролізату сироваткових білків і подальшій температурній обробці тривалістю 25...35 хв. в ароматі і смаку переважали дескриптори подібні м'ясному і «умам»; глюкози – солодкі, карамельні і подібні шоколадному; фруктози – карамельні і фруктові; лактози – карамельні. Відповідно до отриманих результатів, були обрані дескриптори, за якими оцінювалися САР після теплової обробки ГМРЕ (ГМРЕТ).

На інтенсивність утворення САР впливають такі технологічні параметри теплової обробки, як температура і тривалість. Зазначені параметри дозволяють контролювати вихід та баланс продуктів реакції Майяра.

В роботі досліджувалися вплив параметрів теплової обробки ГМРЕВ і

ГМРЕК:

- температура – (110...140)°C;
- тривалість – 5...35 хв.

За контрольні параметри оцінювання впливу теплової обробки на утворення САР в ГМРЕТ, вибрано: ВАА і ВЦ, зміна/поява забарвлення (оптична щільність), зміна/поява дескрипторів смаку і аромату.

На першому етапі визначалися вплив температурних режимів і тривалості обробки ГМРЕ на зміну ВАА і ВЦ в ГМРЕТ. Результати представлено на рис. 3.15.

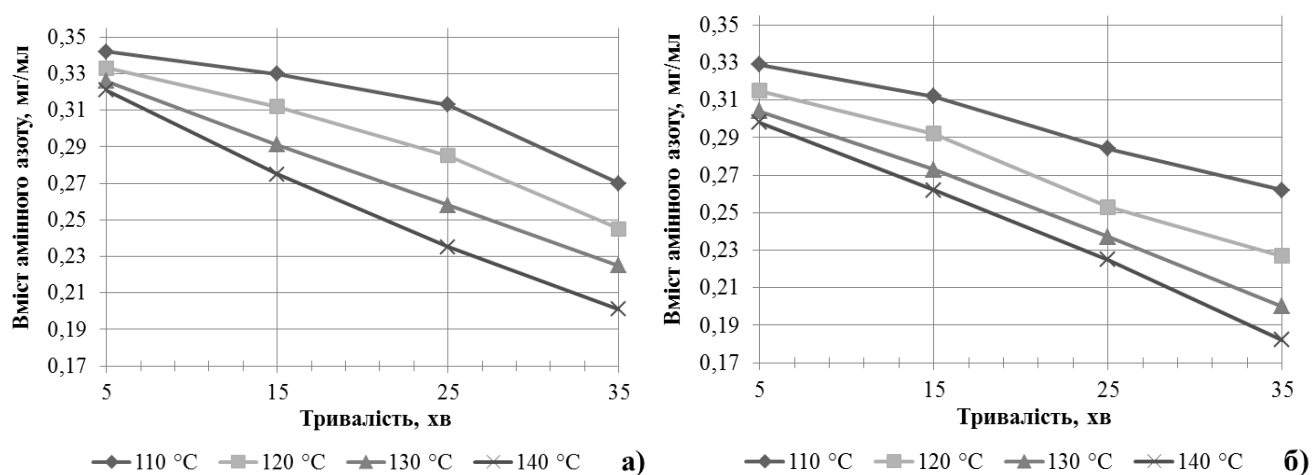


Рисунок 3.15 – Динаміка вмісту аміноного азоту при тепловій обробці гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини: а) із виноградно-сировинних екстрактів; б) із кукурудзяних качанів

Дані представлені на рис. 3.18 показують, що при збільшенні тривалості теплової обробки ГМРЕ ВАА зменшуються за всіх дослідних температурних режимів. Найменшою втратою ВАА (на 22...26% від початкового значення) характеризується зразки ГМРЕТ оброблені за температури 110°C тривалістю 35 хв. Найбільшим ВАА (на 45,2% від початкового значення) характеризуються зразки ГМРЕТ оброблені за температури 140°C тривалістю 35 хв.

Зауважимо, що під час теплової обробки (реакції Майяра) можуть протікати реакції як взаємодії амінокислот з цукрами, так і розпад амінокислот. Дослідження стадії взаємодії амінокислот з цукрами встановлювали при одночасному визначенні динаміки ВЦ в зразках ГМРЕТ (рис. 3.16).

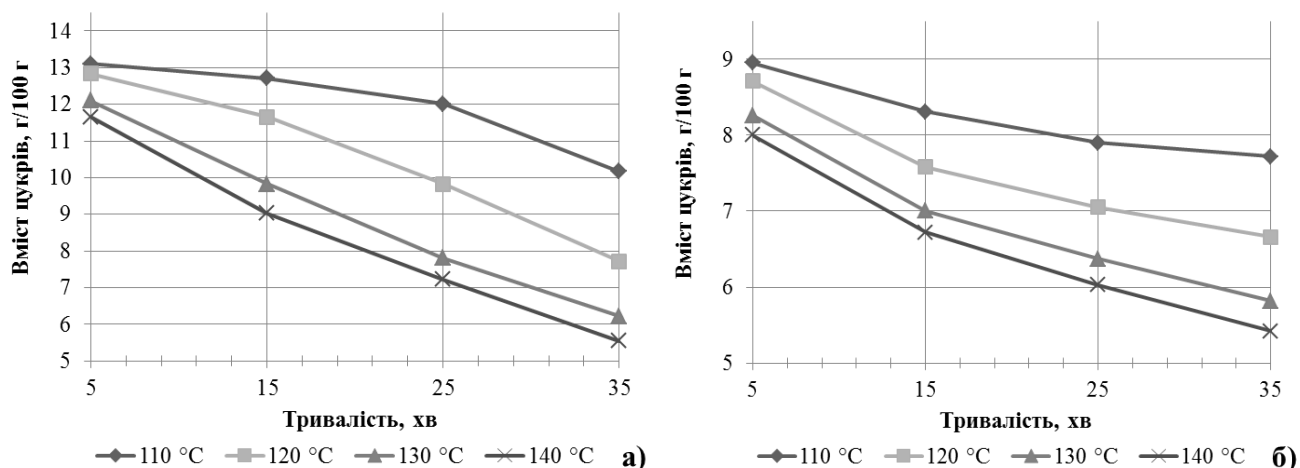


Рисунок 3.16 – Динаміка вмісту цукрів при тепловій обробці гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини: а) із виноградних висівок; б) із кукурудзяних качанів

Результати (рис. 3.16) показують, що при температурі 110°C ВЦ в зразках ГРМЕТ зменшується на 15...25% від початкового значення. При збільшенні температури обробки до 120..130°C тривалістю 35 хвилин в ГРМЕВТ ВЦ (рис. 3.16а) зменшується на 43...54% від початкового значення. В діапазоні температур 130...140°C тривалістю обробки 25 хв. спостерігається максимальне зниження ВЦ (на 42...46%) від початку реакції. Збільшення тривалості теплової обробки до 35 хв. ВЦ в ГМРЕВ зменшується на 54...56% від початкового значення.

В зразку ГМРЕКТ (рис. 3.19б) при тепловій обробці за температури 120°C тривалістю 25 хв. відбувається зменшення ВЦ на 22% від початкового значення. При підвищенні температурних режимів (130...140°C) і тривалості теплової обробки до 35 хв. ВЦ в ГМРЕКТ зменшується на 36...40% від початкового значення.

За однакових параметрів теплової обробки ГРМЕ (температури і тривалості) (рис. 3.16 і 3.17) спостерігаються відмінності в динаміці зміни контрольних параметрів (ВАА і ВЦ). При цьому, зменшення ВАА і ВЦ характерне для всіх стадій реакції Майяра. На початковій стадії відбувається взаємодія цукрів з амінокислотами, на проміжній стадії – фрагментація цукрів. Ці реакції також можуть проходити паралельно. При збільшенні температурних режимів теплової обробки збільшується активна форма цукрів, в яких відкритий ланцюг [195], а

отже цукри активніше вступають в реакцію з амінокислотами.

Інтенсивність зміни забарвлення досліджували визначенням оптичної щільності зразків при довжині проміння світла 420н (A420).

Дослідження зміни інтенсивності забарвлення дозволяє визначити на якій стадії знаходиться реакція Майяра, адже потемніння ГМРЕТ говорить про утворення кінцевих продуктів реакції (меланоїдинів). Останні в свою чергу є не бажаними, оскільки втрачається біологічна і харчова цінність. На рис. 3.17 систематизовано результати досліджень оптичної щільності ГМРЕТ від тривалості теплової обробки та температурних режимів.

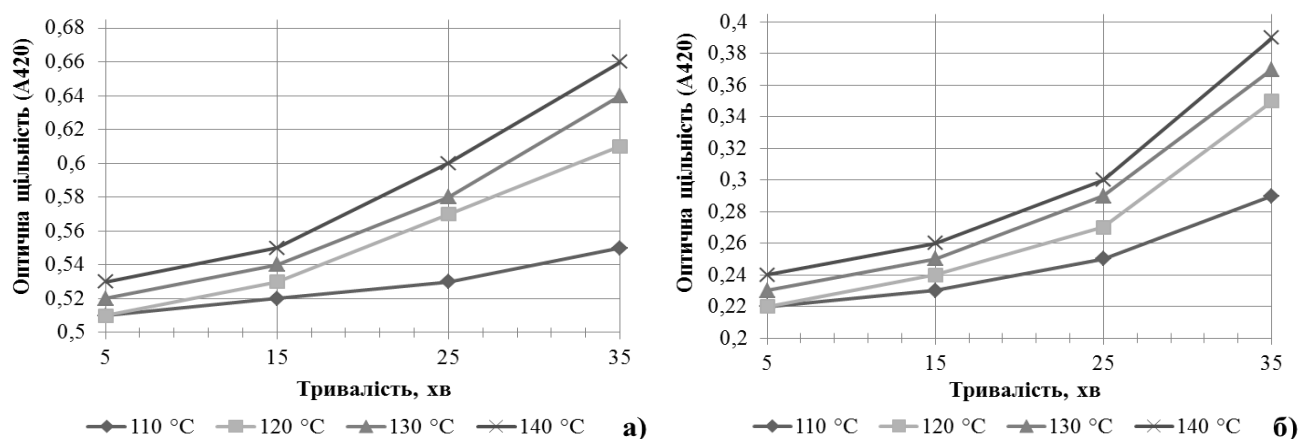


Рисунок 3.17 – Динаміка оптичної щільності (A420) при тепловій обробці в гідролізатах молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини: а) із виноградних вичавків; б) із кукурудзяних качанів

Значення оптичної щільності ГМРЕВТ (рис. 3.17а) починає змінюватися із 25 хв. теплової обробки за температури 110°C, із 15 хв. – при 120...140°C.

Результати визначення оптичної щільності ГМРЕКТ (рис. 3.17б) показали, що показник оптичної щільності змінюється з 15 хв. за температур 110...140°C.

Високі показники оптичної щільності (рис. 3.17) в зразках ГМРЕТ оброблених протягом 35 хвилин при температурі 130...140°C, вказують на початок процесу карамелізації (утворення меланоїдинів).

Дослідження зміни аромату ГМРЕТ здійснювали за зміною кількості ароматоутворюючих речовин за параметрами обробки, зокрема:

- діапазон зміни температурних режимів – 110...140°C;

– тривалість реакції – 35 хвилин.

На рис. 3.18 зведено результати досліджень зміни кількості ароматоутворюючих речовин в ГМРЕВТ і ГМРЕКТ від тривалості теплової обробки та зміни температурних режимів.

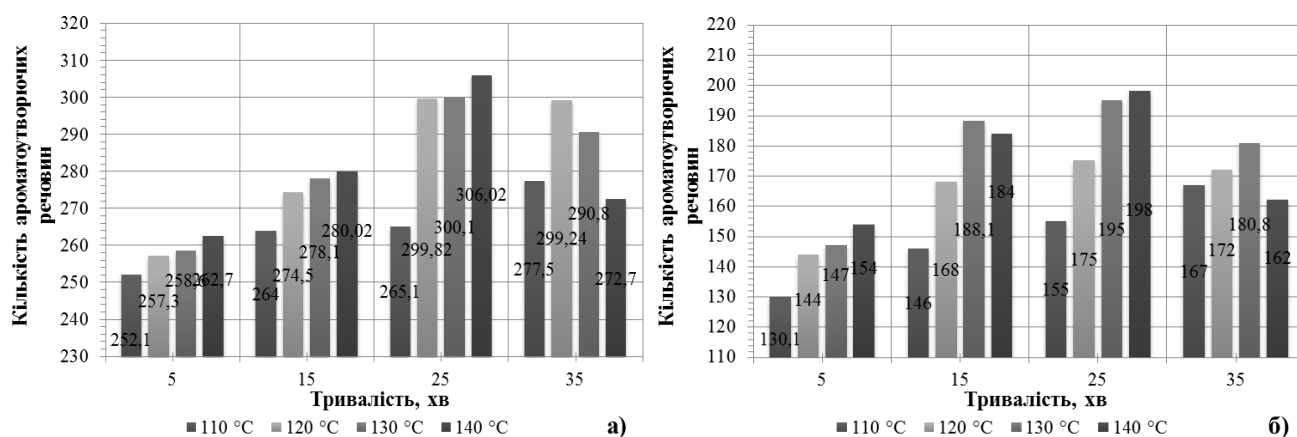


Рисунок 3.18 – Кількість ароматоутворюючих речовин при тепловій обробці в гідролізатах молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини: а) із виноградних вичавків; б) із кукурудзяних качанів

За отриманими результатами спостерігаємо, що в ГМРЕВТ (рис. 3.18а) кількість ароматоутворюючих речовин збільшується при тепловій обробці за температур 110...140°C тривалістю 25 хв., на 6...22% від початкового значення. Збільшення тривалості обробки 35 хв. спостерігається зменшення кількості ароматоутворюючих речовин на 11...9% від значень кількості ароматоутворюючих речовин в зразках ГМРЕВТ тривалістю 25 хв.

В ГМРЕК (рис. 3.18б) при тепловій обробці за температури 120...140°C, тривалістю 25 хв. кількість ароматоутворюючих речовин збільшується на 19...52% від початкового значення, із збільшенням тривалості дії температури кількість ароматоутворюючих речовин поступово зменшується. Збільшення тривалості обробки призводить до зменшення кількості ароматоутворюючих речовин на 2...29% від значень кількості ароматоутворюючих речовин в зразках ГМРЕКТ тривалістю 25 хв.

Високі температури ($\geq 140^{\circ}\text{C}$) та збільшення тривалості (≥ 35 хв.) теплової обробки приводять до зменшення кількості ароматоутворюючих речовин, що

можна пояснити зростанням пароутворення з винесенням легколетючих ароматичних сполук та розкладанням проміжних продуктів реакції Майяра, які володіють смако-ароматичними властивостями.

Таким чином, отримано наступні раціональні параметри теплової обробки ГМРЕ прийнятні для обох варіантів – МРЕВ і МРЕК:

- температура – 120...130°C,
- тривалість гідролізу – 15...25хв.

3.3.2 Сенсорний профільний аналіз впливу теплової обробки на утворення смако-ароматичних речовин

Сенсорним аналізом за обраними дескрипторами встановлювали зміну в ГМРЕ при тепловій обробці характеристик смаку та аромату від бажаних до неприємних. Дослідження проводили в ГМРЕТ отриманих за наступних параметрів теплової обробки ГМРЕ:

- температура – 120...130°C,
- тривалість – 15...25хв.

Оцінку запаху і смаку ГМРЕТ здійснювали за допомогою сенсорного профільного методу (див. розділ 2). Для проведення профільної оцінки запаху і смаку ГМРЕТ експертна комісія складалася з 5 осіб. При проведенні сенсорного аналізу комісією експертів було визначено наступні дескриптори:

- смаку: солодкий, кислий, солоний, терпкий, «уамі»;
- аромату в ГМРЕВТ – подібний шоколадному, карамельний, сироватковий, виноградний;
- аромату в ГМРЕКТ – подібний м'ясному, подібний бульйонному, карамельний, сироватковий.

Інтенсивність кожного дескриптору та загальне враження визначали за допомогою 5-бальної шкали (див. розділ 2). Результати бальної оцінки інтенсивності прояву дескрипторів запаху і смаку зразків ГМРЕТ отриманих за різних параметрів теплової обробки представлені у додатку Г.

Побудовані профілі запаху і смаку ГМРЕТ отриманих за різних параметрів теплової обробки (температура – 120...130°C, тривалість – 15...25хв.)

представлено на рис. 3.19–3.20.

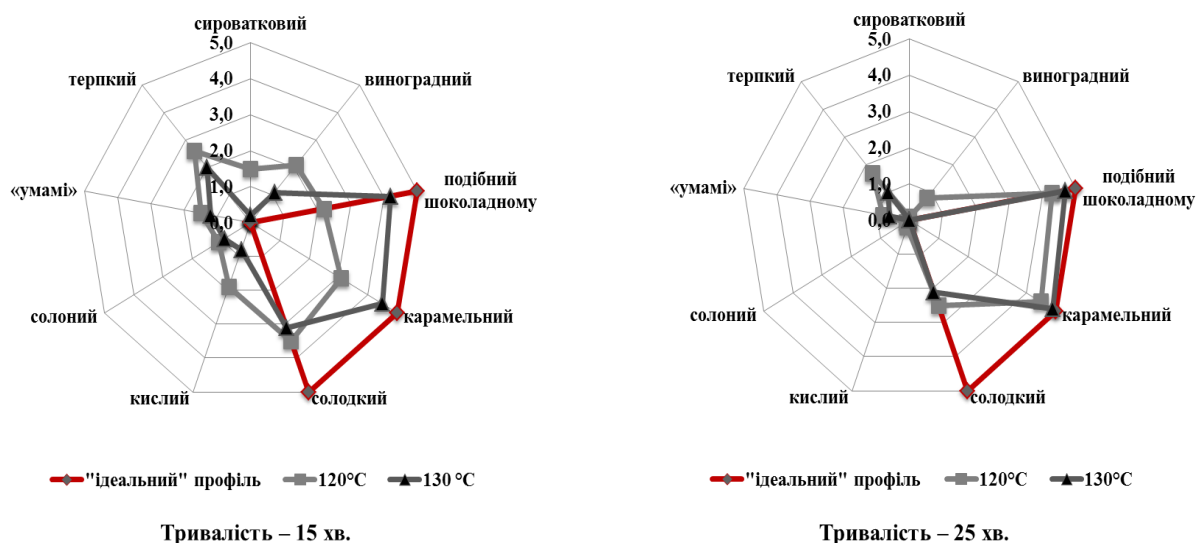


Рисунок 3.19 – Сенсорні профілі запаху і смаку гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із виноградних вичавків після теплової обробки

Отримані дані (рис. 3.19) показують, що при тепловій обробці ГМРЕВ за температури 130°C і тривалості 25 хв., сенсорний профіль запаху і смаку ГМРЕВТ максимально наближений до «ідеального» профілю.

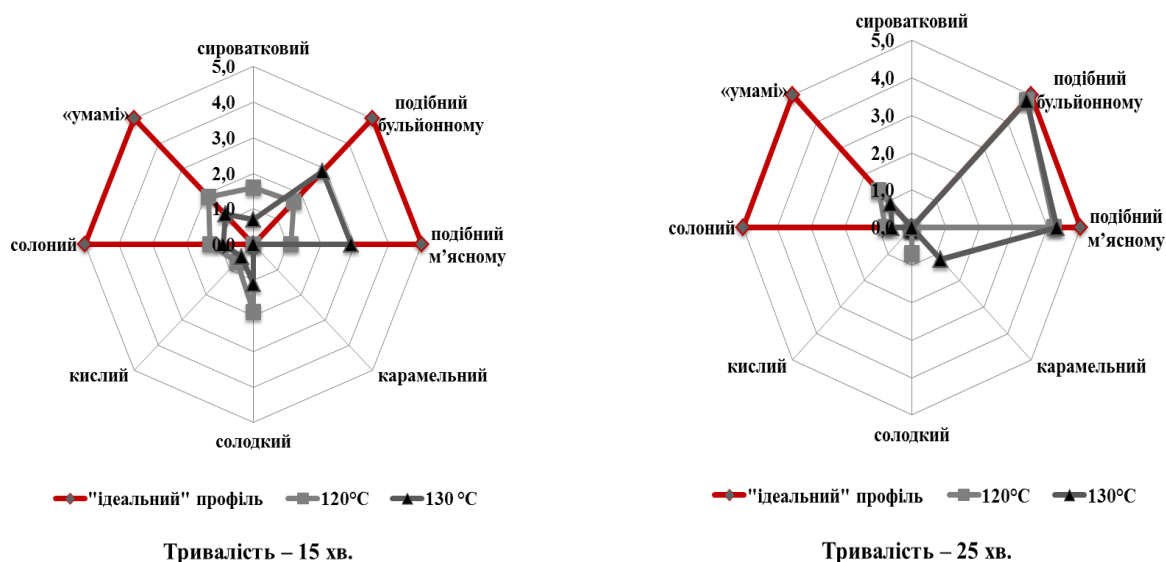


Рисунок 3.20 – Сенсорні профілі запаху і смаку гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із кукурудзяних качанів після теплової обробки

Узагальнені результати сенсорного аналізу ГМРЕКТ (рис. 3.20) показують, що процес утворення бажаних смакових і ароматичних характеристик відбувається при температурі 120°C при обробці 25 хв. При цьому переважають дескриптори, як подібний м'ясному і бульйонному, профіль запаху і смаку зразку

ГМРЕКТ максимально наближений до «ідеального» профілю.

