

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЗОЛОТУХІНА ІННА ВАСИЛІВНА

УДК 637.247.002.62:641.85

ДИСЕРТАЦІЯ


**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НАПІВФАБРИКАТІВ
НА ОСНОВІ ЦЬЛОВОГО ВИКОРИСТАННЯ НУТРИЄНТІВ
БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ**

ТОМ 1

Спеціальність 05.18.16 – Технологія харчової продукції
Технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

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

 І.В. Золотухіна

Науковий консультант:

Дейниченко Григорій Вікторович,
доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України



Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Золотухіна І.В. Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2021.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню та розробці технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини (БВМС) шляхом застосування їх копреципітації та ультрафільтраційного (УФ) концентрування.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано та доведено наукову концепцію – цільове використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини, що забезпечується шляхом їх копреципітації та УФ-концентрування, дає можливість підвищити харчову і біологічну цінність напівфабрикатів та кулінарної продукції, її технологічну стабільність, інтенсифікувати технологічний процес, більш повно використовувати харчовий потенціал БВМС.

Доведено, що перспективним методом цільового концентрування білків БВМС є метод термокислотної коагуляції з отриманням в якості кінцевого продукту низькокальцієвого копреципітату. Показано, що з усіх баромембранних процесів під час переробки БВМС найбільш доцільно використовувати ультрафільтрацію, оскільки розміри молекул основних харчових нутрієнтів молочної сировини зіставлені з розмірами пор УФ-мембран другого покоління.

Розглянуто функціонально-технологічні властивості БВМС та каротиновмісної сировини з метою їх сумісного використання для виробництва напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі концентратів

БВМС та сучасний стан використання стабілізаторів в технологіях кулінарної продукції. Обґрунтовано доцільність використання стабілізаторів П-11, Gelita 180, Gelita 240, «Астрі Гель» та яєчного порошка під час приготування білково-вуглеводних напівфабрикатів на основі БВМС.

Встановлений вплив температурних, часових, масових чинників високотемпературної коагуляції та комплексного осадження білків сколотин, отриманих методом збивання вершків на масловироблювачах безупинної дії, з використанням в якості коагулянта сироватки з-під кислого сиру на ступінь виділення сухих речовин із системи та фізико-хімічні властивості концентрата, що отримується. Визначено, що найкращі органолептичні і структурно-механічні властивості має білковий концентрат, який отримується в результаті високотемпературної (93...95°C) обробки сколотин протягом (10...15)·60 с з наступним їх охолодженням до 80...85°C, внесенням 30...40% коагулянту, витримуванням суміші за температури коагуляції (10...15)·60 с та інтенсивного охолодження її до 40...45°C.

Розроблено технологічну схему виробництва низькокальцієвого копреципітату із сколотин (НККС), реалізація якої забезпечує цільове використання нутрієнтів БВМС. Комплексними дослідженнями якісних показників розробленого продукту доведена його висока харчова цінність. НККС містить 20,80 % білка, 1,34 % жиру, 0,162 % кальцію, 0,235 % фосфору, є гарним джерелом мікроелементів і водорозчинних вітамінів групи В, що обумовлює доцільність його використання в технологіях кулінарних виробів на молочно-білковій основі.

Експериментально у білках НККС ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, у тому числі всі незамінні. Білки НККС перевершують білки нежирного кислого сиру, обраного в якості контрольного зразка, як за кількістю замінних (на 29,2%), так і за кількістю незамінних амінокислот (на 1,16%). Встановлено, що в складі білків НККС рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ. Мікробіологічними дослідженнями доведено відповідність розробленого продукту прийнятим

мікробіологічним нормативам, встановлено термін зберігання НККС – 36 годин за температури 2...4 °С.

Теоретично доведено, що за основними експлуатаційними характеристиками напівпроникні мембрани другого покоління на основі сополімерів акрилонітрилу типу ПАН є перспективними для здійснення процесу ультрафільтраційного концентрування БВМС – знежиреного молока, склотин і сироватки з-під кислого сиру. Обґрунтовано технології ультрафільтраційних концентратів БВМС, отриманих за допомогою напівпроникних мембран ПАН-50 та ПАН-100.