Таким чином, по результатам дослідження утворення САР встановлені такі раціональні параметри теплової обробки:

для ГМРЕВ:

- температура – $(130,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$;
- тривалість – 25 хв.

для ГМРЕК:

- температура – $(120,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$;
- тривалість – 25 хв.

3.3.2 Дослідження якісних показників гідролізатів молочно-рослинних екстрактів із вторинної сировини після теплової обробки

Як результат теплової обробки (реакції Майяра) в ГМРЕ відбувається утворення та накопичення САР, що обумовлює зміну хімічного складу ГМРЕТ.

Органолептичні показники характеристики ГМРЕТ представлено в табл. 3.19.

Таблиця 3.19

Органолептичні показники гідролізатів молочно-рослинних екстрактів після теплової обробки

Показник	ГМРЕВТ	ГМРЕКТ
Зовнішній вигляд	Не прозора рідина, без осаду	Не прозора рідина, без осаду
Колір	Світло-бордовий	Світло-жовтий
Аромат	Подібний шоколадному, з карамельними нотками	Подібний м'ясному, бульйонному, з вареними нотками
Смак	Солодкий, з легкою терпкістю	Солонуватий, «умами»

Хімічний склад ГМРЕТ наведено в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20

Хімічний склад гідролізатів молочно-рослинних екстрактів після теплової
обробки

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	ГМРЕВТ	ГМРЕКТ
Вміст сухих речовин, г/100г	18,15 ±0,5	12,85 ±0,5
Білок, г/100г	1,85 ±0,01	1,30 ±0,01
Жирів, г/100г	0,60 ±0,02	0,50 ±0,01
Вуглеводи, г/100г в тому числі	7,80 ±0,05	7,05 ±0,05
Лактоза	3,81 ±0,02	3,95 ±0,01
Глюкоза	1,63 ±0,02	1,15 ±0,02
Галактоза	1,21 ±0,02	1,47 ±0,01
Фруктоза	1,15 ±0,03	-
Ксилоза	-	0,48 ±0,01
Вміст фенольних сполук, мг/г	151,02 ±0,2	0,81 ±0,02

Результати показують (табл. 3.20), що змінився кількісний склад цукрів в ГМРЕТ порівняно з даними до теплової обробки (табл. 3.17). Вміст фруктози в ГМРЕВТ зменшився в 4,7 рази, глюкози – в 2 рази, лактози – в 1,15 разів, натомість збільшився вміст галактози – в 1,6 рази. В ГМРЕКТ вміст ксилози зменшився в 6,1 рази, глюкози – в 1,7 рази, лактози – в 1,1 рази, вміст галактози збільшився в 7 разів.

Оскільки при термічній реакції дисахариди вступають в реакцію після попереднього розщеплення до моносахаридів: глюкози і галактози. Це твердження підтверджується зменшенням кількості лактози і одночасним збільшенням галактози і не значним зменшенням глюкози в зразках. Зменшення концентрації моносахаридів – ксилози/фруктози і глюкози, говорить, що дані типи цукрів приймають участь в утворенні САР при реакції Майяра (тепловій обробці).

Результати вмісту вільних амінокислот в ГМРЕТ з порівнянням до теплової обробки наведено в табл. 3.21.

Таблиця 3.21

Вміст вільних амінокислот в гідролізатах молочно-рослинних екстрактів після теплової обробки

(n=3, P≤0,05)

Найменування амінокислоти	Вміст вільних амінокислот, мг/г			
	ГМРЕВТ	ΔАК, %****	ГМРЕКТ	ΔАК, %
Гліцин	5,12	28,9	5,19	25,9
Аланін	4,62	16,0	4,81	10,9
Валін*, **	11,24	22,5	11,72	18,6
Лейцин*, **	14,08	20,0	12,92	25,3
Ізолейцин*, **	13,02	6,3	13,24	4,1
Серин	15,21	35,6	14,26	39,1
Треонін*	2,24	42,6	2,12	31,6
Аспарагінова кислота ***	28,21	9,9	25,12	19,2
Глутамінова кислота ***	22,08	21,4	19,27	30,2
Аспарагін ***	13,25	19,2	11,98	22,7
Глутамін ***	18,35	20,9	16,21	26,0
Аргінін*	17,26	6,2	17,03	5,9
Лізін*, **	11,28	27,2	10,25	28,8
Метіонін*	4,37	16,0	3,91	24,8
Цистеїн	10,01	24,2	7,25	40,6
Тирозин **	21,26	16,3	23,01	8,7
Фенілаланін*, **	12,21	28,6	13,23	21,7
Триптофан*	3,01	22,8	3,41	12,6
Гістидин*	2,21	15,0	1,71	34,2
Пролін	21,26	56,0	25,91	39,9
Σ незамінних амінокислот	71,5	22,0	70,8	20,4
Σ замінних амінокислот	178,8	26,5	171,8	26,3
Σ «умамі» амінокислот	93,1	17,9	84,3	23,7
Σ «гірких» амінокислот	83,1	20,1	84,4	17,3
Σ амінокислот	250,3	25,2	242,6	24,7

Примітка. * незамінні амінокислоти; ** «гіркі» амінокислоти; *** амінокислоти «умамі» смаку
 **** ΔАК,% – різниця між вмістом АК до теплової обробки і після у відсотках

Відповідно даних (табл. 3.21), вміст амінокислот в ГМРЕВТ зменшився на 25,24%, в ГМРЕКТ – на 24,7% в порівнянні з даними до теплової обробки (табл. 3.18). Втрата амінокислот пояснюється їх участю в утворенні САР. Зокрема, в ГМРЕВ після теплової обробки значно знизилася концентрації амінокислот: проліну, треоніну, серину, феналаланіну, гліцину, валіну, триптофану, лізину, глутамінової кислоти, лейцину, аланіну, тирозину, гістидину, метіоніну. В

ГМРЕКТ відбулося зниження вмісту амінокислот: серину, цистеїну, гістидину, проліну, треоніну, глютамінової кислоти, лізину, глютаміну, гліцину, лейцину, метіоніну, фенілаланіну, валіну.

Відповідно до отриманих результатів (табл. 3.20, 3.21), які узгоджуються із інформаційними джерелами (див. розділ 1), в ГМРЕВТ утворений аромат подібний шоколадному характеризує продукти реакції між фруктозою/глюкозою і амінокислотами, як пролін, треонін, серин, феналаланін, лейцин, ізолейцин, тирозин, смак і аромат подібний карамельному – в результаті реакцій фруктозою/глюкозою із гліцином, лізином, аланіном. Аромат подібний м'ясному і бульйонному в ГМРЕКТ утворюється в результаті реакції ксилози/глюкози із вільними амінокислотами, як серин, цистеїн, гістидин, треонін, глютамінової кислоти, лізин, гліцин, лейцин, валін.

Висновки до розділу 3

1. За результатами експериментальних досліджень фізико-хімічних показників МС підтверджено, що дану сировину доцільно використовувати як білоквмісну сировини, джерела попередників САР (амінокислот) в технології НСАД, і як екстрагенту для вторинної рослинної сировини.

2. За результатами досліджень хімічного складу ВВ і КК показано, що дана сировина являються перспективною сировиною для виробництва НСАД, оскільки в значній кількості містить цукри, які представляють інтерес в технології САД як попередники САР.

3. Експериментально обґрунтовано можливість використання МС в якості екстрагенту в екстрагуванні вторинної рослинної сировини: ВВ і КК. Встановлено залежність вилучення екстрактивних речовин при твердо-рідинній екстракції від технологічних режимів, як ступінь подрібнення, тип екстрагенту і гідромодуль, температура та тривалість екстрагування.

4. За допомогою методу математичного моделювання, зокрема методологію поверхні відклику на даних дробово-факторного експерименту, отримано оптимальні технологічні режими отримання МРЕВ: розмір фракцій ВВ –

(0,12±0,01)мм, гідромодуль – 1:10, температура – (77,0±1,0)°C, тривалість – 112 хв.; МРЕК: розмір фракцій КК – (0,09±0,01)мм, гідромодуль – 1:13, температура – (74,0±1,0)°C, тривалість – 108 хв.

5. Обґрунтовано вибір ФП для гідролізу білків МРЕ. Встановлено, що ФП протолад характеризуються високою активністю при широкому діапазоні рН. Доведено, що при проведенні гідролізу із застосуванням зазначеного ФП непотрібно додаткового регулювати рН реакційного середовища. Встановлено, що при застосуванні ФП протолад в гідролізаті спостерігається найбільша кількість цільових компонентів – вільних амінокислот, порівняно із гідролізатами при застосуванні ФП пепсин чи папаїн. Такі результати пояснюються різною субстратною специфічністю ФП.

6. За допомогою методу математичного моделювання, зокрема методологію поверхні відклику на даних дробово-факторного експерименту, отримано оптимальні значення технологічних параметрів гідролізу білків прийнятні для обох варіантів – МРЕВ і МРЕК – співвідношення фермент:субстрат – 1:8,7 і тривалість 54 хв.

7. В результаті дослідженого хімічного складу молочно-рослинних екстрактів-гідролізатів, встановлено, що в ГМРЕ збільшується вміст цукрів (13,6% і 9,11%, відповідно для ГМРЕВ і ГМРЕК) і змінюється амінокислотний профіль, порівняно із вхідною сировиною (МС). Ці результати підтверджують доцільність використання способу екстрагування рослинної сировини, з метою вилучення цукрів із сировини і гідролізу білків МРЕ з наступним використанням ГМРЕ в технології утворення САР.

8. Досліджено процес утворення САР в результаті теплового оброблення (реакції Майяра) ГМРЕ. Згідно результатів досліджень технологічних параметрів теплової обробки і утворення САР встановлені такі параметри для ГМРЕВ: теплова обробка протягом 25 хвилин при температурі (130,0±1,0)°C; для ГМРЕК: теплова обробка протягом 25 хвилин при температурі (120,0±1,0)°C.

Встановлено наступні закономірності: при збільшенні температурних режимів збільшується ефективність реакції, в наслідок зменшується вміст

амінокислот і цукрів; утворення САР і зміна забарвлення залежать від температурних режимів і тривалості реакції. В результатів проведеної реакції отримуються зразки із винятковими смако-ароматичними профілями. Так в ГМРЕВТ утворено аромат подібний шоколадному, в ГМРЕКТ – аромат подібний м'ясному і бульйонному.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАТУРАЛЬНОЇ СМАКО-АРОМАТИЧНОЇ ДОБАВКИ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЇЇ ВИКОРИСТАННЯМ

4.1 Обґрунтування вибору раціонального носія смако-ароматичних речовин

Інтенсивність смаку і аромату залежить від багатьох факторів, наприклад, температури використання добавки, концентрації та вмісту вологи. Відомо, що САР в процесі зберігання і при використанні (технологічному процесі) можуть випаровуватися і видозмінюватися, в наслідок сенсорний профіль рідких САД змінюється або втрачає інтенсивність.

Для того, щоб забезпечити стійкість смако-ароматичного профілю добавки при зберіганні, зручності дозування і використання в різноманітних харчових продуктах, метою наступного етапу було виконано підбір оптимального носія-фіксатора САР та досліджено технологічні властивості сухої добавки.

Для збереження оригінального інтенсивного сенсорного профілю добавки застосовують твердофазні носії – сполуки, які володіють високою сорбційною здатністю і одночасно добре розчинні в продуктах харчування.

При виборі носія необхідно враховувати його універсальність використання в харчових продуктах. В технологіях НСАД в якості носія-фіксатора ароматичних і смакових речовин, які традиційно використовуються і дозволені ІОФІ [198], відносяться: мальтодекстрин, модифіковані крохмалі, глюкоза, лактоза, харчова сіль, желатин, карагенан, камеді (ріжкового дерева, гуара та ін.).

До носіїв-фіксаторів при застосуванні в технології НСАД висуваються наступні вимоги:

- повинні блокувати взаємодію САР між собою;
- добре емульгувати і повністю обволікати САР;
- не змінювати сенсорних характеристик і технологічних функцій добавок;
- вивільнення САР повинно відбуватися тільки при інтенсивному

технологічно-механічному впливі або в рідкому середовищі;

- бути безпечними та універсальними добавками щодо використання в технологіях харчових продуктів.

До вище зазначених вимог найкраще підходить мальтодекстрин – як універсальна добавка в харчовій промисловості, залежності від декстрозного еквіваленту (ДЕ, головний показник мальтодекстрину), до основних функціональних властивостей мальтодекстрину відносять [199]:

- структуроутворювач – має властивості емульгатора (ДЕ 2-6), згущувача (ДЕ 2-6), розпушувача (ДЕ 12-19);
- жирозамінник (ДЕ 3-6);
- підсилювач смаку;
- носій-фіксатор (ДЕ 6-19);
- антикристалізатор (гальмує кристалізацію цукру) (ДЕ 12-19);
- сприяти швидкому розчиненню продуктів, наприклад, порошкових сумішей (ДЕ 12-19);
- антиокислювальувач (дозволяє довше зберігати товарний колір продукції) (ДЕ 2-19).

Ще одним важливим показником мальтодекстрину є відносна солодкість. Для мальтодекстрину з ДЕ 2-12 відносна солодкість становить 0,1, з ДЕ 17-19 — 0,2.

Для обґрунтування доцільності використання мальтодекстрину в якості носія-фіксатора САР було використано мальтодекстрин з ДЕ 17-19 для ГМРЕВТ, з ДЕ 2-12 – для ГМРЕКТ.

Згідно IOFI, будь-які добавки чи носії-фіксатори можуть бути внесені до смако-ароматичних добавок лише після завершення технології отримання САР (теплової обробки) з наступним етапом сушіння чи охолодження.

Для сушіння НСАД на носії можуть бути застосовані різні способи сушіння, зокрема конвективне, кондуктивне, вакуумне висушування, сублімаційне висушування тощо. Основною вимогою при виборі сушарки є швидке

випаровування вологи з продукту, із збереженням і фіксацією САР на носії. З метою отримання порошкоподібних НСАД, їх висували в лабораторній експериментальній сушарці (за технологічною схемою наведено в розділі 2).

При визначенні впливу кількості внесення мальтодекстрину в ГМРЕТ на технологічні властивості НСАД, керуючим параметром встановлено концентрація мальтодекстрину від 10 до 50% від маси ГМРЕТ.

Технологічні властивості мальтодекстрину як носія-фіксатора досліджено за (контрольними) параметрами (табл. 4.1): абсорбційним показником – утримування САР (кількість ароматоутворюючих речовин), вмістом сухих речовин, в'язкістю розчину до сушіння і відносною швидкістю розчинення після сушіння НСАД, і за сенсорним аналізом (табл. 4.2).

Відповідно до отриманих результатів утворення САР в ГМРЕТ, після внесення мальтодекстрину, з наступним сушінням/охолодженням, пропонується найменувати зразки НСАД:

ГМРЕВТ + мальтодекстрин → «*Chocolate flavor*»;

ГМРЕКТ + мальтодекстрин → «*Meat flavor*».

Результати дослідження кількості ароматоутворюючих речовин в зразках НСАД без внесення мальтодекстрину (контрольні зразки) (табл. 4.1) показали, що при висушуванні втрачається значна кількість ароматоутворюючих речовин (для зручності порівняння рідких та сухих добавок використовували 10% розчин НСАД). Це відбувається в результаті того, що ароматоутворюючі речовини є леткими речовинами, без їх фіксації на носії вони випаровуються. Застосування мальтодекстрину в якості носія-фіксатора САР, сприяє збереженню кількості ароматоутворюючих речовин як у рідких так і у висушених НСАД. Також, використання мальтодекстрину сприяє збільшенню в'язкості рідких і відносної швидкості розчинення сухих НСАД, в результаті розширюються технологічно-функціональні властивості НСАД і можливості застосування в різних харчових продуктах.

Таблиця 4.1

Фіксація смако-ароматичних речовин на носії мальтодекстрин

(n=3, P≤0,05)

Зразок	Концентрація мальтодекстрину, %	Кількість ароматоутворюючих речовин (водної суспензії)	Вміст сухих речовин, %	Динамічна в'язкість, Па·с (10^{-3})	Відносна швидкість розчинення, %
«Chocolate flavor» (після охолодження)	0	200	18,15	13,97	-
	10	212	27,52	14,86	-
	20	232	36,94	20,42	-
	30	255	46,45	39,15	-
	40	278	55,81	99,89	-
	50	281	65,35	132,32	-
«Chocolate flavor» (після висушування)	0	175	93,82	-	48
	10	190	95,38	-	65
	20	205	95,62	-	71
	30	225	95,91	-	75
	40	237	96,09	-	77
	50	245	96,19	-	81
«Meat flavor» (після охолодження)	0	180	12,85	13,36	-
	10	205	22,24	14,30	-
	20	221	31,68	19,65	-
	30	234	41,12	31,86	-
	40	267	50,56	92,23	-
	50	270	60,05	123,09	-
«Meat flavor» (після висушування)	0	135	94,24	-	56
	10	150	95,77	-	62
	20	185	96,05	-	74
	30	205	96,18	-	81
	40	220	96,25	-	85
	50	232	96,39	-	86

Обґрунтування оптимальної кількості внесення мальтодекстрину здійснено сенсорним аналізом зразків НСАД (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Сенсорний аналіз натуральних смако-ароматичних добавок

Характеристика		Концентрація мальтодекстрину, %					
		0	10	20	30	40	50
«Chocolate flavor» (після охолодження)							
Зовнішній вигляд, консистенція		Не прозора рідина, без осаду	Не прозора рідина, без осаду	Не прозора рідина, без осаду	В'язка, не прозора рідина, без осаду	В'язка, не прозора рідина, без осаду	В'язка, не прозора рідина, з незначним осадом
Колір		Світло-бордовий	Світло-бордовий	Світло-бордовий	Світло-бордовий	Світло-бордовий	Світло-бордовий
Аромат		Подібний шоколадному, з карамельними нотками	Подібний шоколадному, з карамельними нотками	Подібний шоколадному, з карамельними нотками	Насичений, подібний шоколадному, з карамельними нотками	Насичений, подібний шоколадному, з карамельними нотками	Насичений, подібний шоколадному, з карамельними нотками
Смак		Солодкий, з легкою терпкістю	Солодкий, з легкою терпкістю	Солодкий, з легкою терпкістю	Солодкий, з легкою терпкістю, з легким карамельним присмаком	Солодкий, з легкою терпкістю, з легким карамельним присмаком	Солодкий, з легкою терпкістю, з легким карамельним присмаком
«Chocolate flavor» (після висушування)							
Зовнішній вигляд, консистенція		Розсипчастий порошок, із незначними грудочками	Розсипчастий порошок, із незначними грудочками	Розсипчастий порошок, без грудочок	Розсипчастий порошок, без грудочок	Розсипчастий порошок, без грудочок	Розсипчастий порошок, без грудочок
Колір		Бордово-коричневий	Бордово-коричневий	Бордово-коричневий	Бордово-коричневий	Бордово-коричневий	Бордово-коричневий
Аромат	порошок	Подібний шоколадному і карамельному, з горілими нотками	Слабо виражений, подібний шоколадному і карамельному	Слабо виражений, подібний шоколадному і карамельному	Слабо виражений, подібний шоколадному і карамельному	Слабо виражений, подібний шоколадному і карамельному	Слабо виражений, подібний шоколадному і карамельному
	водної суспензії			Подібний шоколадному і карамельному	Насичений, подібний шоколадному і карамельному	Насичений, подібний шоколадному і карамельному	Насичений, подібний шоколадному і карамельними нотками
Смак		Солодкий, з легкою терпкістю і	Солодкий, з легкою терпкістю	Солодкий	Солодкий, з легким карамельним	Солодкий, з карамельним	Солодкий, з карамельним

Характеристика		Концентрація мальтодекстрину, %					
		0	10	20	30	40	50
		гіркотою			присмаком	присмаком	присмаком
«Meat flavor» (після охолодження)							
Зовнішній вигляд, консистенція		Не прозора рідина, без осаду	Не прозора рідина, без осаду	Не прозора рідина, без осаду	В'язка, не прозора рідина, без осаду	В'язка, не прозора рідина, без осаду	В'язка, не прозора рідина, з незначним осадом
Колір		Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий
Аромат		Подібний м'ясному, бульйонному, присутні варені нотки	Подібний м'ясному, бульйонному, присутні варені нотки	Подібний м'ясному, бульйонному, присутні варені нотки	Подібний м'ясному, бульйонному	Подібний м'ясному, бульйонному	Подібний м'ясному, бульйонному
Смак		Солонуватий, «уамі»	Солонуватий, «уамі»	Солонуватий, «уамі»	Солонуватий, «уамі»	Солонуватий, «уамі»	«Уамі» із солодким присмаком
«Meat flavor» (після висушування)							
Зовнішній вигляд, консистенція		Розсипчастий порошок, із незначними грудочками	Розсипчастий порошок, із незначними грудочками	Розсипчастий порошок, без грудочок	Розсипчастий порошок, без грудочок	Розсипчастий порошок, без грудочок	Розсипчастий порошок, без грудочок
Колір		Жовто-коричневий	Жовто-коричневий	Жовто-коричневий	Жовто-коричневий	Світло-коричневий	Світло-коричневий
Аромат	порошок	Подібний м'ясному, бульйонному, присутні варені, горілі нотки	Подібний м'ясному, бульйонному, присутні варені нотки	Слабо виражений подібний м'ясному, бульйонному	Слабо виражений подібний м'ясному, бульйонному	Слабо виражений подібний м'ясному, бульйонному	Слабо виражений, подібний м'ясному, бульйонному
	водної суспензії			Подібний м'ясному, бульйонному	Подібний м'ясному, бульйонному	Насичений, подібний м'ясному, бульйонному	Насичений, подібний м'ясному, бульйонному
Смак		Солонуватий, «уамі», з гіркотою	Солонуватий, «уамі»	Солонуватий, «уамі»	Солонуватий, насичений «уамі»	«Уамі» із солодким присмаком	«Уамі» із солодким, карамельним присмаком

Результати сенсорного аналізу (табл. 4.2) показали, що при внесенні носія-фіксатора – мальтодекстрину, НСАД характеризуються вираженим смаком і ароматом, із значними відмінностями між рідкими і висушеними зразками НСАД.

Також, сенсорний аналіз сухих НСАД показав, що порошки добавок мають слабкий аромат, порівняно із відновленими зразками (10% розчинами), що пояснюється фіксацією ароматичних речовин на носії. Чим більша концентрація мальтодекстрину, тим більше ароматичних речовин залишається в добавці.

В зразку «*Chocolate flavor*» з концентрації мальтодекстрину 30...50% після сушіння смаковий профіль добавки доповнений карамельним відтінком, в результаті отримується гармонійна добавка за сенсорними показниками.

В зразку «*Meat flavor*» після сушіння зникли специфічні варені нотки, натомість при концентрації мальтодекстрину 40...50% з'являються солодкий присмак, що не є бажаним для даної лінійки НСАД, але в кінцевому продукті може доповнити/збалансувати смако-ароматичний профіль.

Враховуючи проведені дослідження, рекомендована концентрація мальтодекстрину в НСАД 40%. Задана концентрація мальтодекстрину зумовлена тим, що при меншій концентрації не забезпечується максимальне утримування ароматоутворюючих речовин, добавка не має задовільних показників в'язкості та вмісту сухих речовин, а внесення більшої концентрації мальтодекстрину суттєво не змінює зазначені показники і є економічно недоцільним.

4.2 Розробка рецептурного складу та технологічної схеми виробництва натуральних смако-ароматичних добавок

За результатами отриманих експериментальних досліджень, НСАД рекомендується виготовляти за рецептурами наведеними в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Рецептурний склад розроблених натуральних смако-ароматичних добавок

Найменування сировини	Кількість сировини у рецептурі смако-ароматичних добавок, кг на 1000 кг (з урахуванням втрат)			
	«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
	Рідка форма	Порошкоподібна форма	Рідка форма	Порошкоподібна форма
Молочна сироватка (масова частка сухих речовин 6,18%, масова частка білку не менше 1,0%)	681,27	1221,88	678,60	1341,25
Порошок виноградних вичавків (розмір фракцій $(0,12 \pm 0,01)$ мм, масова частка сухих речовин не менше 94,0%, масова частка цукрів не менше 50,0%)	68,13	122,19	-	-
Порошок кукурудзяних качанів (розмір фракцій $(0,09 \pm 0,01)$ мм, масова частка сухих речовин не менше 94,0%, масова частка цукрів не менше 14,0%)	-	-	51,4	103,17
Ферментний препарат «Протолад»	0,50	0,90	0,40	0,70
Мальтодекстрин (ДЕ 17-19, масова частка сухих речовин не менше 94%)	400,00	716,20	-	-
Мальтодекстрин (ДЕ 2-12, масова частка сухих речовин не менше 94%)	-	-	400,00	791,90
Всього	1149,90	2061,39	1130,14	2237,02
Вихід	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

За результатами досліджень розроблено технологічну схему виробництва НСАД із вторинної сировини: МС, ВВ і КК. На рис. 4.1–4.2 представлено розроблені технологічні схеми виробництва НСАД.

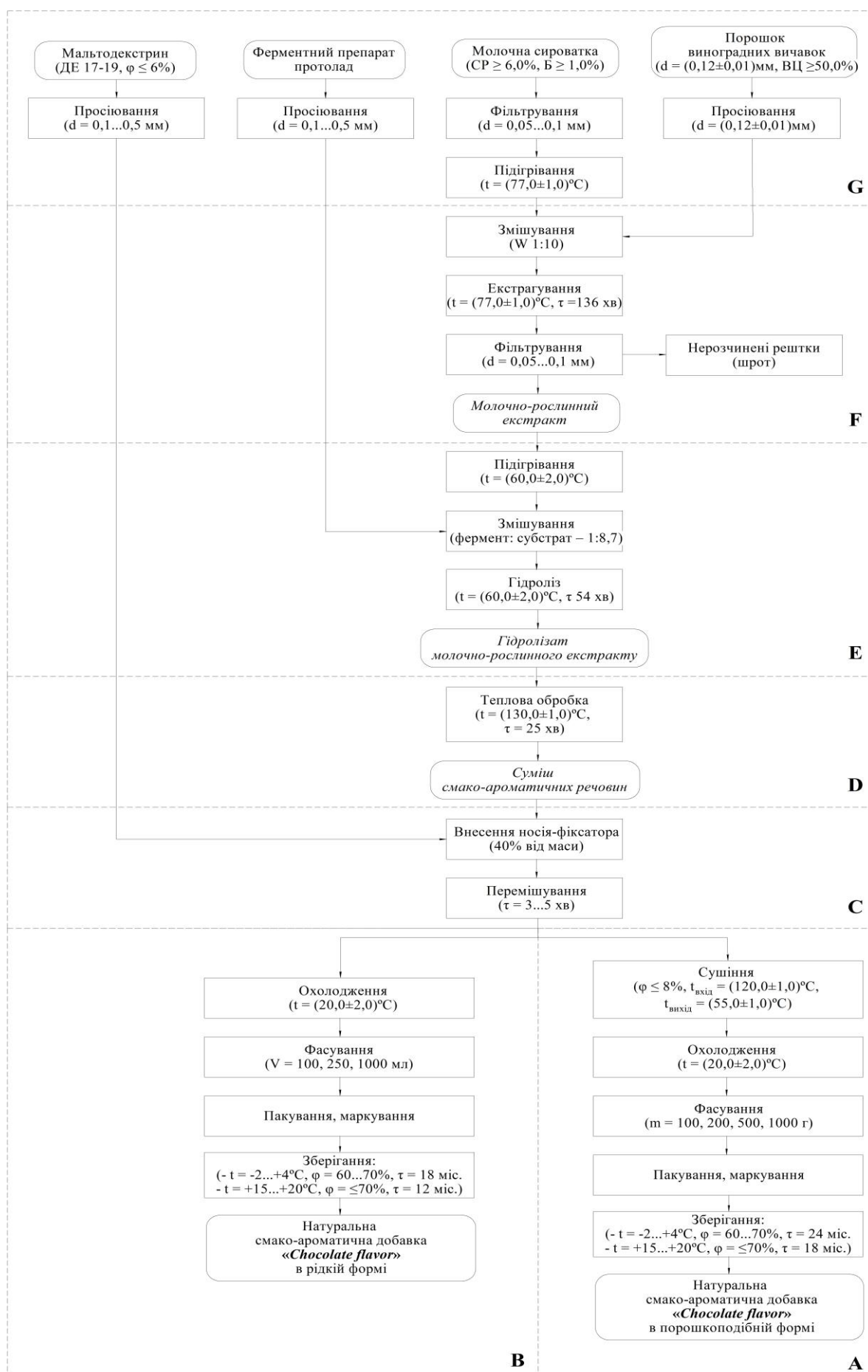


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва
натуральної смако-ароматичної добавки «Chocolate flavor»

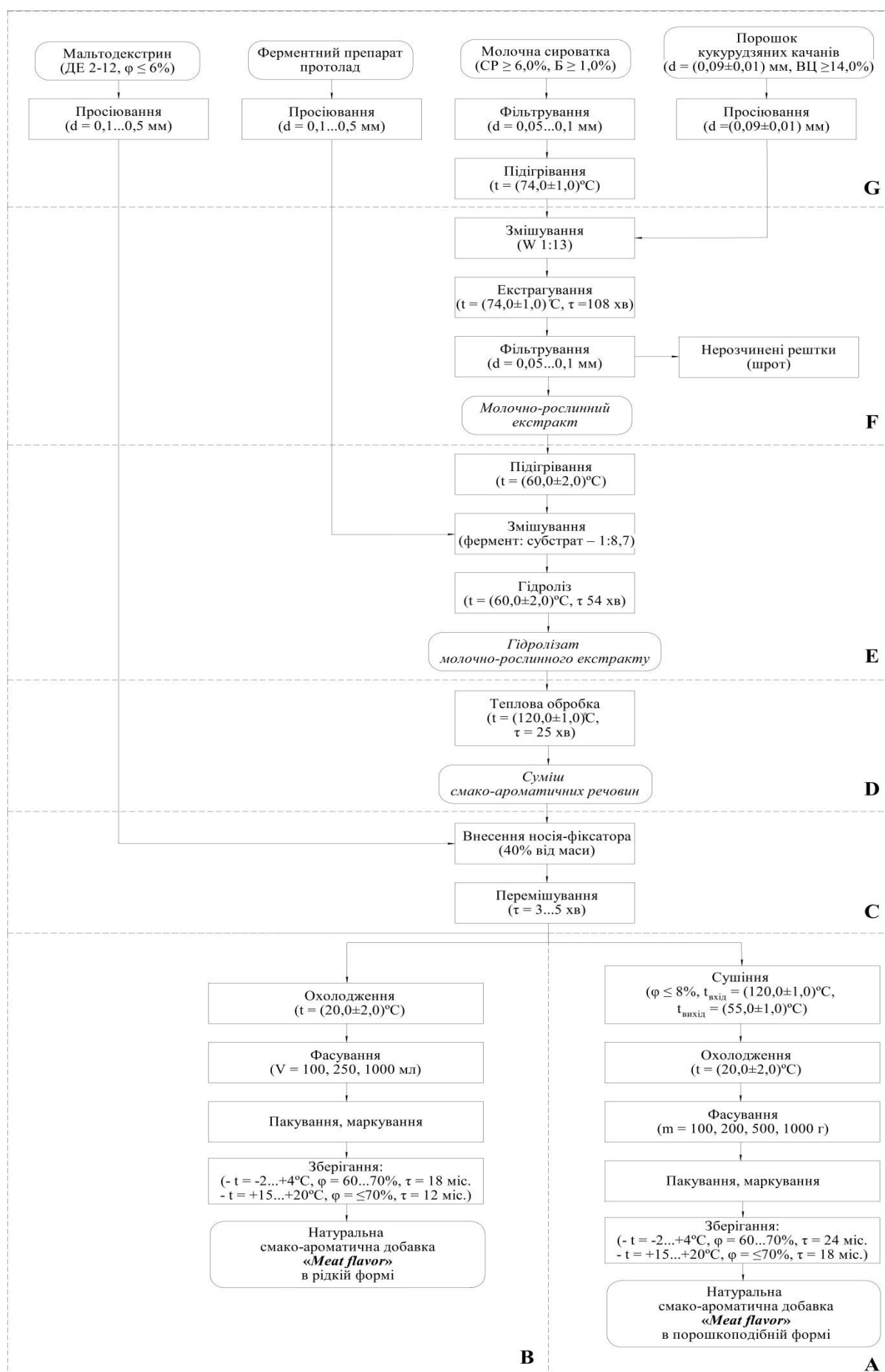


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва натуральної смако-ароматичної добавки «Meat flavor»

Технологічна система НСАД складається із семи логічно-функціонально пов'язаних між собою підсистем (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Структура технологічної системи натуральних смако-ароматичних добавок

Під-система	Найменування підсистеми (етапу)	Операції	Характеристика функціонування підсистем (етапу)
G	Підготовка рецептурних компонентів	<i>Підготовка рідких компонентів:</i> — фільтрування; — підігрівання <i>Підготовка сухих компонентів:</i> — просіювання	Контроль кількості та якості. Забезпечення розчинення.
F	Екстракція рослинної сировини	— змішування; — екстрагування; — фільтрування	З'єднання рецептурних компонентів. Методом твердо-рідинної екстракції (методом мацерації), отримання МРЕ із високим вмістом попередників САР (цукрів).
E	Ферментативний гідроліз білків	— підігрів; — змішування; — гідроліз	Підготовка та з'єднання рецептурних компонентів. Проведення контрольованого гідролізу білків МРЕ. Одержання ГМРЕ із високим вмістом вільних амінокислот і низькомолекулярних пептидів.
D	Одержання смако-ароматичних речовин	— теплова обробка	Одержання САР за рахунок взаємодії вільних амінокислот і редукуючих цукрів при тепловій обробці (реакція Майяра) ГМРЕ.
C	Фіксація смако-ароматичних речовин	— внесення носія-фіксатора; — перемішування	З'єднання рецептурних компонентів. Фіксація САР на носії, формування сенсорних і фізико-хімічних властивостей.
B	Одержання натуральної смако-ароматичної добавки у рідкій формі	— охолодження; — фасування; — пакування, маркування; — зберігання.	Надання структури та необхідних якісних характеристик НСАД. Отримання НСАД із заданими сенсорними характеристиками, фізико-хімічними, структурно-механічними і технологічними властивостями, показниками якості.
A	Одержання натуральної смако-ароматичної добавки у порошкоподібній формі	— сушіння; — охолодження; — фасування; — пакування, маркування; — зберігання.	

Підготовка сировини. Кожна партія сировини, що направляється на виробництво, повинна супроводжуватися документом про якість, що підтверджує відповідність показників якості та безпеки чинним нормативним документам, санітарним нормам і правилам.

Для виробництва НСАД використовують МС (з-під сиру кисломолочного) з ВСР не менше 6,0% і білкових сполук не менше 1,0% за показниками якості відповідно чинним нормативним документам.

Порошки ВВ отримують із солодких не заброджених вичавків, висушених і подрібнених відомими доступними методами, за показниками якості повинні відповідати діючим нормативним документам. Для виробництва використовують порошки ВВ, ВЦ в яких не менше 50%. Використовують порошки із розміром частинок $(0,12 \pm 0,01)$ мм.

Порошки КК отримують подрібненням висушених качанів солодких сортів кукурудзи. Для виробництва використовують порошки із розміром частинок $(0,09 \pm 0,01)$ мм і ВЦ не менше 14%.

МС (свіжу чи пастеризовану) – фільтрують, сухі компоненти – порошок ВВ і КК, ФП протолад, мальтодекстрин – просіюють.

МС підігрівають до температури екстрагування в залежності від вхідної рослинної сировини, при ВВ – до $(77,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, при КК – до $(74,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$.

Змішування. Підготовлену рослинну сировину ВВ чи КК змішують з МС в співвідношенні 1:10 і 1:13, відповідно для ВВ:МС і КК:МС. Змішування сировини відбувається в ємності з рубашкою і обладнаною мішалкою.

Екстрагування. Екстрагування проводиться методом мацерації. Для цього змішану сировину в ємності підігрівають до температури екстрагування і витримують при заданій температурі з періодичним перемішуванням.

Параметри екстрагування для системи ВВ:МС: температури $(77,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, тривалість 112 хв., для КК:МС – $(74,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, 112 хв. В процесі екстрагування контролюють ВСР і ВЦ в МРЕ.

Фільтрування. Після завершення екстрагування проводять фільтрування. В результаті отримуються МРЕ, які далі направляються на переробку, і

нерозчинний осад.

Підігрівання. МРЕ підігрівають до температури ферментативного гідролізу $(60,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$.

Змішування. В підготовлені МРЕ вносять ФП протолад в співвідношенні фермент:субстрат як 1:8,7. Для кращого розчинення ФП в екстракті, рекомендовано попередньо розчини ФП в невеликій кількості очищеної питної води при температурі $(60,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$.

Гідроліз. Ферментативний гідроліз проводять при температурі $(60,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ тривалістю $(54,0 \pm 1,0)$ хв. з періодичним переміщування. Гідролізу контролюють за допомогою визначення ВАА в ГМРЕ.

Теплова обробка. Отримані ГМРЕ піддають тепловій обробці за параметрів: для ГМРЕВ – за температури $(130,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$ тривалість 25 хв., для ГМРЕК – $(120,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, тривалість 25 хв. В процесі теплової обробки контролюють сенсорні характеристики вихідного продукту, зміну інтенсивності забарвлення.

Внесення носія-фіксатора. Для збереження стабільності сенсорних характеристик НСАД протягом зберігання та використання додають носій-фіксатор – мальтодекстрин. Додавання мальтодекстрину не лише сприяє збереження САР, а й підвищує в'язкість, збільшує ВСР, полегшує процес сушіння та дозування НСАД в харчові продукти.

Після завершення теплової обробки в ГМРЕТ додають мальтодекстрин в кількості 40% від маси ГМРЕТ.

Перемішування. Суміш САР (ГМРЕТ) і мальтодекстрину добре перемішують 3...5 хв. до повного диспергування, за швидкості перемішування, що забезпечує рівномірне розподілення компоненту по всьому об'єму.

Охолодження (у разі виробництва НСАД в рідкій формі). Отримані суміші охолоджують до температури $(20,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$.

Сушіння (у разі виробництва НСАД в порошкоподібній формі). Рідка форма НСАД обмежує спектр її використання. Створення НСАД у вигляді порошку дозволяє розширити асортимент продуктів, в яких може використовуватися розроблена НСАД. Сушіння НСАД може відбуватися будь-яким доступним

методом, за умови максимального збереження заданих сенсорних характеристик НСАД.

Використовуючи сушіння у псевдозріженому шарі інертного носія, параметри сушіння наступні: температура на вході в сушарку $(120,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, на виході $(55,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$. При цих параметрах вологість кінцевого продукту складає не більше 8%.

Охолодження. НСАД в порошкоподібній формі охолоджують до температури $(20,0 \pm 2,0)^\circ\text{C}$.

Фасування. Охолоджені САД у рідкій формі фасують у ємності об'ємом 100, 250, 1000 мл, а у порошкоподібній формі – у масою по 100, 500 і 1000 г, що є зручним для реалізації і використання в різних харчових галузях.

При виборі фасувальних матеріалів обов'язково вибирають ті, що дозволяють зберегти САР НСАД без їх втрат і зміни протягом всього терміну зберігання.

Пакування, маркування. Фасовані НСАД пакують в споживчу/транспорту тару. Маркування НСАД проводять відповідно до нормативних вимог [200, 201, 202].

Зберігання. НСАД у рідкій формі зберігають при температурі $-2^\circ\text{C} \dots +4^\circ\text{C}$, вологості повітря (ϕ) 60%...70% без доступу світла не більше 18 місяців, при температурі $+15^\circ\text{C} \dots +20^\circ\text{C}$ і вологості повітря $\leq 75\%$ без доступу світла не більше 12 місяців. НСАД у порошкоподібній формі при температурі $-2^\circ\text{C} \dots +4^\circ\text{C}$, вологості повітря (ϕ) 60%...70% без доступу світла не більше 24 місяців, при температурі $+15^\circ\text{C} \dots +20^\circ\text{C}$ і вологості повітря $\leq 75\%$ без доступу світла рекомендовано зберігати протягом 18 місяців.

4.3 Характеристика показників якості та безпеки, харчової та біологічної цінності натуральних смако-ароматичних добавок із вторинної сировини

НСАД із вторинної сировини охарактеризували за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними та токсикологічними показниками відповідно до нормативних документів.

Органолептичні показники розроблених НСАД наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Органолептичні показників натуральних смако-ароматичних добавок

Найменування показника	Характеристика	
	у рідкій формі	у порошкоподібній формі
«Chocolate flavor»		
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна в'язка, не прозора рідина, без осаду та розшарувань	Однорідний, дрібнодисперсний розсипчастий порошок, без грудочок
Колір	Світло-бордовий	Бордово-коричневий
Запах	Насичений, подібний шоколадному, з карамельними нотками	Слабо виражений, подібний шоколадному карамельному
Смак	Солодкий, з легкою терпкістю, з легким карамельним присмаком	Солодкий, з карамельним присмаком
«Meat flavor»		
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна в'язка, не прозора рідина, без осаду та розшарувань	Однорідний, дрібнодисперсний розсипчастий порошок, без грудочок
Колір	Світло-жовтий	Жовто-коричневий
Запах	Подібний м'ясному, бульйонному	Слабо виражений, подібний м'ясному, бульйонному
Смак	Солонуватий, «уамі»	«Уамі», із солодким присмаком

Фізико-хімічні показники НСАД із вторинної сировини представлено в табл. 4.6.