Проведено теоретичний розгляд процесів концентраційної поляризації та гелеутворення над поверхнею напівпроникних ультрафільтраційних мембран. Визначено математичні залежності, що поетапно описують накопичення високомолекулярних речовин на поверхні мембрани і власне виникнення гелю. З метою інтенсифікації УФ-поділу БВМС запропоновано удосконалення процесу шляхом барботування рідких високомолекулярних полідисперсних систем (РВПС) бульбашками повітря або інертного газу в безпосередній близькості від поверхні напівпроникних ультрафільтраційних мембран. Встановлено, що інтенсифікація процесу ультрафільтрації при цьому відбувається за рахунок сукупного впливу на гель, що утворився на поверхні мембрани, тиску барботування, турбулізації потоків РВПС і гідравлічного удару РВПС о поверхню УФ-мембрани.

Визначено раціональні технологічні параметри проведення УФ-розділення БВМС з використанням УФ-мембран типу ПАН в тупиковому режимі та режимі барботування РВПС. Встановлено, що максимальна ефективність процесу УФ всіх дослідних видів БВМС в тупиковому режимі досягається за тиску фільтрації 0,4...0,5 МПа, температури РВПС, що поділяються – 40...50 °С, тривалості процесу – $(1,5...2,0) \cdot 60^2$ с, в режимі барботування – за температури 40...50 °С, тиску фільтрації – 0,4...0,5 МПа, тривалості $(3,0...4,0) \cdot 60^2$ с. Рекомендованими режимами барботування при цьому є частота 0,10...0,15 хв⁻¹ і тиск 0,56...0,58

МПа. Зазначені конструктивні особливості і технологічні режими дозволяють інтенсифікувати процес ультрафільтраційного концентрування знежиреного молока порівняно з УФ в тупиковому режимі в 1,3...1,4 разів, сколотин – в 1,5...1,6 разів, сироватки з-під кислого сиру – в 1,4...1,5 разів.

Вивчено хімічний склад продуктів УФ-поділу досліджених видів БВМС, показано, що у процесі УФ-концентрування у ретентатах БВМС відбувається підвищення масової частки білка прямопропорційно фактору концентрації. Масова частка жиру з підвищенням фактору концентрації до 3,0 зростає в 2,8...2,9 рази. Показано, що за різних значень фактора концентрації співвідношення «білок : жир» у ретентатах всіх видів БВМС зберігається на рівні вихідної сировини. Вміст молочного білка в пермеаті незначний і перебуває на рівні 0,16...0,26%.

Досліджено склад та властивості пюре з каротиновмісної сировини з метою їх потенційного використання в технологіях напівфабрикатів білково-вуглеводних із використанням каротиновмісної рослинної сировини (НБВКРС). Виявлено, що пюре з моркви та пюре з гарбуза обраних ботанічних сортів відрізняються підвищеним вмістом антиоксиданта й імуномодулятора β -каротину – $7,5 \pm 0,15$ мг та $12,6 \pm 0,2$ мг в 100 г відповідно. Вміст вітаміну С у пюре з моркви становить 5,0...5,2 мг / 100г, у пюре з гарбуза – 12,0...12,4 мг / 100г.

Доведено протекторну дію стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини каротиновмісної рослинної сировини – пюре з моркви та пюре з гарбуза.

Наведено результати вивчення фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей полідисперсних систем з використанням БВМС та продуктів її переробки. Встановлені раціональні концентрації рецептурних компонентів та обґрунтовано технології напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре моркви (НБВМ) та напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре гарбуза (НБВГ), напівфабрикатів для приготування структурованої десертної продукції на основі УФ-ретентатів знежиреного

молока (НСДП УФРЗМ) та сколотин (НСДП УФРС), напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі сироватки з-під кислого сиру (НСДП УФРСКС).

Здійснено вивчення процесів кристалізації, склування і плавлення вологи у НБВКРС, а також впливу харчової суміші «Астрі Гель» на фазову поведінку вологи у напівфабрикатах за температури нижче 0° С. Виявлено, що стабілізатор «Астрі Гель» стабілізує структуру рідини в напівфабрикатах білково-вуглеводних, забезпечує утворення під час заморожування дрібнокристалічної структури і склоподібних включень та сприяє пролонгуванню термінів зберігання НБВКРС.