Розроблені НСАД в рідкій формі мають в'язку консистенцію (динамічна в'язкість складає $92,23 \dots 99,89 \text{ Па} \cdot \text{с} (10^{-3})$), з низьким значенням розміру частинок суміші (дисперсність в межах $0,01 \dots 0,05 \text{ мм}$). НСАД в порошкоподібній формі добре розчинні (відносна швидкість розчинення складає $77,0 \dots 85,0 \%$) і мають відмінну сипучість ($3,26 \dots 3,75 \text{ г/с}$). Зазначене підтверджує високі технологічні властивості і можливості використання НСАД у широкому асортименті технологій харчових продуктів.

Таблиця 4.6

Фізико-хімічні показники натуральних смако-ароматичних добавок

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Характеристика			
	«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
	у рідкій формі	у порошко-подібній формі	у рідкій формі	у порошко-подібній формі
Вміст сухих речовин, %	55,81	96,99	50,56	96,25
pH водної суспензії, од.	4,71	4,90	4,75	4,90
В'язкість, Па·с(10 ⁻³)	99,89	-	92,23	-
Густина, кг/м ³	1025,0	-	1022,0	-
Оптична щільність (A420)	0,55	-	0,23	-
Кількість ароматоутворюючих речовин (водної суспензії)	278,0	237,0	267,0	220,0
Антиоксидантна активність, мг/дм ³	28,50	48,12	19,41	33,19
Дисперсність частинок, мм	0,01...0,05	0,02...0,05	0,01...0,05	0,02...0,05
Відносна швидкість розчинення, %	-	77,0	-	85,0
Сипучість, г/с	-	3,26	-	3,75

Відомо, що продукти реакції Майяра мають антиоксидантну активність [203], тобто здатні стримувати окислення жирних кислот, що позитивно впливає на якість в процесі зберігання харчових продуктів. Використання МРЕ із вторинної рослинної сировини в технології НСАД підвищує значення антиоксидантної активності в готових добавках, через значний вміст фенольних сполук в рослинній сировині (табл. 3.3, 3.4). В результаті розроблені НСАД мають антиоксидантну активність в межах 19,41...48,12 мг/дм³.

Одним із важливих показників НСАД, що впливає на їх споживчі характеристики, є хімічний склад. Хімічний склад НСАД та інтегральний скор (забезпечення добової потреби в основних нутрієнтах при вживанні 10 г САД) наведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Хімічний склад та інтегральний скор натуральних смако-ароматичних добавок

Складова	Вміст у добавках				Добова потреба *	Забезпечення добової потреби при вживанні 10 г добавки			
	«Chocolate flavor»		«Meat flavor»			«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
	у рідкій формі	у порошко-подібній формі	у рідкій формі	у порошко-подібній формі		Чоловіки/ Жінки	у рідкій формі	у порошко-подібній формі	у рідкій формі
Енергетична цінність, ккал	191,22	330,62	186,07	354,49	2450/2150	0,78/0,89	1,35/1,53	0,76/0,87	1,45/1,65
кДж	800,06	1383,31	778,52	1483,19	10250,8/8995,6				
Білки, г/100г продукту	1,85	3,19	1,31	2,74	84/65	0,22/0,28	3,79/4,91	1,56/2,02	3,26/4,22
Жири, г/100г продукту	0,62	1,03	0,51	0,97	88/70	0,70/0,89	1,17/1,47	0,58/0,73	1,10/1,38
Вуглеводи, г/100г продукту	47,85	82,29	47,05	89,57	380/315	12,59/15,19	21,66/26,12	12,38/14,94	23,57/28,43
Вітаміни, мг/100 г продукту									
А	1,02	1,23	0,25	0,27	15,0/15,0	0,68/0,68	0,82/0,82	0,17/0,17	0,18/0,18
С	32,87	33,56	12,23	12,72	80,0/70,0	4,11/4,69	4,19/4,79	1,53/1,75	1,59/1,82
Е	1,28	1,96	0,74	0,89	15,0/15,0	0,85/0,85	1,31/1,31	0,49/0,49	0,59/0,59
Мінеральні речовини, мг/100 г продукту:									
Са	76,63	157,12	44,56	90,97	1200,0/1100,0	0,64/0,69	1,31/1,43	0,37/0,41	0,79/0,83
Р	201,25	405,72	58,02	107,41	1200,0/1200,0	1,68/1,68	3,38/3,38	0,48/0,48	0,89/0,89
Na	59,31	120,05	27,54	58,01	400,0/200,0	1,48/2,97	3,00/6,00	0,69/1,38	1,45/2,90
К	39,86	42,01	37,25	39,20	300,0/200,0	1,33/1,99	1,40/2,10	1,24/1,86	1,31/1,96
Fe	2,14	5,01	1,75	2,56	15,0/17,0	1,43 /1,26	3,34/2,95	1,67/1,03	1,71/1,51

Примітка. * Відповідно до норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії [204]

Хімічний склад розроблених НСАД залежить від використаної вхідної сировини. До складу НСАД із вторинної сировини представлених у рідкій формі входять органічні та мінеральні сполуки: білки, жири, вуглеводи, фенольні сполуки, вітаміни та мінеральні речовини. НСАД у порошкоподібній формі містять більший відсоток зазначених речовин, за рахунок їх концентрації.

Амінокислотний склад НСАД (табл. 4.8) характеризується присутністю всіх незамінних амінокислот, серед яких переважають лізин та ліцин. Незамінні амінокислоти розроблених НСАД становлять понад 46% від загального вмісту амінокислот.

Розрахунок амінокислотного скору допомагає охарактеризувати збалансованість і біологічну цінність білків. Домінуючими амінокислотами в розроблених НСАД є лізин, лейцин, триптофан, метіонін і цистеїн, валін, а першою лімітуючою – треонін.

Збалансованість незамінних амінокислот за співвідношенням до фізіологічно необхідної норми чисельно характеризується коефіцієнтом утилітарності (U). Чим ближче цей коефіцієнт до одиниці, тим більшою є можливість утилізації білку. В розроблених НСАД коефіцієнт утилітарності знаходиться в межах 0,85...0,86 (табл. 4.8). Більш інформативним показником збалансованості незамінних амінокислот є показник порівняльної надлишковості (ϵ). Даний показник визначає частку незамінних амінокислот, які не використовуються на анаболічні процеси організму, й оптимальне значенням його наближене до нуля. В розроблених НСАД показник порівняльної надлишковості (табл. 4.8) дорівнює 0,36. Дані результати розрахунків свідчать про збалансованість амінокислотного складу незамінних амінокислот в білках розроблених НСАД. Біологічна цінність білків НСАД має високі значення - 81...83%, порівняно із ідеальним білком (БЦ ідеального білку 100%).

Таблиця 4.8

Амінокислотний склад та величини амінокислотного скору білків розроблених
натуральних смако-ароматичних добавок

(n=3, P≤0,05)

Амінокислота	Дані ФАО/ ВООЗ	Вміст амінокислот, г/100 г білку				Амінокислотний скор			
		«Chocolate flavor»		«Meat flavor»		«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
		у рідкій формі	у порошко- подібній формі	у рідкій формі	у порошко- подібній формі	у рідкій формі	у порошко- подібній формі	у рідкій формі	у порошко- подібній формі
Валін	5,00	5,89	5,93	5,83	5,90	117,80	118,60	116,60	118,00
Лейцин	7,00	8,62	8,82	8,49	8,66	123,14	126,00	121,29	123,71
Ізолейцин	4,00	4,14	4,35	4,01	4,18	103,50	108,75	100,25	104,50
Треонін	4,00	3,85	3,99	3,78	3,85	96,25	99,75	94,50	96,25
Лізин	5,50	6,91	7,03	6,86	6,98	125,64	127,82	124,73	126,91
Метіонін + цистеїн	3,50	3,87	3,96	3,82	3,90	110,57	113,14	109,14	111,43
Фенілаланін + тирозин	6,00	6,13	6,37	6,01	6,24	102,17	106,17	100,17	104,00
Триптофан	1,00	1,16	1,25	1,13	1,22	116,00	125,00	113,00	122,00
Аргінін	-	5,74	5,85	5,7	5,81	-	-	-	-
Гістидин	-	3,56	3,77	3,47	3,63	-	-	-	-
Гліцин	-	1,78	1,82	1,73	1,77	-	-	-	-
Аланін	-	3,59	3,76	3,45	3,68	-	-	-	-
Серин	-	2,77	2,89	2,68	2,74	-	-	-	-
Аспарагінова кислота	-	1,58	1,81	1,53	1,79	-	-	-	-
Глутамінова кислота	-	13,85	14,08	13,75	13,95	-	-	-	-
Аспарагін	-	2,47	2,66	2,39	2,58	-	-	-	-
Глутамін	-	9,55	9,89	9,48	9,80	-	-	-	-
Пролін	-	1,69	1,87	1,63	1,79	-	-	-	-
Збалансованість амінокислотного складу									
Сума незамінних амінокислот		40,57	41,70	39,93	40,93				

Амінокислота	Дані ФАО/ ВООЗ	Вміст амінокислот, г/100 г білку				Амінокислотний скор			
		«Chocolate flavor»		«Meat flavor»		«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
		у рідкій формі	у порошко- подібній формі	у рідкій формі	у порошко- подібній формі	у рідкій формі	у порошко- подібній формі	у рідкій формі	у порошко- подібній формі
Сума замінних амінокислот		46,58	48,40	45,81	47,54				
Співвідношення незамінних амінокислот до замінних		0,87	0,86	0,87	0,86				
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %		15,63	15,90	15,46	17,10				
Біологічна цінність (БЦ), %		84,37	84,10	84,54	82,90				
Коефіцієнт утилітарності (U)		0,85	0,86	0,85	0,85				
Показник порівнювальної надлишковості (бс)		0,36	0,36	0,36	0,36				
Індекс незамінних амінокислот (ІНАК)		1,11	1,15	1,09	1,13				

Вуглеводи в раціоні харчування є основним джерелом енергії. За їх рахунок покривається більше ніж 50...60% енерговитрат. В розроблених НСАД вуглеводи представлені моно- та дисахаридами. Вуглеводний склад та відношення вуглеводних груп до загального вмісту вуглеводів НСАД відображено у табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Вуглеводний склад та показник глікемічності
натуральних смако-ароматичних добавок

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Глікемічний індекс, % [205]	Характеристика			
		«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
		у рідкій формі	у порошкоподібній формі	у рідкій формі	у порошкоподібній формі
Вміст вуглеводів, г/100 г продукту		47,85	82,29	47,05	89,57
Дисахариди, г/100 г:		3,81	6,55	3,95	7,52
лактоза	45	3,81	6,55	3,95	7,52
Моносахариди, г/100 г:		43,81	75,74	43,95	82,05
глюкоза	100	16,80	29,06	16,35	30,57
галактоза	25	1,21	2,09	1,47	2,75
фруктоза	20	1,15	1,99	-	-
ксилоза	12	-	-	0,48	0,90
мальтоза	105	22,80	39,44	22,80	42,64
Показник глікемічності		49,99	74,34	42,44	79,41

Відповідно до розрахунків показника глікемічності розроблені НСАД в рідкій формі відносяться до продуктів (добавок) із низьким глікемічним індексом (≤ 55), а в порошкоподібній формі – до продуктів (добавок) із високим глікемічним індексом (≤ 75). Дані результати показують, що добавки у сухій формі не рекомендовані до вживання у великі кількості при дієтичному харчуванні.

Розроблені НСАД досліджені за показниками безпечності на відповідність вимогам нормативно-технічним документам, які діють в ЄС [207] та Україні [208, 209]. Відповідно до зазначених вимог важливими основоположними показниками якості НСАД, за якими визначають їх придатність до споживання, є мікробіологічні показники та вміст токсичних елементів (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Показники безпеки натуральних смако-ароматичних добавок

(n=3, P≤0,05)

Найменування показника	Норма [206]	Характеристика			
		«Chocolate flavor»		«Meat flavor»	
		у рідкій формі	у порошкоподібній формі	у рідкій формі	у порошкоподібній формі
Мікробіологічні показники					
КМАФАнМ, КУО/г, не більше	5,0·10 ²	0,6·10 ²	0,8·10 ²	0,7·10 ²	0,8·10 ²
БГКП, в 0,01 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Умовно-патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Staphylococcus aureus</i> , КУО/0,1 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Salmonella</i> , в 25 г	не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Кількість дріжджі та плісені, КУО/г, не більше	50	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Вміст токсичних елементів					
Кадмій, мг/кг, не більше	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинець, мг/кг, не більше	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Арсен (миш'як), мг/кг, не більше	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ртуть, мг/кг, не більше	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Стронцій, мг/кг, не більше	25	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Цезій, мг/кг, не більше	40	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Результати мікробіологічного аналізу НСАД (табл. 4.10) показують, що свіже виготовлені добавки відповідають встановленим нормам. Щодо токсикологічних показників якості НСАД, то їх дослідження показали, що вміст токсичних елементів у розроблених добавках не перевищує допустимі норми.

Проведені дослідження мікробіологічних, токсикологічних показників безпеки НСАД на основі вторинної сировини дозволили встановити, що за показниками безпечності розроблені добавки відповідають нормативним вимогам.

4.4 Обґрунтування терміну зберігання та придатності натуральних смако-ароматичних добавок

Тривале зберігання НСАД супроводжується втратою їх якості, зміною сенсорних показників, і як результат, втратою технологічних властивостей.

При дослідженні зміни якісних показників НСАД при зберіганні ми опиралися на нормативні документи щодо встановлення терміну зберігання продуктів [210], на методику тестування терміну зберігання ASLT (Accelerated Shelf-Life Testing) [211, 212], а також на дані реалізації подібних САД.

Зміни якості НСАД контролювали за якісними характеристиками (кислотність (рН водної суспензії), густина/відносна швидкість розчинення, число ароматичних сполук (водної суспензії), мікробіологічними і органолептичними показниками. Динаміку зміни якості кожного зразка контролювали через 1 місяць, 3 місяці, 6 місяців, 9 місяців, 12 місяців, 18 місяців, 24 місяці (за методиками наведеними в розділі 2). Статистично оброблені результати дослідження якості НСАД при зберіганні представлено в додатках Г.

Встановлено, що за умов температури повітря $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$ і вологості $\leq 75\%$ та з доступом світла зміна фізико-хімічних показників розроблених НСАД починається з 12 місяців. Відбувається зменшення числа ароматичних сполук, тобто добавки значно менше утримують ароматоутворюючі сполуки, збільшується в'язкість добавок у рідкій формі і зменшується сипучість порошкоподібних НСАД.

Водночас, при зберіганні добавок за температури повітря $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$ і

вологості $\leq 75\%$ та без доступу світла фіксується стабільність або мінімальні зміни якісних показників протягом 18 місяців зберігання. За температури $-2^{\circ}\text{C} \dots +4^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря в межах $60\% \dots 70\%$ відповідно до фізико-хімічних показників НСАД здатні зберігатися протягом 18-24 місяців.

Результати досліджень мікробіологічних показників НСАД показали, що в розроблених добавках не знайдено бактерій групи кишкової палички і патогенні мікроорганізми як в свіжевикотворених, так і на закінчення дослідного терміну зберігання. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів в НСАД не перевищувало допустимого рівня (норми див. Додаток Г) протягом всього досліджуваного терміну зберігання. Таким чином, за умови виробництва і зберігання добавок в асептичних умовах, НСАД у рідкій і порошкоподібній формі залишаються безпечними протягом 12-18 місяців за температури зберігання $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$, і протягом 24 місяців за температури $-2^{\circ}\text{C} \dots +4^{\circ}\text{C}$.

Основним завданням було визначити вплив параметрів зберігання на інтенсивність смаку і аромату розроблених НСАД (результати представлено у вигляді профілограм (додаток Д)).

Дослідження сенсорних показників якості НСАД протягом перших 18 місяців зберігання показало, що в процесі зберігання добавки за всіх досліджуваних умов зберігають задані смакові і ароматичні властивості. Це пов'язано із додаванням до технології НСАД мальтодекстрину – як фіксатора-носія САР.

При зберіганні добавок у рідкій формі при температурі $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря (ϕ) $\leq 75\%$, з доступом світла після 12 місяців, без доступу світла – через 18 місяців смак і запах НСАД стає менш вираженим, що обумовлено руйнуванням або зміною САР в процесі зберігання. Добавки у порошкоподібній формі за тих же умов зберігали сенсорні властивості без суттєвих змін протягом 18-24 місяців.

За результатами спостережень зафіксовано раціональні терміни зберігання розроблених НСАД у рідкій формі до 18 місяців і у порошкоподібній до 24

місяців при температурі $-2^{\circ}\text{C} \dots +4^{\circ}\text{C}$, вологості повітря (ϕ) 60%...70% без доступу світла, що відповідає умовам зберігання добавок у холодильній камері.

Зберігання НСАД за підвищених температур не призводить до суттєвих якісних змін добавок. За результатами досліджень для НСАД у рідкій формі рекомендований термін зберігання 12 місяців при температурі $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря $\leq 75\%$ без доступу світла (темне скло / непрозора пластикова упаковка), що відповідає умовам зберігання добавок у темному приміщенні (складі/цеху). НСАД у порошкоподібній формі за даних параметрів рекомендовано зберігати протягом 18 місяців.

4.5 Розроблення рекомендацій з використання натуральних смако-ароматичних добавок у складі харчових продуктів

Розроблені НСАД у рідкій і сухій формах, з метою поліпшення смако-ароматичного профілю, можна використовувати в широкому асортименті харчових продуктів, відповідно в яких це дозволено за технічною документацією. Зокрема це такі продукти, як:

- кондитерські вироби (торти, тістечка, цукерки, холодні десерти тощо);
- молочні продукти (морозиво, сиркові вироби, кисломолочні напої тощо);
- м'ясовмісні продукти (варені ковбаси, паштети тощо);
- в продуктах швидкого приготування (сухі сніданки, супи, соуси тощо).

4.5.1 Розроблення технології солодких сиркових виробів із натуральними смако-ароматичними добавками

Сиркові вироби (сирки солодкі) в лабораторних умовах виготовляли за рекомендаціями [213, 214].

В роботі підготовлено та досліджено п'ять зразків сирків солодких: зразок 1 (контрольний) – сирок солодкий без внесення НСАД, зразок 2-4 – сирок із внесенням НСАД «*Chocolate flavor*» у кількості 1%, 3% і 5%. Відповідні рецептури наведені в табл. 4.11.

Таблиця 4.11

Рецептури сирків солодких, кг на 1000 кг без врахування втрат

Інгредієнти	Рецептури			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Сир кисломолочний нежирний з масовою часткою вологи 82%	568,8	568,8	568,8	568,8
Вершки з масовою частку жиру 55%	310,0	310,0	310,0	310,0
Цукор-пісок	121,2	120,2	118,2	116,2
Натуральна смако-ароматична добавка « <i>Chocolate flavor</i> » (в рідкій формі)	-	1,0	3,0	5,0
Всього	1000	1000	1000	1000

Зразки сирків солодких готували за технологічною схемою наведено на рис.

4.3.

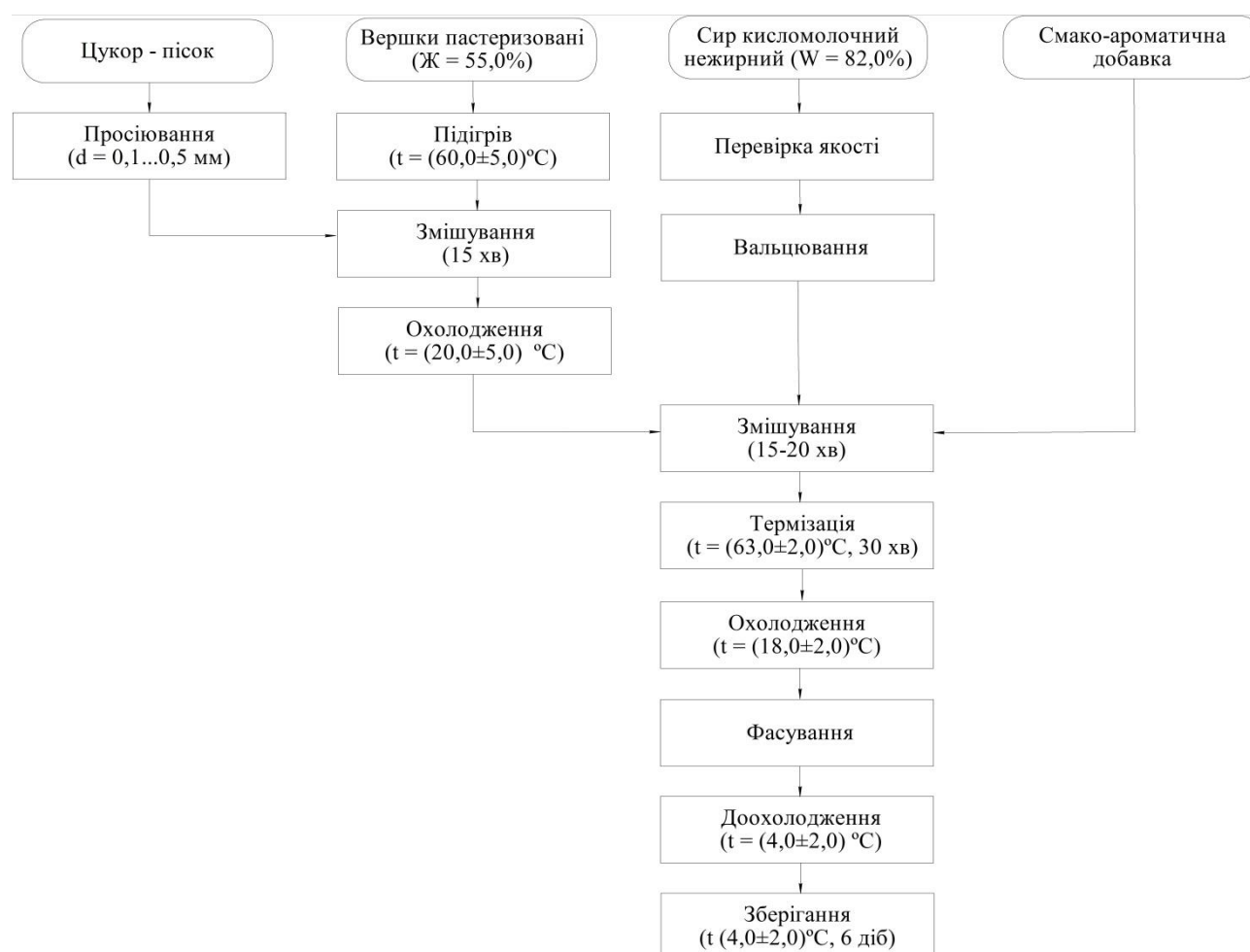


Рисунок 4.3 – Технологічна схема виробництва сирків солодких

В підготовлених зразках сирків солодких, за вище вказаною технологією, визначалися органолептичні властивості, показники якості свіже виготовлених і протягом зберігання.

Органолептичні показники зразків сирків солодких наведено табл. 4.12 і на рис. 4.4.

Таблиця 4.12

Органолептична оцінка досліджуваних зразків сирків солодких

Назва показника	Сирок солодкий			
	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Зовнішній вигляд	Однорідна маса з нерівною поверхнею			
Структура і консистенція	М'яка, мазка, однорідна, гомогенна			
Смак і запах	Чистий, кисло-молочний, з солодким присмаком	Кисло-молочний, з помірним подібним шоколадному ароматом і легким карамельним присмаком	Кисло-молочний, з подібним шоколадному ароматом і приємним карамельним присмаком	Кисло-молочний, з подібним шоколадному ароматом і карамельним присмаком, з легкими терпкими нотками
Колір	Білий з кремовим відтінком	Білий з світло-бордово-кремовим відтінком, характерним для внесеної добавки	Білий з світло-бордовим відтінком, характерним для внесеної добавки	Білий з світло-бордовим відтінком, характерним для внесеної добавки

Відповідно органолептичному аналізу (табл. 4.12), зовнішній вигляд і консистенція усіх чотирьох зразків не мають проявів негативних властивостей. Колір всіх дослідних зразків мав привабливий колір, який характерний для внесених НСАД.

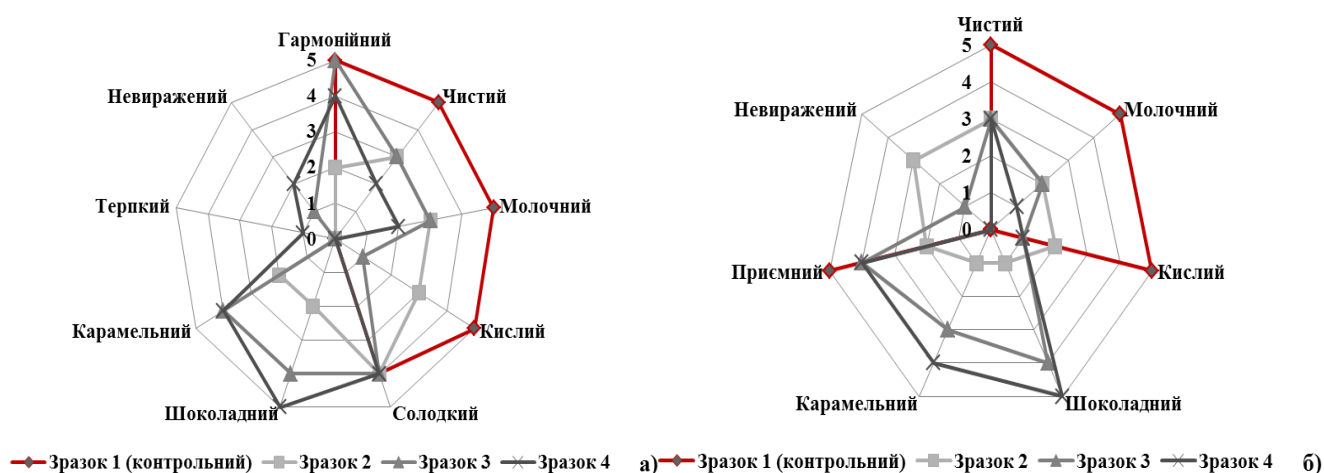


Рисунок 4.4— Профілограми а) запаху, б) смаку сирків солодких

Профілограми запаху досліджуваних зразків солодких сирків розподілені по різному, що говорить про присутню різницю характеристики запаху продуктів. При цьому за інтенсивністю дескриптора «подібний шоколадному» зразки сирків можна розмістити у такий ряд – зразок 4 > зразок 3 > зразок 2. Інтенсивність кисломолочного запаху лежить у зворотній залежності.

Для характеристики профілю смаку відібрано 7 дескрипторів. Під час дегустації всі експерти відмітили дескриптори як «гармонійний», «чистий», «молочний», «солодкий» смак притаманний усім чотирьом зразкам. «Шоколадний» присмак має найвищу інтенсивність у зразку 4. Загалом експерти відмітили високі смакові властивості зразків із НСАД «*Chocolate flavor*».

Таким чином, в результаті проведених досліджень були встановлені та надані характеристики органолептичних показників досліджуваним зразкам (табл. 4.12).

Зразки сирків солодких являють однотиповими продуктами, однак у зразках присутні відмінності. Кожен із зразків відрізняється характерними для САД смаком та запахом, інтенсивність яких залежить від кількості внесеної добавки. Також сирки відрізняються за кольором, із фарбуючих речовин які містяться в добавках. Відповідно до сенсорного аналізу встановлено, що оптимальною дозою внесення НСАД «*Chocolate flavor*» є 3%. Оскільки за даної дози забезпечуються оптимальні сенсорні показники сирків солодких.

Аналізуючи результати фізико-хімічних показників зразків (табл. 4.13) встановлено, що всі досліджені зразки сирків солодких містять приблизно однакову кількість сухих речовин – від 33,0 до 36,0%. В основному їх більшу частку складають вуглеводи (цукри). Це обумовлено тим, що до рецептури сирків входить до 12% цукру.

Енергетична цінність в зразках із внесенням НСАД «*Chocolate flavor*» підвищується, що пояснюється поживною цінністю самих добавок.

Мікробіологічні показники всіх п'ятих зразків відповідає вимогам нормативної документації.

Таблиця 4.13

Основні фізико-хімічні та мікробіологічні показники дослідних зразків
сирків солодких

Назва показника	Сирок солодкий			
	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Кислотність, °Т	125,0	129,0	132,0	135,0
Масова частка основних складових, %:				
Вологи	64,0	65,0	66,0	67,0
Жирів	6,0	6,0	6,0	6,0
Білків	8,0	8,1	8,1	8,1
Вуглеводів	13,5	14,0	14,9	15,7
Енергетична цінність, ккал	136,6	138,9	142,3	145,3
Кількість молочнокислих бактерій, КУО/г, не менше	$5 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$
БГКП, в 0,01 г	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Умовно-патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Staphylococcus aureus</i> , КУО/0,1 г	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у тому числі <i>Salmonella</i> , в 25 г	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Кількість дріжджів та плісень, КУО/г, не більше	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Основною вимогою використання НСАД в технологіях харчових продуктів є забезпечення стабільних сенсорних характеристик протягом всього терміну зберігання.

Досліджувані зразки сирків солодких зберігали протягом 10 діб при температурі +2...+6°C і відносної вологості повітря 70...75%.

Зміну якості сирків солодких при зберіганні фіксували за органолептичними (консистенція, смак, запах, колір), фізико-хімічними (вологість, титрована кислотність) і мікробіологічними показниками. Вимірювання показників якості проводили на 2-й, 4-й, 6-й день зберігання досліджуваних зразків. Результати представлено в Додатку Г.

За результатами органолептичної оцінки встановлено, що при зберіганні сирків солодких зміна сенсорних показників майже не відбувається. Зразки протягом чотирьох діб мають однорідну, м'яку, помірно мазку консистенцію з відтінком характерним для внесених добавок. В зразках 2-4 запах і смак протягом

чотирьох діб залишається стабільним, гармонійний, солодким, з присмаком НСАД, на шосту добу з'являється в міру кислуватий присмак.

За результатами органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників (додаток Г) встановлено, що зразки сирків солодких із використанням НСАД «*Chocolate flavor*» не поступаються сиркам без внесення добавок.

В результаті комплексного дослідження впливу НСАД на показники якості сиркових виробів, рекомендованою дозою внесення НСАД «*Chocolate flavor*» є 3% від маси сировини.

4.5.2 Розроблення технології варених ковбас із використанням натуральних смако-ароматичних добавок

Визначення раціональної кількості додавання НСАД «*Meat flavor*» до складу ковбасних виробів базується на визначенні впливу добавки на органолептичні характеристики та фізико-хімічні властивості продукту.

В роботі досліджувалися зразки вареної ковбаси виготовленої за ДСТУ 4436:2005 [216], орієнтуючись на рецептуру такої ковбаси як «Лікарська» (контрольний зразок). Готували також зразки з різним відсотком внесення НСАД «*Meat flavor*» – 0,5%, 2,5%, 5% (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Рецептури дослідних зразків варених ковбас, кг/100 кг сировини

Найменування сировини	Рецептури			
	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Яловичина вищого гатунку	25,0	25,0	25,0	25,0
Свинина напівжирна	70,0	70,0	70,0	70,0
Меланж яєчний	3,0	3,0	3,0	2,0
Молоко сухе знежирене	2,0	2,0	2,0	2,0
<i>Маса сировини несолоної</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>
Сіль кухонна харчова	2,3	2,2	2,1	2,0
Суміш спецій (цукор, мускатний горіх)	0,25	0,24	0,23	0,22
Нітрит натрію	0,007	0,007	0,007	0,007
НСАД « <i>Meat flavor</i> »	-	0,5	2,5	5,0
Лускатий лід	25,0	25,0	25,0	25,0
<i>Маса прянощів і матеріалів на 100 кг сировини</i>	<i>27,557</i>	<i>27,947</i>	<i>29,837</i>	<i>32,227</i>
Всього	127,557	129,947	129,837	132,227

Виробництво дослідних зразків проводили за традиційною технологічною схемою (рис. 4.5). НСАД «*Meat flavor*» в порошкоподібній формі додаються на етапі кутерування або перемішування.

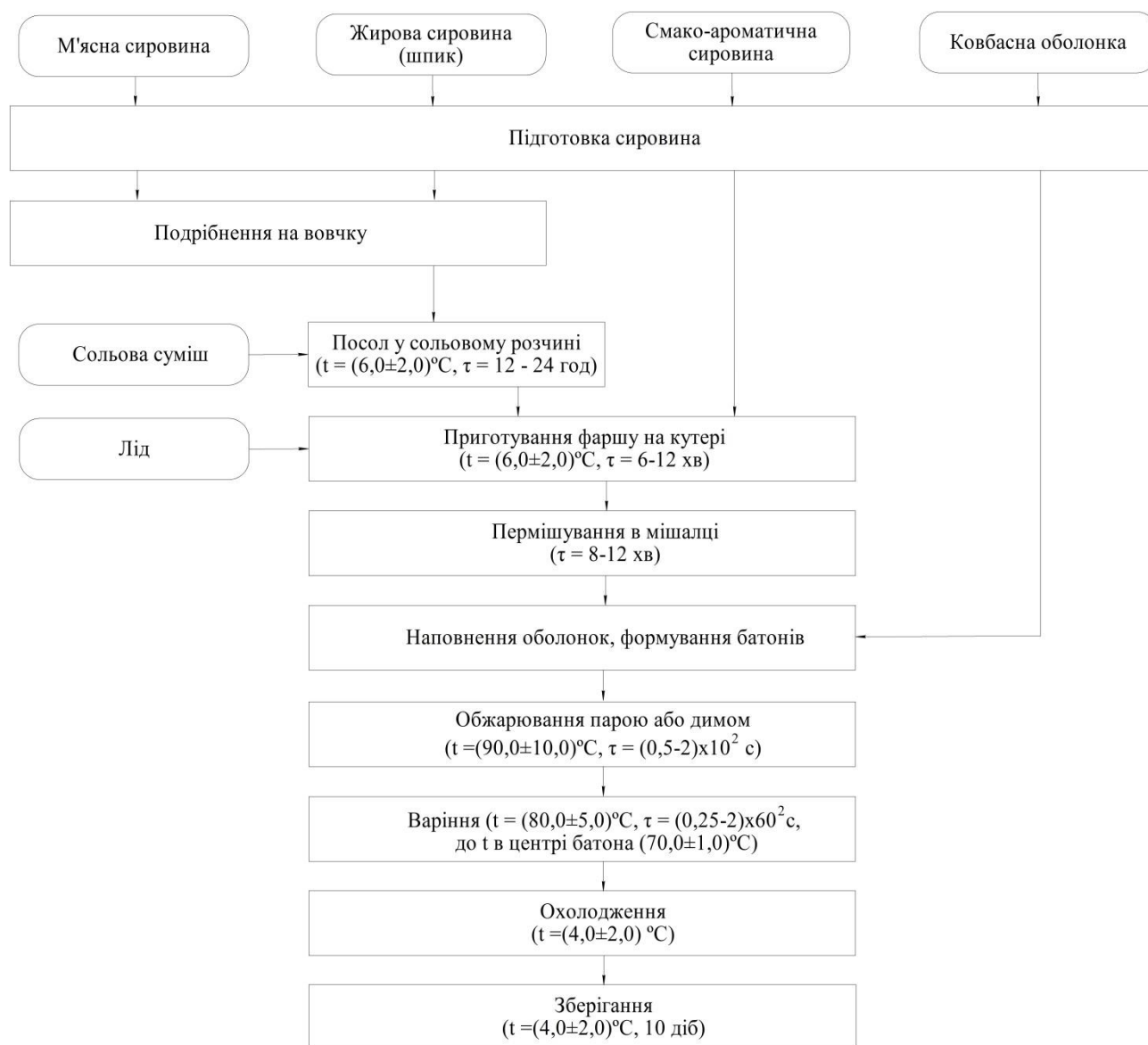


Рисунок 4.5 – Технологічна схема виробництва ковбаси вареної

Для визначення оптимальної дози внесення НСАД «*Meat flavor*» у рецептуру вареної ковбаси, досліджено структурно-механічні і фізичні показники зразків. Результати представлено в табл. 4.15.

Встановлено, що при застосуванні традиційних параметрів виробничого процесу, НСАД «*Meat flavor*» добре рівномірно розчиняється в м'ясних системах.

Таблиця 4.15

Якісні показники досліджуваних зразків ковбас варених

Найменування показника	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Рівномірність розподілення добавки, β , %	-	3	4	5
Вологозв'язуюча здатність, ВЗЗ, %	60,9	68,5	71,4	78,1
Жироутримуюча здатність, ЖУУ, %	16,5	16,9	17,5	18,2
pH	6,21	6,22	6,26	6,30

Серед показників якості м'ясних продуктів, найважливішим показником є вологозв'язуюча здатність. Оскільки даний показник є одним із вирішальних в плані формування споживчих властивостей продукту через вплив на структурно-механічні показники, сенсорне сприйняття продукту тощо. Дослідження впливу НСАД «*Meat flavor*» на вологозв'язуючу здатність дозволяє пояснити зміни органолептичних характеристик, стабільність властивостей м'ясних продуктів при зберіганні. Результати дослідження вологозв'язуючої здатності в зразках вареної ковбаси (табл. 4.15) показують, що додавання НСАД «*Meat flavor*» призводить до збільшення значення ВУЗ систем.

Важливим аспектом якості м'ясних продуктів є жирутримуюча здатність, яка разом із вологозв'язуючою здатністю характеризує ризики виникнення бульйонно-жирових набряків при виробництві продукції. Встановлено, що при збільшенні кількості внесення НСАД «*Meat flavor*» до рецептури вареної ковбаси, значення ЖУУ збільшується, що позитивно впливатиме на споживчі показники готового продукту. Перш за все це пов'язано з тим, що складу НСАД «*Meat flavor*» входить мальтодекстрин, який володіє вологоутримуючою і емульгуючою здатністю.

Зробити висновок про вплив НСАД «*Meat flavor*» на сенсорні показники варених ковбас можна лише після детального проведення органолептичної оцінки готових продуктів.

Виходячи з проведених досліджень встановлено, що варені ковбаси як дослідних зразків, так і контрольного, відповідають високій якості, про що говорять результати бальної оцінки сенсорних показників (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 – Профілограма органолептичної оцінки вареної ковбаси

Однак дослідні зразки із внесенням НСАД мали вищі оцінки порівняно і з контрольним. Зокрема це стосується показників смаку і запаху.

Для об'єктивного аналізу органолептичних показників здійснено розширений експертний органолептичний аналіз (результати представлено в Додатку Д).

Таким чином, в результаті комплексного органолептичного аналізу встановлено, що дослідні зразки варених ковбас, до рецептури яких додано НСАД «*Meat flavor*» характеризувалися поліпшеними смаковими і ароматичними якостями, більш привабливим зовнішнім виглядом, гарною консистенцією ніж контрольний. Визначено, що найкращими характеристиками смаку і аромату відзначається зразок 3. Смак в зразку 3 набуває більш вираженого м'ясного присмаку, збалансованого за відчуттям солоного і солодкого, запах – відзначається насиченими вареними нотками, подібними м'ясному.

Для визначення впливу НСАД «*Meat flavor*» на якісні показники варених ковбас при зберіганні, проведено визначення фізичних, мікробіологічних і органолептичних показників в динаміці зберігання продуктів протягом 10 діб (Додаток Е).

Встановлено, що за органолептичними, фізичними і мікробіологічними показниками досліджувані зразки на кінець терміну зберігання відповідають

вимогам діючої нормативної документації щодо мікробіологічної безпечності.

Таким чином, в результаті комплексного дослідження впливу внесення НСАД «*Meat flavor*» до рецептури вареної ковбаси визначено оптимальне дозу добавки. Рекомендовано вносити НСАД «*Meat flavor*» в порошкоподібній формі кількості 2,5% від маси сировини в технології виробництва м'ясних виробів на етапі змішування інгредієнтів рецептури.

Висновки до розділу 4

1. Розроблено рецептурний склад НСАД в рідкій і порошкоподібній формі та технологічні схеми виробництва НСАД «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*», описані етапи їх виробництва.

2. Визначено показники якості НСАД, їх біологічну та харчову цінність, встановлено показники безпеки.

3. Встановлено терміни придатності НСАД «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*», розроблено рекомендації до зберігання НСАД в рідкій і порошкоподібній формі.

4. Розроблено рекомендації з використання НСАД у складі харчових продуктів, як молочні та м'ясні продукти. Складено рецептури і технологічні схеми продуктів, як сирки солодкі і варена ковбаса з використання НСАД.

РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Організація виробництва розроблених НСАД «Chocolate flavor» і «Meat flavor» у рідкій та порошкоподібній формі потенційно доступна на підприємства харчової промисловості, зокрема з виробництва харчових добавок, або підприємствах, де є вихід вторинної сировини (МС, ВВ, КК), для впровадження технологій безвідходного виробництва.

Планування виробничої програми підприємства

Організацію виробництва НСАД на підприємстві проводимо у 1 зміну на добу. Передбачуваний випуск НСАД на підприємстві приймаємо 1000 кг/зміну. Випуск кожного виду НСАД пропонуємо по змінно.

Таблиця 5.1

Розрахунок обсягу виробництва натуральних смако-ароматичних добавок

Найменування виду НСАД	Денний обсяг виробництва, кг	Річний обсяг виробництва, т
«Chocolate flavor» у рідкій формі	1000	60
«Chocolate flavor» у порошкоподібній формі	1000	60
«Meat flavor» у рідкій формі	1000	60
«Meat flavor» у порошкоподібній формі	1000	60
Всього	1000	240

Розрахунок суми інвестиційних витрат на впровадження нових натуральних смако-ароматичних добавок

На цьому етапі визначено суму коштів, необхідних для придбання комплекту обладнання, його транспортування та монтаж, а також суму коштів на будівництво чи ремонт приміщення.

Витрати на будівництво нового приміщення визначаються за формулою (5.1).

$$B_{B1} = S \cdot C_B \quad (5.1)$$

де B_{B1} – витрати на будівництво споруд, будівель, тис. грн.;

S – площа всіх об'єктів будівництва, м²;

C_B – ціна будівництва 1 м² (у певному регіоні будівництва), тис. грн.

Додаткові витрати на санітарно-технічні роботи B_{B2} (водопровід,

каналізація, опалення та електромережі) приймаються на рівні 10% від вартості будівництва.

Загальна вартість витрат на будівництво нового виробничого приміщення визначається, як сума витрат на будівництво та витрат на санітарно-технічні роботи (за формулою (5.2)).

$$B_B = B_{B1} + B_{B2} \quad (5.2)$$

де B_{B1} – загальна вартість витрат на будівництво нового виробничого приміщення, тис грн.;

B_{B2} – витрати на санітарно-технічні роботи, тис. грн.

Потреба в обладнанні розраховується, виходячи із запланованої виробничої програми та продуктивності роботи обладнання за одиницю часу.

Таблиця 5.2

Розрахунок вартості встановленого обладнання, яке необхідне для організації виробництва натуральних смако-ароматичних добавок

Найменування виробничої операції	Найменування обладнання	Кількість, од.	Вартість обладнання*	
			грн / од.	всього, тис. грн
Приймання сировини	Резервуар для обліку і приймання сировини	1	145000,0	145,0
Фільтрація	Фільтр грубої очистки	1	9500,0	9,5
Підігрів рідких інгредієнтів	Пластинчастий підігрівач	1	122000	122,0
Подрібнення рослинної сировини: ВВ, КК	Подрібнювач	1	4100,0	4,1
Просіювання сипких інгредієнтів	Просіювач вібраційний	1	27000,0	27,0
Проміжне зберігання сировини	Ємність для сипких інгредієнтів	4	25000,0	100,0
Дозування	Ваговий дозатор сипучих компонентів	1	26000,0	26,0
	Лічильник рідких компонентів	1	9200,0	9,2
Перемішування	Ємність з мішалкою	1	204000,0	204,0
Екстракція				
Фільтрація	Пластинчастий фільтр	1	10200,0	10,2
Проміжне зберігання сировини	Ємність / резервуар	1	92000,0	92,0
Перемішування	Ємність з мішалкою	1	204000,0	204,0
Гідроліз				
Високо-температурне нагрівання				

Найменування виробничої операції	Найменування обладнання	Кількість, од.	Вартість обладнання*	
			грн / од.	всього, тис. грн
Переміщення	Ємність з мішалкою	1	190000,0	190,0
Охолодження				
Сушіння	Сушарка	1	1200000,0	1200,0
Охолодження				
Фасування/ пакування/ маркування	Автомат для фасування сипких продуктів	1	160000,0	160,0
	Автомат для фасування в'язких матеріалів	1	211000,0	211,0
Інше не враховане обладнання	Допоміжне обладнання (мийка, тележка, насоси)	5	60000,0	60,0
Всього:		24	2774000,0	2774,0
Транспортні витрати (3...5% від вартості обладнання)		83,22		
Монтажні витрати (15...20% від вартості обладнання)		416,1		
Інші невраховані витрати (15% від вартості обладнання)		416,1		
Всього витрати на придбання і встановлення обладнання:		915,42		

* Примітка. Ринкові ціни станом на 2022 рік.

Розрахунок розміру виробничого приміщення для виробництва НСАД визначаємо за формулою (5.3).

$$S = S_{\text{обл.}} + S_{\text{обсл.}} + S_{\text{доп.}} \quad (5.3)$$

де $S_{\text{обл.}}$ – загальна площа для розміщення обладнання, м^2 ;

$S_{\text{обсл.}}$ – площа на обслуговування (30% від $S_{\text{обл.}}$), м^2 ;

$S_{\text{доп.}}$ – допоміжна площа (20% від $S_{\text{обл.}}$), м^2 .

Загальна площа виробничого приміщення для організації виробництва НСАД на підприємстві складає:

$$S = 48 + 3 \cdot 48 + 28 \cdot 0,2 = 72,0 \text{ м}^2 = 2 \text{ будівельних квадратів}$$

Вартість будівництва виробничого приміщення складає:

$$B_{\text{Б1}} = 72 \cdot 15,0 = 1080,0 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{\text{Б}} = 1080 + 162 = 1242,0 \text{ тис. грн.}$$

В загальному вигляді суму інвестиційних витрат визначено за формулою (5.4).

$$IB = B_{\text{Б}} + B_{\text{об.}} + T + M + B_{\text{ін.}} \quad (5.4)$$

де $B_{\text{Б}}$ – капітальні вкладення в проведенні будівельних робіт, тис. грн;

$B_{об.}$ – вартість придбаного обладнання, тис. грн;

T – транспортно-заготівельні роботи витрати, тис. грн;

M – вартість монтажу обладнання, тис. грн;

$B_{ін.}$ – інші невраховані витрати, тис. грн.

$$IB = 1242 + 2774 + 83,22 + 416,1 + 416,1 = 4931,42 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок собівартості виробництва та реалізації продукції

Для оцінки конкурентоспроможності розроблених НСАД розраховано економічний ефект та прогнозовану рентабельність реалізації нових НСАД за встановленим переліком статей витрат.

Стаття «Вартість сировини і матеріалів» включає вартість сировини та матеріалів, що входять до складу НСАД.

Розрахунок витрат на сировину і матеріали наведено в табл. 5.1. Передбачається, що основна сировина: МС, КК, переробляється як вторинна сировина, тому в ціну закладено витрати пов'язані із транспортуванням даної сировини. В разі закупівлі ВВ у свіжому вигляді, то необхідно передбачати обладнання для попереднього сушіння сировини.

Таблиця 5.3

Розрахунок вартості сировини та матеріалів для виробництва натуральних смако-ароматичних добавок

Найменування сировини та матеріалів	Норма витрат, кг, на 1000 кг НСАД		Планова ціна закупівлі (1 кг), грн	Витрати на сировину і матеріали, грн	
	Рідка форма НСАД	Порошкоподібна форма НСАД		Рідка форма НСАД	Порошкоподібна форма НСАД
«Chocolate flavor»					
Молочна (сирна) сироватка	681,27	1221,88	6,5	4 496,115	8 065,2
Сухі виноградні вичавки	68,13	122,19	18,0	1 038,42	1 862,82
Ферментний препарат «Протолад»	0,50	0,90	516,0	258,0	464,4
Мальтодекстрин (ДЕ 17-19)	400,00	716,20	65,0	26 000,0	46 553,0
Всього витрати на сировину і матеріали на 1000 кг, грн				31 792,535	56 945,42
«Meat flavor»					
Молочна (сирна) сироватка	678,60	1341,25	6,5	4 573,725	9 053,85

Найменування сировини та матеріалів	Норма витрат, кг, на 1000 кг НСАД		Планова ціна закупівлі (1 кг), грн	Витрати на сировину і матеріали, грн	
	Рідка форма НСАД	Порошкоподібна форма НСАД		Рідка форма НСАД	Порошкоподібна форма НСАД
Порошок кукурудзяних качанів	51,4	103,17	4,8	125,232	247,296
Ферментний препарат «Протолад»	0,40	0,70	516,0	206,4	361,2
Мальтодекстрин (ДЕ 2-12)	400,00	791,90	67,0	26 800,0	53 057,3
Всього витрати на сировину і матеріали на 1000 кг, грн				31 705,357	62 719,646
Всього витрати на сировину і матеріали на рік, тис.грн				10989,777	

Стаття «Витрати на енергоресурси». До цієї статті відносяться витрати на паливо, воду і електроенергію, які витрачаються на технологічні потреби при здійсненні основного виробництва, які можуть отримуватися як від сторонніх організацій, та і виготовлятися на самому підприємстві. Розрахунок вартості енерговитрат наведено в табл. 5.4.

Таблиця 5.4

Вартість пари, води та електроенергії на технологічні потреби

Вид ресурсу	Од. вимірю- вання	Витрати ресурсів за зміну	Річна потреба в ресурсах	Вартість од. ресурсу, грн.	Вартість ресурсів, тис.грн	
					на 1т	на рік
«Chocolate flavor» у рідкій формі						
Пар	т	0,1	6,0	91,89	0,009	0,552
Вода	м³	1,2	72,0	32,5	0,039	2,340
Електроенергія	кВт/год	53,24	3194,4	1,68	0,089	5,367
Всього:					0,137	8,259
«Chocolate flavor» у порошкоподібній формі						
Пар	т	0,1	6,0	91,89	0,009	0,552
Вода	м³	1,5	90,0	32,5	0,135	2,925
Електроенергія	кВт/год	72,5	4350,0	1,68	0,122	7,308
Всього:					0,266	10,785
«Meat flavor» у рідкій формі						
Пар	т	0,1	6,0	91,89	0,009	0,552
Вода	м³	1,2	72,0	32,5	0,039	2,340
Електроенергія	кВт/год	53,24	3194,4	1,68	0,089	5,367
Всього:					0,137	8,259
«Meat flavor» у порошкоподібній формі						
Пар	т	0,1	6,0	91,89	0,009	0,552
Вода	м³	1,5	90,0	32,5	0,135	2,925
Електроенергія	кВт/год	72,5	4350,0	1,68	0,122	7,308
Всього:					0,266	10,785
Всього вартість ресурсів на рік:						38,088

Стаття «Основна та додаткова заробітна плата». До цієї статті відносяться витрати на виплату основної заробітної плати виробничому персоналу, обчисленої згідно з прийнятою підприємством системою оплати праці. Основну заробітну плату визначають, виходячи із чисельності персоналу цеху, тривалості часу їхньої роботи та ставок заробітної плати за одиницю часу.

Також до цієї статті відносять витрати на додаткову заробітну плату, що нараховується за працю понад встановлену норму, за трудові успіхи і особливі умови праці. Вона включає надбавки, доплати, які передбачені чинним законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій. Для планових розрахунків суму додаткової заробітної плати можна взяти на рівні 20% від основної заробітної плати.

Розрахунок витрат на основну та додаткову заробітну плату в цілому за рік (12 місяців) наведено в табл. 5.5.

Стаття «Відрахування на соціальне страхування». До даної статті включають відрахування на державне соціальне страхування, включаючи відрахування на обов'язкове медичне страхування; відрахування до фонду сприяння зайнятості населення. Розмір відрахувань складає 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

Розрахунок витрат на відрахування на соціальне страхування наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Розрахунок витрат на заробітну плату та відрахування

Категорії працівників і займана ними посада	Кількість працівників, чол.	Тарифна ставка, грн./місяць	Основна заробітна плата, тис.грн	Додаткова заробітна плата, тис.грн	Відрахування на соціальне страхування, тис.грн	Заробітна плата з нарахуваннями за рік, тис.грн.
Технолог	1	10445,0	125,340	25,068	33,090	183,498
Робочий (готувач суміші)	2	7479,8	179,515	35,903	47,400	262,818
Апаратник	2	8482,2	203,573	40,715	53,743	298,031
Оператор-пакувальник	1	8482,2	101,786	20,357	26,871	149,014
Лаборант	1	6630,2	79,562	15,912	21,004	116,478
Всього:	7	-	689,777	137,955	182,108	1009,84

Стаття «Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва». Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва складають 5...10% від вартості сировини та матеріалів.

Стаття «Амортизація». Витрати на амортизацію складають 7...8% від початкової вартості будівель, споруд та обладнання (суми інвестиційних витрат).

Стаття «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання». Ця стаття включає витрати на здійснення поточного ремонту, технічне обслуговування обладнання, які складають 3...5% від вартості сировини і матеріалів.

Стаття «Загальновиробничі витрати». Загальновиробничі витрати складають 50% від витрат на оплату праці.

Стаття «Загальногосподарські витрати». Загальногосподарські витрати складають 20% від витрат на оплату праці.

Стаття «Інші виробничі витрати». Пов'язані з організацією і обслуговуванням виробництва та не віднесені ні до однієї з вказаних вище статей витрат. Витрати за даною статтею складають 15% від виробничої собівартості.

Стаття «Позавиробничі (комерційні) витрати». Це витрати на упаковку, вантажно-розвантажувальні роботи, на передпродажну підготовку товарів. Приймаються в розмірі 10...30% від виробничої собівартості продукції.

Калькуляцію повних витрат на виробництво НСАД наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6

Розрахунок собівартості натуральних смако-ароматичних добавок

№ статті	Стаття витрат	Сума, тис. грн			
		«Chocolate flavor» у рідкій формі	«Chocolate flavor» у порошко-подібній формі	«Meat flavor» у рідкій формі	«Meat flavor» у порошко-подібній формі
1	Сировина і матеріали	1 907,552	3 416,725	1 902,321	3 763,179
2	Паливо та енергія на технологічні цілі	8,259	10,785	8,259	10,785
3	Основна та додаткова заробітна плата	827,732			
4	Відрахування на соціальне страхування (єдиний соціальний внесок)	182,108			
5	Витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	95,378	170,836	95,116	188,159
6	Амортизація	345,199			
7	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.	57,227	102,502	57,070	112,895
8	Загальновиробничі витрати	504,920			
9	Загальногосподарські витрати	201,968			
10	Інші виробничі витрати	619,551	864,355	618,704	920,542
	Виробнича собівартість	4 749,891	6 626,722	4 743,397	7 057,487
11	Позавиробничі витрати	949,978	1 325,344	948,679	1 411,497
	Повна собівартість	5 699,869	7 952,066	5 692,076	8 468,984

**Планування прибутку підприємства та показників ефективності
виробництва натуральних смако-ароматичних добавок**

Прибуток підприємства, тобто нормативну рентабельність, плануємо на рівні 20% від повної собівартості.

Розрахунок прибутку, оптової ціни, суми ПДВ, оптово-відпускної ціни та терміну окупності представлено в табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Розрахунок прибутку, оптової ціни, суми ПДВ та оптово-відпускної ціни

Стаття витрат	Сума, тис. грн			
	«Chocolate flavor» у рідкій формі	«Chocolate flavor» у порошко-подібній формі	«Meat flavor» у рідкій формі	«Meat flavor» у порошко-подібній формі
Повна собівартість	5 699,869	7 952,066	5 692,076	8 468,984
Прибуток підприємства	1 139,974	1 590,413	1 138,415	1 693,797
Оптова ціна (відпускна ціна без ПДВ)	6 839,843	9 542,479	6 830,491	10 162,781
Податок на додану вартість (ПДВ 20%)	1 367,969	1 908,496	1 366,098	2 032,556
Відпускна ціна підприємства (з ПДВ)	8 207,812	11 450,975	8 196,589	12 195,337
Відпускна ціна за 1 кг	0,137	0,191	0,137	0,203
Нормативна рентабельність, %	20	20	20	20

Термін окупності інвестиційних витрат визначається за формулою (5.5).

$$T_o = \frac{IV}{\Pi} \quad (5.5)$$

де IV – сума інвестиційних витрат, тис. грн.;

Π – прибуток за рік, тис. грн.

$$T_o = \frac{4931,42}{5562,599} = 0,9 \text{ років} \sim 10 \text{ місяців}$$

Аналіз економічної ефективності виробництва НСАД з вторинної сировини доводить доцільність їх виробництва. При виготовленні НСАД прибуток підприємства складає 5562,599 тис. грн на рік. При проектуванні підприємства (цеху) з виробництва НСАД з проектною потужністю 1 т/зміну готової продукції термін окупності інвестиційних витрат складає менше року (10 місяців).

Висновки до розділу 5

1. Розрахунок економічної ефективності впровадження у виробництво НСАД складено з розрахунку випуску добавок на підприємстві 1000 кг/зміну, річний випуск 240 т.

2. Основну статтю витрат складають витрати на сировину і матеріали. При цьому передбачається, що основна сировина: МС, КК, переробляється як

вторинна сировина, тому в ціну закладено витрати пов'язані із транспортуванням даної сировини.

3. Розраховано, що сума на інвестиційні витрати – кошти, які необхідні для придбання комплекту обладнання, його транспортування та монтаж, а також суму коштів на будівництво чи ремонт приміщення, складає 915,42 тис. грн.

4. В розрахунках закладено прибуток підприємства, тобто нормативну рентабельність, на рівні 20% від повної собівартості. При цьому в грошовому еквіваленті прибуток підприємства при виробництві НСАД складає 5562,599 тис. грн на рік. При проектуванні підприємства (цеху) з виробництва НСАД з проектною потужністю 1 т/зміну готової продукції термін окупності інвестиційних витрат складає менше року (10 місяців).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено дослідження із вивчення органолептичних, хімічних, фізико-хімічних і технологічних властивостей вторинної сировини (МС, ВВ, КК). Запропоновано технологічні етапи (підсистеми) виробництва НСАД. Зокрема, встановлено оптимальні технологічні режими отримання МРЕВ: розмір фракцій ВВ – $(0,12 \pm 0,01)$ мм, гідромодуль – 1:10, температура – $(77,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, тривалість – 112 хв.; МРЕК: розмір фракцій КК – $(0,09 \pm 0,01)$ мм, гідромодуль – 1:13, температура – $(74,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, тривалість – 108 хв. Використання МРЕ в технології НСАД обґрунтовано вмістом в них попередників САР – цукрів.

2. Для збільшення кількості вільних амінокислот в МРЕ – як попередників САР – доцільним є ферментативний гідроліз білків МРЕ із використанням ФП протолад. Встановлено оптимальні значення технологічних параметрів гідролізу білків прийнятні для обох варіантів – МРЕВ і МРЕК – співвідношення фермент:білок – 1:8,7 і тривалість 54 хв.

3. Досліджено процес утворення САР в результаті теплового оброблення (реакції Майяра) ГМРЕ. Згідно результатів досліджень технологічних параметрів теплової обробки і утворення САР встановлені такі параметри для ГМРЕВ: тривалість 25 хв., температура – $(130,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$; для ГМРЕК: тривалість – 25 хв. температура – $(120,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$. В результаті проведеної теплової обробки отримуються зразки із винятковими смако-ароматичними профілями. Так в ГМРЕВТ утворено аромат подібний шоколадному і карамельному, в ГМРЕКТ – аромат подібний м'ясному і бульйонному.

4. Встановлено, що для стабільності смако-ароматичного профілю НСАД, при зберіганні і використанні в харчових продуктах, необхідним є використання носія-фіксатора САР. Науково обґрунтовано використання мальтодекстрину в кількості 40% від маси вхідної сировини. В результаті забезпечується максимальне утримування ароматоутворюючих речовин, задовільних показників в'язкості та вмісту сухих речовин.

5. В результаті експериментальних досліджень розроблено рецептурний

склад НСАД в рідкій і порошкоподібній формі та технологічні схеми виробництва НСАД «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*», описані етапи їх виробництва.

6. Визначено, що розроблені НСАД володіють високими показниками якості. Описано біологічну та харчову цінність НСАД, зазначено їх показники безпеки.

7. Здійснено дослідження термінів придатності НСАД «*Chocolate flavor*» і «*Meat flavor*». За результатами досліджень для НСАД у рідкій формі рекомендований термін зберігання 12 місяців при температурі $+15^{\circ}\text{C} \dots +20^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря $\leq 75\%$ без доступу світла (темне скло / непрозора пластикова упаковка), що відповідає умовам зберігання добавок у темному приміщенні (складі/цеху). НСАД у порошкоподібній формі за даних параметрів рекомендовано зберігати протягом 18 місяців.

8. Розроблено рекомендації з використання НСАД у складі харчових продуктів, як молочні та м'ясні продукти. Складено рецептури і технологічні схеми продуктів, як сирки солодкі і варена ковбаса з використання НСАД.

9. В результаті оцінки економічної ефективності впровадження у виробництво НСАД встановлено, що основну статтю витрат складають витрати на сировину і матеріали. При цьому передбачається, що основна сировина: МС, КК, переробляється як вторинна сировина, тому в ціну закладено витрати пов'язані із транспортуванням даної сировини. Нормативну рентабельність виробництва НСАД зазначено на рівні 20% від повної собівартості. При цьому в грошовому еквіваленті прибуток підприємства при виробництві НСАД складає 5562,599 тис. грн на рік. При проектуванні підприємства (цеху) з виробництва НСАД з проектною потужністю 1 т/зміну готової продукції термін окупності інвестиційних витрат складає менше року (10 місяців).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tarrah A. Probiotics, Prebiotics, and Their Application in the Production of Functional Foods. *Fermentation*. 2022. №8(4). P. 154. DOI: 10.3390/fermentation8040154
2. Lobine D., Rengasamy K.R., Mahomoodally M. F. Functional foods and bioactive ingredients harnessed from the ocean: Current status and future perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. №62(21). P. 5794–5823. DOI: 10.1080/10408398.2021.1893643
3. Martinsa N., Roriza C.L., Morales P. et al. Food colorants: challenges, opportunities, and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. № 52. P. 1–15. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.03.009.
4. Українець А.І., Фролова Н.Е. Аналітична інформація про стан використання ароматизаторів у світі і в Україні та можливості розвитку вітчизняного виробництва. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Том 25, № 2. С. 251–260. DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-2-27.
5. Grumezescu A. M., Holban A. M. *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*. Academic Press, 2017. p. 566. ISBN: 9780128115183.
6. Смирнов Е.В. *Пищевые ароматизаторы. Справочник*. Санкт-Петербург: Издательство «Профессия», 2008. 736 с. ISBN: 9785939131636.
7. Amchova P., Kotolova H., Ruda-Kucerova J. Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015. №73(3). P. 914–922. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.09.026.
8. Shukla R. et al. *Flavors and fragrances*. Flavor Development for Functional Foods and Nutraceuticals, 2019. p. 141. ISBN: 0429894201.
9. Blake A., Cadby P., Näf F. Flavor (flavour) compounds. *Production Methods*. 2003. P. 2517–2524. DOI: 10.1016/B0-12-227055-X/00484-3.

10. Aljaff P., Rasheed B.O., Omer T.A. A comparison between natural and synthetic food flavoring extracts using infrared spectra and optical activity. *IOSR Journal of Applied Physics*. 2013. №5 (3). P. 1–6.
11. Ramesh M., Arunachalam M. Flavoring and coloring agents: Health risks and potential problems. *Natural and artificial flavoring agents and food dyes*. Academic Press, 2018. P. 1–28. DOI: 10.1016/B978-0-12-811518-3.00001-6.
12. Nonconventional yeast-promoted biotransformation for the production of flavor compounds / Forti L., et al. *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*. Academic Press. 2018. P. 165–187. DOI: 10.1016/B978-0-12-811518-3.00006-5.
13. The use of enzymes and microorganisms for the production of aroma compounds from lipids / Aguedo M., et al. *Food Technology and Biotechnology*. 2004. № 42. P. 327–336.
14. Fermented fruits and vegetables of Asia: A potential source of probiotics / Swain M. R. , et al. *Biotechnology Research International*. 2014. P. 1–14 DOI: 10.1155/2014/250424.
15. Ayseli M.T., Ayseli Y.I. Flavors of the future: health benefits of flavor precursors and volatile compounds in plant foods. *Trends Food Science and Technology*. 2016. №48. P. 69–77. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.11.005.
16. Contribution of volatile compounds to the antioxidant capacity of coffee / Ludwing, I.A., et al. *Food Research International*. 2014. № 61. P. 67–74. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.03.045.
17. Monitoring of lactic fermentation driven by different starter cultures via direct injection mass spectrometric analysis of flavour-related volatile compounds / Benozzi, E., et al. *Food Research International*, 2015. № 76. P. 682–688. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.07.043.
18. Carrau F., Gaggero C., Aguilar P.S. Yeast diversity and native vigor for flavor phenotypes. *Trends in Biotechnology*. 2015. №33(3). P. 148–154. DOI: 10.1016/j.tibtech.2014.12.009.

19. Effects of 4 probiotic strains in coculture with traditional starters on the flavor profile of yogurt / Tian H., et al. *Journal of Food Science*. 2017. №82(7). P. 1693–1701. DOI: 10.1111/1750-3841.13779
20. Impact of a microbial cocktail used as a starter culture on cocoa fermentation and chocolate flavor / Magalhaes da Veiga Moreira, I., et al. *Molecules*, 2017. №22(5). P. 766/1–766/15. DOI: 10.3390/molecules22050766.
21. Cheetham P.S. The use of biotransformations for the production of flavours and fragrances. *Trends in Biotechnology*. 1993. №11(11). P.478-488. DOI: 10.1016/0167-7799(93)90081-j.
22. West S. Production of flavours, flavour enhancers and other protein-based speciality products. *Novel enzyme technology for food applications*. 2007. P. 183–204.
23. Enzymatic hydrolysis of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) protein and sensory characterization of Maillard reaction products / Wei, C. K., et al. *Food chemistry*. 2018. №263. P. 186–193. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.04.120.
24. Nutty-like flavor production by *Corynebacterium glutamicum* 1220T from enzymatic soybean hydrolysate. Effect of encapsulation and storage on the nutty flavoring quality / Fadel, H. H., et al. *Journal of advanced research*. 2018. №10. P. 31–38. DOI: 10.1016/j.jare.2018.01.003.
25. Sukkhown P., Jangchud K., Lorjaroenphon Y. Flavored-functional protein hydrolysates from enzymatic hydrolysis of dried squid by-products: Effect of drying method. *Food Hydrocolloids*. 2018. №76. P. 103–112. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.01.026.
26. Enzymatic Hydrolysis of Flaxseed (*Linum Usitatissimum* L.) Protein and Sensory Characterization of Maillard Reaction Products. / Wei C. K., et al. *Food Chemistry*. 2018. №263. P. 186–193. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.04.120.
27. Zha F., Yang Z., Rao J. Gum arabic-mediated synthesis of glyco-pea protein hydrolysate via Maillard reaction improves solubility, flavor profile, and functionality of plant protein. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2019. №67(36). P. 10195-10206. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b04099.

28. Baek H.H. Process flavors. *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*. 2007. P. 151-162.
29. Temussi P.A. The good taste of peptides. *Journal of Peptide Science*. 2012. №18(2). P. 73–82. DOI: 10.1002/psc.1428.
30. Zhang Y., Venkitasamy Z. Pan, Liu W. Novel umami ingredients: Umami peptides and their taste. *Journal of Food Science*. 2017. №82 (1). P. 16–23. DOI: 10.1111/1750-3841.13576.
31. Effect of peptides on new taste sensation: Kokumi-review / Feng T., et al. *Mini- Reviews in Organic Chemistry*. 2016. №13 (4). P. 255–261. DOI: 10.2174/1570193X13666160530144058.
32. Li-Chan E. C. Y. Bioactive peptides and protein hydrolysates: Research trends and challenges for application as nutraceuticals and functional food ingredients. *Current Opinion in Food Science*. 2015. №1. P. 28–37. DOI: 10.1016/j.cofs.2014.09.005.
33. Fu Y., J. Chen K. H. Bak, Lametsch R. Valorisation of protein hydrolysates from animal by-products: Perspectives on bitter taste and debittering methods: A review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2019. №54 (4). P. 978–986. DOI: 10.1111/ijfs.14037.
34. Effects of exopeptidase treatment on antihypertensive activity and taste attributes of enzymatic whey protein hydrolysates / Cheung L. K., et al. *Journal of Functional Foods*. 2015. №13. P. 262–275. DOI: 10.1016/j.jff.2014.12.036.
35. Sujith P., Hymavathi T. Recent developments with debittering of protein hydrolysates. *Asian Journal Of Food & Agro-industry*. 2011. №4. P.365–381. DOI:10.1016/B978-1-78242-015-6.00020-7.
36. De Oliveira Felipe L., de Oliveira A. M., Lemos Bicas J. Bioaroma – perspectives for sustainable development. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. №26. P.141–153. DOI:10.1016/j.tifs.2017.02.005.
37. Murna M., Novi S., Fahrizal Z. Production of protein hydrolysates from fish by-product prepared by enzymatic hydrolysis. *International Journal of the Bioflux Society*. 2012. №5(1). P. 36–39.

38. Framroze Bomi, Roald Rogne. Process to improve enzyme hydrolysis and resultant protein flavor and bio-activity of fish offcuts. U.S. Patent No. 10,827,767. 10 Nov. 2020.
39. A novel method of beef bone protein extraction by lipase-pretreatment and its application in the Maillard reaction. / Song S., et al. *Food Chemistry*. 2016. №208. P. 81–88. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.062.
40. Bosse A.K., Fraatz A., Zorn H. Formation of complex natural flavours by biotransformations of apple pomace with basidiomycetes. *Food Chemistry* 2013. №141. P. 2952–2959. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.05.116.
41. Kyselova L., Branyik T. Quality improvement and fermentation control in beer. *Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition*, 2015. № 265. P. 477–500.
42. Improving chocolate flavor in poor-quality cocoa almonds by enzymatic treatment / Oliveira H. S. S., et al. *Journal of Food Science*, 2011. №76(5). P. C755–C759. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2011.02168.x.
43. Brandt M. J. Quality improvement and fermentation control in dough fermentations. *Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition*. 2015. № 265 P. 391–407.
44. Stability of encapsulated beef-like flavourings prepared from enzymatically hydrolysed mushroom proteins with other precursors under conventional and microwave heating / Lotfy S. N., et al. *Food Chemistry*. 2015. №187. P. 7–13. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.04.027.
45. Hidalgo J. F., Zamora R. Amino acid degradations produced by lipid oxidation products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016. №56(8). P. 1242–1252. DOI: 10.1080/10408398.2012.761173.
46. Delgado R. M., Zamora R., Hidalgo F. J. Contribution of phenolic compounds to food flavors: Strecker-type degradation of amines and amino acids produced by oand p-diphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015. №63(1). P. 312–318. DOI: 10.1021/jf5047317.

47. Effect of sugar types on structural and flavor properties of peony seed derived Maillard reaction products. / Shang Y. F., et al. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020. №44(3). e14341. DOI: 10.1111/jfpp.14341.
48. Peinado I., Koutsidis G., Ames J. Production of seafood flavor formulations from enzymatic hydrolysates of fish by-products. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie- Food Science and Technology*. 2016. №66. P. 444–452. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.09.025
49. Longo M. A., Sanromán M. A. Food technology and biotechnology. *Food Technology and Biotechnology*. 2005. P. 335–353.
50. Berger R.G. Biotechnology of flavours – the next generation. *Biotechnology Letters*. 2009. №31. P. 1651–1659.
51. Swain M.R., Anandharaj M., Ray R. C. Fermented fruits and vegetables of Asia: a potential source of probiotics. *Biotechnology research international*. 2014. P. 1–19. DOI: 10.1155/2014/250424.
52. Blake A., Cadby P., Näf F. *Flavor compounds: production methods*, in *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (eds B. Caballero, L. Trugo, and P.M. Finglas). Academic Press, San Diego, CA, 2003. p. 2517–2524.
53. Диксон М., Уэбб Э. *Ферменты*. Том 1-3: пер. с англ. Москва : Мир, 1982. 1120 с.
54. Sullivan G. A., Calkins C. R. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science*. 2010. №85(4). P. 730–734. DOI: 10.1016/j.805 meatsci.2010.03.033.
55. West S.I. *Industrial Enzymology*. MacMillan Press Ltd, London, 1996. p 161.
56. Enzymes in Food and Beverage Production: An Overview / Chandrasekaran M., et al. *Enzymes in Food and Beverage Processing*. 2015. pp. 117–137.
57. Enzyme technologies: current and emerging technologies for development of novel enzyme catalysts / Sukumaran Rajeev K., et al. *Enzym. Food Beverage Process*. 2015. P. 39-66. DOI: 10.1201/b19408-8.

58. Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов Н.Н. *Прикладная энзимология*. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019. 160 с.
59. Gatfield I. L. Enzymatic and microbial generation of flavors. *Perfumer & Flavorist*. 1995. Vol. 20. №. 5. P. 5–15. DOI:10.1533/9781845693718.2.183
60. Технология получения гидролизата сои с использованием протеолитического фермента бромелайна и оценка ростовых свойств питательной среды на его основе для перевиваемых культур клеток / Трошкова Г. П. и др. *Современные наукоемкие технологии*. 2010. №. 1. С. 45–47.
61. Saha B.C., Hayashi K. Debittering of protein hydrolyzates. *Biotechnology Advances*. 2001. №19(5), P. 355–370.
62. Kodera T., Asano M., Nio N. Characteristic property of low bitterness in protein hydrolysates by a novel soybean protease D3. *Journal of food science*. 2006. №71(9). S609-S614.
63. Deodorization effect of aspergillopeptidase A and debittering effect of *Aspergillus acid carboxypeptidase* / Soichi A., et al. *Journal of Food Science*. 1970. №35.4. P. 392–395.
64. Immunoreactive properties of peptide fractions of cow whey milk proteins after enzymatic hydrolysis / Wroblewska B., et al. *International journal of food science & technology* 2004. №39.8. P.839–850. DOI:10.1111/j.1365-2621.2004.00857.x.
65. Singh T.K., Drake M.A., Cadwallader K.R. Flavor of Cheddar cheese: a chemical and sensory perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2003. №2. P. 139–162. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2003.tb00021.x.
66. Шергин А. Н. Причины появления в сырах порока «горький вкус» и меры по его предупреждению и устранению. *Сыроделие и маслоделие*. 2008. №. 3. С. 17–19.
67. Nandan A, Nampoothink K.M. Microbial aminopeptidases. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*. 2017. P. 491–507.
68. Aaslyng M.D., Elmore J.S., Mottram D.S. Comparison of the aroma characteristics of acid-hydrolyzed and enzyme-hydrolyzed vegetable proteins produced

from soy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1998. Vol. 46. DOI: 10.1021/jf9806816

69. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches / K. Sharma, et al. *Nutrition*. 2017. №25. P. 1–18. DOI: 10.1016/j.nut.2016.09.006

70. Ricochon G., Muniglia L. Influence of enzymes on the oil extraction processes in aqueous media. *OCL - Oleagineux Corps Gras Lipides*. 2010. №17. P. 356–359. DOI: 10.1684/ocl.2010.0337

71. Kempler G.M. Production of flavor compounds by microorganisms. *Advances in Applied Microbiology*. 1983. №29. P. 29–51

72. Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1334/2008 від 16 грудня 2008 року про смако-ароматичні добавки та деякі харчові інгредієнти зі смако-ароматичними властивостями, призначені для використання в та на харчових продуктах, і внесення змін до Регламенту Ради (ЄЕС) № 1601/91, Регламентів (ЄС) № 2232/96 та (ЄС) № 110/2008 та Директиви 2000/13/ЄС : Регламент; Європейський Союз від 16.12.2008 № 1334/2008 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_a20 (дата звернення: 14.02.2022)

73. Simplified kinetic scheme of flavour formation by the Maillard reaction / Jousse F. et al. *Journal of Food Science*. 2006. № 67. P. 2534-2542. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb08772.x

74. International Organization of Food Industry. Code of Practice for the Flavor Industry (5th revision). Geneva, 2020. 60 pp.

75. Meat flavor compositions : patent 3519437 US : A23 1/22. № 614,036 ; application filed 06.02.1967, publication 07.07.1970.

76. Cerny C, Brifod M. Effect of pH on the Maillard reaction of xylose, cysteine, and thiamin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. № 55(4). P. 1552–1556. DOI: 10.1021/jf062874w

77. Flavouring substances and their preparation : patent 836694 GB : A23 L27/215. application filed 07.04.1955, publication 09.06.1960.

78. Process for the manufacture of meat flavors : patent 3761287 US : A23 L27/215. application filed 23.12.1970, publication 25.09.1973.

79. van Boekel MA. Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology Advances*. 2006. №24(2). P. 230–233. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2005.11.004

80. Kerler J., Winkel C., Davidek T. Basic chemistry and process conditions for reaction flavours with particular focus on Maillard-type reactions. *Food flavour technology*. 2010. P. 51–58. DOI: 10.1002/9781444317770.ch3

81. van Boekel M.A.J.S. Kinetic aspects of the Maillard reaction: a critical review. *Nahrung*. 2001. №45. P. 150–159. DOI: 10.1002/1521-3803(20010601)45:3<150::AID-FOOD150>3.0.CO;2-9

82. Tamanna N., Mahmood N. Food processing and maillard reaction products: effect on human health and nutrition. *International Journal of Food Science*. 2015. 526762. DOI: 10.1155/2015/526762.

83. Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity / Laroque D., et al. *Food Chemistry*. 2008. №111(4). P. 1032–1042. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.033

84. Structural properties of canola protein isolate-gum arabic maillard conjugate in an aqueous model system / Pirestani S., et al. *Food Hydrocolloids*. 2018. №79. P. 228–234.

85. Mariela P., Gustavo J.R., Cecilia E.L. In vivo effects of Maillard reaction products derived from biscuits. *Food Chemistry*. 2016. №196. P. 204–210.

86. Ames J.M., Guy R.C.E., Kipping G.J. Effect of pH and temperature on the formation of volatile compounds in cystein/reducing sugar/starch mixtures during extrusion cooking, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001. № 49/4. P. 1885–1894. DOI: 10.1021/jf0012547

87. Aroma characteristics of extruded wheat flour and wheat starch containing added cystein and reducing sugar / Bredie W.L.P. et al. *Journal of Cereal Science*. 1996. №25. P. 57–63. DOI: 10.1006/jcrs.1996.0074/pdf

88. The Food and Agriculture Organization (FAO) : веб-сайт. URL: <https://www.fao.org> (дата звернення: 18.11.2021).
89. World Resources Institute : веб-сайт. URL: <https://www.wri.org> (дата звернення: 18.11.2021).
90. Ayseli M.T., Ayseli Y.I. Flavors of the future: health benefits of flavor precursors and volatile compounds in plant foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. № 48. P. 69–77. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.11.005.
91. Shang Y-F, Cao H, Wei C-K, et al. Effect of sugar types on structural and flavor properties of peony seed derived Maillard reaction products. *J Food Process Preserv.* 2019. № 44 (3). e14341. DOI: 10.1111/jfpp.14341.
92. Onwulata C., Huth P. *Whey processing, functionality and health benefits*. Ames, Iowa : John Wiley & Sons, 2009. 404 p.
93. Волкова Т. А., Кравченко Э. Ф. И снова о сыворотке. *Молочная промышленность*. 2008. № 12. С. 34–36.
94. Carunchia W. M. E., Croissant A. E., Drake M. A. Characterization of dried whey protein concentrate and isolate flavor. *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88, № 11. P. 3826–3839
95. Whitson M. E., Miracle R. E., Drake M. A. Sensory characterization of chemical components responsible for cardboard flavor in whey protein. *Journal of Sensory Studies*. 2010. Vol. 25, № 4. P. 616–636.
96. Мельникова, Е. И. Станиславская Е. Б., Голубева Л. В. *Творожная сыворотка: опыт переработки и новые технологические решения : монография*. Воронеж : ВГТА, 2009. 236 с.
97. Чагаровський О. П., Ткаченко Н. А., Лисогор Т. А. *Хімія молочної сировини: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів*. Одеса: «Сімекс-прінт», 2013. 268 с.
98. Головка М. П., Пенкіна Н. М., Колесник В. В. Порівняльна характеристика хімічного складу та антиоксидантної активності різних видів молочної сироватки та перспективи її використання у напоях. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2013. №. 13, т. 7. С. 134–139.

99. Burrington K. J. *Whey Inclusions. Whey Processing, Functionality and Health Benefits*. 2008. P. 201–211.
100. Relkin P., Launay B., Liu T.-X. Heat- and cold-setting gels of β -lactoglobulin solutions. A DSC and TEM study. *Thermochemica Acta*. 1998. Vol. 308. P. 69–74.
101. Havea P., Singh H., Creamer L. K. Characterization of heat-induced aggregates of β -lactoglobulin, α -lactalbumin and bovine serum albumin in a whey protein concentrate environment. *Journal of Dairy Research*. 2001. Vol. 68, №. 3. P. 483–497.
102. Permyakov E.A. α -Lactalbumin: structure and function. *FEBS Letters*. 2000. Vol. 473. P. 269–274.
103. Boye J. I., Alli I. Thermal denaturation of mixtures of α -lactalbumin and β -lactoglobulin: a differential scanning calorimetric study. *Food Research International*. 2000. Vol. 33. P. 673–682.
104. Carter D. C., Ho J. X. Structure of Serum Albumin. *Advances in Protein Chemistry*. 1994. Vol. 45. P. 153–203.
105. He X. M., Carter D. C. Atomic structure and chemistry of human serum albumin. *Nature*. 1992. Vol. 358. P. 209–214.
106. Smithers G. W. Whey-ing up the options – yesterday, today and tomorrow. *International Dairy Journal*. 2015. Vol. 48. P. 2–14.
107. Цісарик О. Й., Михайлицька О. Р., Сливка Н. Б., Турчин І. М. *Технологія молочних продуктів з вторинної сировини*. Ліга-Прес, 2014. 350 с.
108. Храмов А. Г. Феномен лактозы и ее производных. *Молочная промышленность*. 2005. № 4. С. 48–50.
109. *Лактоза и ее производные* / Синельников Б. М. и др.; науч. ред. акад. РАСХН А. Г. Храмов. Санкт-Петербург : Профессия, 2007. 768 с.
110. Дамодаран Ш., Паркин К. Л., Феннема О. Р. *Химия пищевых продуктов* / перев. с англ. Санкт-Петербург : ИД «Профессия», 2012. 1040 с.

111. Продукты на основе ферментативного гидролиза лактозы и белков молочной сыворотки / Ю.Я. Свириденко и др. *Современные направления переработки сыворотки: сб. материалов Международного НПС*. 2006. С. 44–46
112. Sienkiewicz T., Riedel C. L. *Whey and Whey Utilization: possibility for utilization in agriculture and food stuff*. 2nd ed. Th. Mann, Germany, 1990. 379 p.
113. The Food and Agriculture Organization (FAO) : веб-сайт. URL: <https://www.fao.org> (дата звернення: 18.11.2021).
114. Current trends of tropical fruit waste utilization / Cheok C.Y., et al. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. №58. P. 335–361. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21346-2.
115. Schieber A. Side streams of plant food processing as a source of valuable compounds: selected examples. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2017. №8. P. 97–112.
116. Majerska J., Michalska A., Figiel, A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in food science & technology*. 2019. №88. P. 207–219. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.03.021.
117. Hegde S., Lodge J.S., Trabold T.A. Characteristics of food processing wastes and their use in sustainable alcohol production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. №81. P. 510–523. DOI: 10.1016/j.rser.2017.07.012.
118. Nietolerancja glutenu problemem zdrowotnym XXI wieku / Ścibor K., et al. *Journal of Clinical Healthcare*. 2015. №1. P. 18–24.
119. Ramachandra Rao S., Ravishankar G. A. Vanilla flavour: production by conventional and biotechnological routes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000. №80(3). P. 289–304.
120. Berrios J. D. J., Morales P., Cámara M., Sánchez-Mata M. C. Carbohydrate composition of raw and extruded pulse flours. *Food Research International*. 2010. №43(2). P. 531–536. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.09.035.
121. A biotechnological process involving filamentous fungi to produce natural crystalline vanillin from maize bran / Lesage-Meessen L., et al. *Applied Biochemistry*

and *Biotechnology*. 2002. №102–103. P. 141–153. DOI: 10.1385/abab:102-103:1-6:141.

122. Functional and nutraceutical properties of maize bran cell wall non-starch polysaccharides / Saeed F., et al. *International Journal of Food Properties*. 2021. №24(1). P. 233–248. DOI: 10.1080/10942912.2020.1858864.

123. Vanillin bioproduction from alkaline hydrolyzate of corn cob by *Escherichia coli* JM109/pBB1 / Torres Rivas B., et al. *Enzyme and Microbial Technology*. 2009. №44. P. 154–158. DOI: 10.1016/j.enzmictec.2008.10.003.

124. Arifan F. Natural Xilan Production From Corncoobs (*Zea Mays* L.) With Extraction Method. *KnE Social Sciences*. 2019. P. 177–185. DOI: 10.18502/kss.v3i18.4711. DOI:10.18502/kss.v3i18.4711.

125. Fritz V.A., Randall G.W., Rosen C. J. Characterization and Utilization of Nitrogen Contained in Sweet Corn. *Agronomy Journal*. 2001. №93. P. 627–633. DOI: 10.2134/agronj2001.933627x.

126. El-Hendawy A.-N.A. Influence of HNO₃ oxidation on the structure and adsorptive properties of corncob-based activated carbon. *Carbon*. 2003. №41. P. 713–722. DOI: 10.1016/S0008-6223(03)00029-0.

127. Bio-oil and bio-char production from corn cobs and stover by fast pyrolysis / Mullen C. A., et al. *Biomass and Bioenergy*. 2010. №34. P. 67–74. DOI: 10.1016/j.biombioe.2009.09.012.

128. Aachary A. A., Prapulla S. G. Value addition to corncob: Production and characterization of xylooligosaccharides from alkali pretreated lignin-saccharide complex using *Aspergillus oryzae* MTCC 5154. *Bioresource Technology*. 2009. №100. P. 991–995. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.06.050.

129. Biocompositional and thermodecompositional analysis of South African agro-waste corncob and husk towards production of biocommodities / Awosusi A.A., et al. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*. 2017. №12. P. 960–968. DOI:10.1002/apj.2138.

130. Production of l-lactic acid from corncob / Miura S., et al. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2004. №97. P. 153–157. DOI: 10.1016/S1389-1723(04)70184-X.
131. Salmén L.; Olsson A-M. Interaction between hemicelluloses, lignin and cellulose: structure – property relations. In: International Symposium on Wood and Pulping Chemistry. Proceedings... Montreal: CPPA. 1998.
132. Richana N., Irawadi T.T. Nur M.A. The Process of Xylanase Production from *Bacillus pumilus* RXAIII-5. *Microbiology Indonesia*. 2017. №1(2), P.74–80. DOI:10.5454/mi.1.2.6.
133. Kaliyan N., Morey R.V. Densification characteristics of corn cobs. *Fuel Processing Technology*, 2010. №91. P. 559-565. DOI:10.1016/j.fuproc.2010.01.001.
134. Lau T., Harbourne N., Oruña Concha M. J. Valorisation of sweet corn (*Zea mays*) cob by extraction of valuable compounds. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019. DOI: 10.1111/ijfs.14092.
135. Abubakar Us. et al. Proximate and mineral composition of corn cob, banana and plantain peels. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2016. №.1. P. 25–27.
136. Sultana B., Anwar F., Przybylski R. Antioxidant potential of corncob extracts for stabilization of corn oil subjected to microwave heating. *Food Chemistry*. 2007. №104. P. 997-1005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.061>.
137. Смотраева И.В. Использование вторичных материальных ресурсов пивоварения в хлебопекарной промышленности: автореф. дисс. ...к.т.н. / Смотраева, Ирина Владимировна. Санк.-Петербург, 2003. 16 с.
138. Пивная дробина – перспективное сырье для получения ксилита / Б.Ш. Кедельбаев, и др // *Современные тенденции развития науки и технологии*. 2015, №6. С. 67–70.
139. Салтык, И.П. Внедрение ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий и организация вторичной переработки отходов в свеклосахарном производстве [Текст] / И.П. Салтык, Ж.А. Горобец, Ю.И. Болохонцева // *Региональная экономика: теория и практика*. 2008. № 31. С. 51–65.

140. Девина М. В. Направления использования вторичных отходов свеклосахарного производства. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания*. 2017. №5(19). С. 132-141.

141. Liver-protecting effects of table beet (*Beta vulgaris* var. *rubra*) during ischemia-reperfusion / Váli L., et al. *Nutrition*. 2007. №23(2). P. 172–178. DOI: 10.1016/j.nut.2006.11.004.

142. Stepwise enzymatic hydrolysis of alkaline oxidation treated sugarcane bagasse for the co-production of functional xylo-oligosaccharides and fermentable sugars / Li H., et al. *Bioresource Technology*, 2019. №275. P. 345–351. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.12.063.

143. Nayak A., Bhushan B. An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *Journal of Environmental Management*. 2019. №233. P. 352–370.

144. Аверьянова, Е. В., Школьников, М. Н. Комплексная оценка качества вторичных сырьевых ресурсов плодово-ягодного производства как источника функциональных пищевых ингредиентов. *Инновации в пищевой биотехнологии*. 2018. С. 111–115.

145. Сукманов В.А., Завьялов В.Л., Маринин А.И. Исследование процесса экстрагирования биологически активных веществ из виноградных выжимок субкритической водой. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2017. №5(11(89)). DOI: 10.15587/1729-1061.2017.108992

146. Тагирова П.Р., Касьянов Г.И. Пищевые добавки из семян и кожицы ягод винограда. *Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ"*. 2015. №9. С. 281–296.

147. Крусір Г.В., Севастьянова О.В., Соколова І.Ф. Обґрунтування розробки кормової добавки з відходів виноробства. *Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини*. 2014. №1(26). С. 73–78.

148. Maicas S., Mateo J.J. Sustainability of wine production. *Sustainability*. 2020. №12(2). P. 559–569. DOI:10.3390/su12020559

149. Олійник Н. В., Андрейченко С. М. Використання вторинної сировини у технології борошняних кондитерських виробів. *Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів*. 2015. С. 57–60.

150. Бондакова М.В., Клыжинская Е.В., Бутова С.Н. Совершенствование способов получения экстракта винограда с целью его дальнейшего использования при производстве косметических изделий. *Новые химико-физические технологии*. 2012. С.154–152.

151. Varietal differences in nutrient, amino acid and mineral composition and in vitro rumen digestibility of grape (*Vitis vinifera*) pomace from the Cape Winelands vineyards in South Africa and impact of preservation techniques / Chikwanha O. C., et al. *Industrial Crops and Products*. 2018. №118. P. 30–37. DOI: 10.1016/j.indcrop.2018.03.026.

152. García-Lomillo J., González-SanJosé M.L. Applications of wine pomace in the food industry: approaches and functions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017. №16. P. 3–22. DOI: 10.1111/1541-4337.12238

153. Pérez-Jiménez J., Saura-Calixto F., Fruit peels as sources of non-extractable polyphenols or macromolecular antioxidants: analysis and nutritional implications. *Food Research International*. 2018. №111. P. 148–152. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.05.023.

154. Grape Pomace Valorization: A Systematic Review and Meta-Analysis / Antić B., et al. *Foods*. 2020. №9(11). 1627. DOI: 10.3390/foods9111627.

155. ДСТУ 7515: 2014. Сироватка молочна. Технічні умови . [Чинний від 2015-02-01]. Київ, 2015. 14 с. (Інформація та документація).

156. ДСТУ 4459: 2005. Пепсини харчові. Загальні технічні умови . [Чинний від 2006-10-01]. Київ, 2006. 22 с. (Інформація та документація).

157. ТУ У 24.1-32813696-016:2008. Препарати ферментні для харчової промисловості. Технічні умови. (Інформація та документація).

158. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.

159. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

160. Синенко Т.П., Фролова Н.Е. Отримання сухих солодких виноградних вичавок. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IX International scientific and practical internet conference* – Prague: Oktan-Print s.r.o., 2020. Р. 146-147.

161. Fontana A.R., Antoniolli A., Bottini R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics // *J. Agric. Food Chem.* – 2013. – Vol.61. – P.8987-9003.

162. Коничев А.С. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки [Текст] / А.С. Коничев, П.В. Баурин // Вестник МГОУ. Серия естественные науки, 2011. — №3. — С.49—54.

163. Сабадаш, С. М., Казаков, Д. Д., & Якуба, О. Р. (2015). Development of the post-alcohol stillage drying process on inert bodies and output of criterion dependence. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(6 (73), 65–70. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.38056>

164. Федорчук-Мороз В. І., Семенишин Є. М. Дослідження хімічного складу амарантової сировини. *Наукові нотатки*. 2012. №39. С. 209–215.

165. Дідух, Г. В. Отримання мікропартикуляту з концентрату білків молочної сироватки. *Харчова наука та технологія*. 2015. №9(2). С. 52–55.

166. Кусеренко Н.Е., Бабенюк Ю.Д., Васильев А.Н. *Биохимия: Практикум*. К.: Выща школа, 1988. 128 с.

167. *Наукові основи безвідходних технологій консервної промисловості* [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для студ. освітнього ступеня «магістр» спец. 181 «Харчові технології», освітньо - професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів» ден. та заоч. форм навч. / уклад.: О. С. Бессараб, В. А. Терлецька, К. В. Рубанка, О. В. Бендерська. К. : НУХТ, 2018. 36 с.

168. Phytotherapeutic Activities of *Sanguisorba officinalis* and its Chemical Constituents: A Review / E. Jang et al. *The American Journal of Chinese Medicine*. 2018. Vol. 46, Iss. 02. P. 299–318. DOI: 10.1142/S0192415X18500155.

169. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent / V.L. Singleton, et al. / *Methods in enzymology*. 1999. Vol. 299. P. 152-178.

170. Гаврилин М.В., Сеньчукова Г.В., Сенченко С.П. Выбор оптимальных условий получения гидролизатов молочнокислых бактерий термокислотным способом. *Хим.-фарм. журн.* 2007. Т. 41. № 2. С. 54-56.

171. Development of technology of sauces with functional ingredients for restaurants / T. Lebedenko, G. Krusir, H. Shunko, H. Korkach. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2021. №23(95). P. 57-64.

172. Effect of ultrasound assisted heating on structure and antioxidant activity of whey protein peptide grafted with galactose / L. Liu, et al. *LWT*. 2019. №109. P. 130-136. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.04.015.

173. Спосіб визначення числа ароматоутворюючих сполук у водно-спиртових екстрактах: пат. 94261 Україна : МПК (2014.01), G01N 30/00, G01N 31/16 (2006.01). № и 2014 04186 ; заявл. 18.04.2014 ; опубл. 18.11.2014, Бюл. № 21.

174. *Методы исследования мяса и мясных продуктов : учебное пособие* / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. Москва: Колос, 2004. 571 с.

175. *Наукові основи безвідходних технологій консервної промисловості* [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для студ. освітнього ступеня «магістр» спец. 181 «Харчові технології», освітньо - професійної програми «Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів» ден. та заоч. форм навч. / уклад.: О. С. Бессараб, В. А. Терлецька, К. В. Рубанка, О. В. Бендерська. К. : НУХТ, 2018. 36 с.

176. Покровский, А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания. *Вопросы питания*. 1975. №3. С. 25–29.

177. Біологічна цінність сухих молочних багатокomпонентних сумішей / А.В. Мінорова та ін.. *Продовольчі ресурси*. 2020. № 14. С. 125–136. DOI: 10.31073/foodresources2020-14-13.
178. Соколова Т.Н., Прохоров В.М., Карташов В.Р. *Определение показателей биологической ценности продуктов питания расчетным методом*. Н. Новгород, 2015. 7 с.
179. ДСТУ 7617:2014. Продукти харчові. Метод визначення засвоюваності білка [Чинний від 2015–07–01]. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. 8 с.
180. Корпачев, В. В. *Сахара и сахарозаменители*. К.: Книга плюс, 2004. с. 320.
181. Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity / Laroque D. et al. *Food Chemistry*. 2008. №111(4). P. 1032–1042. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.033
182. Синенко Т.П., Фролова Н.Е., Соколенко В.В., Губа С.О. Дослідження впливу типу цукру на реакцію Майяра в модельних системах із гідролізатом сироваткових білків. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 1. С. 135–146. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.15>
183. Евдокимов И. А., Храмцов А. Г., Нестеренко П.Г. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки. *Молочная промышленность*. 2008. № 11. С. 36–43
184. Onwulata C., Huth P. *Whey processing, functionality and health benefits*. Ames, Iowa : John Wiley & Sons, 2009. 404 p.
185. Technology of obtaining essential oil extracts from spicy and aromatic raw materials and their influence on meat and fish molded ready-to-cook products / L.V. Peshuk, I.I. Ibatullin, I.G. Radzievska, I.I. Simonova. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2021. №29(4). P.614-624. DOI: 10.15421/jchemtech.v29i4.244559.
186. Аверьянова Е.В., Наукова Д.А., Школьников М.Н. Исследование химического состава плодово-ягодного сырья и вторичных сырьевых ресурсов в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов. *Инновационный*

конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»: материалы Инновационного конвента. Кемерово; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ. 2016. С. 124-127.

187. Kaliyan N., Morey R.V. Densification characteristics of corn cobs. *Fuel Processing Technology*, 2010. №91. P. 559-565. DOI:10.1016/j.fuproc.2010.01.001.

188. Synenko T., Bezusov A., Dubova H. Research on flavor precursors of whey in the technology of flavored foam. *Food Science and Technology*. 2020. Vol. 14, no.1. P. 70-80. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i1.1648>

189. *SWISS-MODEL* : веб-сайт. URL: <https://www.swissmodel.expasy.org> (дата звернення 21.05.2020)

190. *UniProt* – сховище білкових даних : веб-сайт. URL: <https://www.uniprot.org> (дата звернення 21.05.2020)

191. Effect of free amino acids and peptide hydrolysates from sunflower seed protein on the formation of pyrazines under different heating conditions / F. Wang, H. Shen, X. Yang, T. Liu, Y. Yang, X. Zhou, P. Zhao, Y. Guo. *RSC Adv.* 2021. №11. 27772. DOI: 10.1039/D1RA05140G

192. Калинченко М. А., Телишевская Л. Я. Определение кинетических констант гидролиза белковых субстратов разными протеолитическими препаратами. *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*, 2009. № 1. С. 42–44.

193. Eric K, Raymond LV, Abbas S, Song S, Zhang Y, Masamba K, et al. Temperature and cysteine addition effect on formation of sunflower hydrolysate Maillard reaction products and corresponding influence on sensory characteristics assessed by partial least square regression. *Food Res Int.* 2014;57:242–258.

194. Shibamoto T. Volatile flavor chemicals formed by the Maillard reaction. *Washington, DC: American Chemical Society.* 1989. P. 134–142.

195. Kinetic study on the Maillard reaction. Consideration of sugar reactivity / Laroque D. et al. *Food Chemistry.* 2008. №111(4). P. 1032–1042. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.05.033

196. Синенко Т.П., Фролова Н.Е., Соколенко В.В., Губа С.О. Дослідження впливу типу цукру на реакцію Майяра в модельних системах із гідролізатом

сироваткових білків. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. № 1. С. 135–146. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.15>

197. Синенко Т.П., Дубова Г.Є. Характеристика ароматичних дескрипторів продуктів ректифікації молочної сироватки. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2019. Вип. 1 (29). С. 63–74. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3263514>

198. International Organization of Food Industry. Code of Practice for the Flavor Industry (5th revision). Geneva, 2020. 60 pp.

199. Wang X., Yuan Y., Yue T. The application of starch-based ingredients in flavor encapsulation. *Starch – Stärke*. 2015. № 67(3-4). P. 225–236. DOI:10.1002/star.201400163.

200. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів : Закон України; Перелік, Вимоги від 06.12.2018 № 2639-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2639-19> (дата звернення: 06.12.2021)

201. Про затвердження Технічного регламенту щодо правил маркування харчових продуктів : Наказ; Держспоживстандарт України від 28.10.2010 № 487 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0183-11> (дата звернення: 06.12.2021)

202. Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1334/2008 від 16 грудня 2008 року про смако-ароматичні добавки та деякі харчові інгредієнти зі смако-ароматичними властивостями, призначені для використання в та на харчових продуктах: Регламент; Європейський Союз від 16.12.2008 № 1334/2008 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_a20 (дата звернення: 06.12.2021)

203. al-Ghurab, Ahamd H. et al. The effect of ph on flavor formation and antioxidant activity of amino acid and sugars interaction products. *Journal of the Arab Society for Medical Research*. 2010. Vol. 5, no. 2, P.131-139.

204. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії : Наказ; МОЗ України від 03.09.2017 №

1073 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1206-17> (дата звернення: 20.02.2022)

205. Дорохович А. М. Цукри, цукрозамінники, підсолоджувачі. *Хлебный и кондитерский бизнес*. 2017. № 6. С.28–30.

206. Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1334/2008 від 16 грудня 2008 року про смако-ароматичні добавки та деякі харчові інгредієнти зі смако-ароматичними властивостями, призначені для використання в та на харчових продуктах // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_a20 (дата звернення: 12.12.2021)

207. Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1334/2008 від 16 грудня 2008 року про смако-ароматичні добавки та деякі харчові інгредієнти зі смако-ароматичними властивостями, призначені для використання в та на харчових продуктах // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_a20 (дата звернення: 12.12.2021)

208. Про затвердження Санітарних правил і норм по застосуванню харчових добавок : Наказ; МОЗ України від 23.07.1996 № 222 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0715-96> (дата звернення: 12.12.2021)

209. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/771/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 12.12.2021)

210. Рекомендації по встановленню термінів придатності викладені в Методичних вказівках МУК 4.2.1847-04 «Санітарно-епідеміологічна оцінка обґрунтування термінів придатності та умов зберігання харчових продуктів». URL: <https://centrfederal.ru/obosnovanie-srokov-godnosti-pishhevyx-produktov/> (дата звернення: 20.07.2022)

211. Гуць В.С. Моделирование показателей качества пищевых продуктов и прогнозирование срока их годности. *Упаковка*. 2009. № 3. С.30–34.

212. Кінетична модель зміни якості новітніх харчових продуктів / Н.Е. Фролова, І.М. Силка, В.С. Гуць. *Харчова наука і технології*. 2016. № 1. С. 11–15.
213. Машкін М. І., Париш Н. М. *Технологія молока і молочних продуктів*: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
214. ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 14 с.
215. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт УКРАЇНИ. 2006. 11 с.
216. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 32 с.

ДОДАТКИ