Проведено кріомікроскопічні дослідження НБВМ та НБВГ під час заморожування-відтаювання. Аналіз результатів досліджень показав, що зниження температури систем нижче 0 °С супроводжується фазовим переходом «вода-лід»; за температури зберігання -18 °С НБВКРС перебувають у частково кристалічному стані.

Визначено ступінь участі білків різних фракцій БВМС та їх УФ-ретентатів у піноутворенні. Встановлено, що на процес піноутворення знежиреного молока та сколотин найбільший вплив мають казеїнові білки. У процесі піноутворення сироватки з-під кислого сиру 90...95% сироваткових білків залучаються до міжфазної поверхні, при цьому казеїнові білки флотовані у піну на 45...50%. Доведено, що зі збільшенням фактору концентрації БВМС флотація білків у піну інтенсифікується.

Дослідженнями розчинності ячного порошка (ЯП) у воді, впливу перемішування розчинів ЯП на в'язкість і мутність та процес їх заморожування доведено, що молочні білки у поєднанні з ЯП є перспективним структуроутворювачем для напівфабрикатів збитої десертної продукції.

Досліджено хімічний склад напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів БВМС. Отримані результати свідчать, що за вмістом більшості нутрієнтів розроблені напівфабрикати перевищують контрольні

зразки. Так, за вмістом сухих речовин НБВМ перевищує контрольний зразок на 2,9...3,1%, НБВГ – на 3,1...3,2%, жиру – на 0,44...0,46%, вуглеводів – на 3,5...3,7 та 3,8...4,0%, відповідно. Заміна білоквмісної сировини на овочеві пюре у НБВКРС призвела до зменшення на 1,3...1,8% кількості білків. Разом з тим, аналіз амінокислотного складу білків та відповідності скоря незамінних амінокислот стандарту ФАО/ВООЗ показав, що в розроблених НБВКРС ідентифіковано 18 амінокислот, у тому числі всі незамінні. При цьому кількість незамінних амінокислот від загальної їх суми в білках НБВМ та НБВГ, як і в контролі, складає 41...42%. НСДП на основі УФ-похідних БВМС порівняно з контролем містять вищу кількість білка на 2,0...2,2%, з одночасним зменшенням масової частки жиру на 15,0...15,9%, калорійності на 48...50%. Вміст білка у НЗДП УФРСКС є вищим на 2,1...2,2%, ніж у контролі, жиру – нижчим на 2,3...2,6%.

Проведено визначення параметрів гострої токсичності НБВКРС із використанням стабілізатора «Астрі Гель». Встановлено, що клас його токсичності п'ятий, тобто він практично нетоксичний.

Результати дослідження зміни мікробіологічних та органолептичних показників розроблених напівфабрикатів під час зберігання дозволили визначити їх терміни зберігання: НБВКРС охолоджених – за температури 0...4 °С – 7 діб, НБВКРС заморожених – за температури -18...-19 °С – 6 місяців; НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС – за температури 2...4 °С протягом 36 годин; НЗДП УФРСКС – 3...5 діб за температури зберігання 2...4 °С.

Визначено напрями використання напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі цільового використання нутрієнтів БВМС у технологіях виробництва продукції ресторанного господарства. Доведено, що напівфабрикати можна застосовувати в технологіях борошняних страв та кулінарних виробів, страв із кисломолочного сиру, других та солодких страв, напоїв та морозива м'якого.

Наведено дані щодо апробації результатів досліджень та їх впровадження в практику. Розроблено та затверджено нормативну

документацію на нові види продукції з використанням концентратів БВМС. Запропоновані технології пройшли апробацію на підприємствах харчової промисловості, а також у закладах ресторанного господарства України.

Доведено економічну доцільність впровадження розробок у практичну діяльність харчових виробництв та закладів ресторанного господарства. У результаті розрахунків встановлено, що економічний ефект впровадження інноваційної продукції становитиме: 1,8 тис. грн на 1000 кг готової продукції від виробництва НККС; 1,4...4,0 тис. грн на 1000 кг продукції за умов упровадження технології виробництва УФ-ретентатів БВМС; 79,45...86,33 грн на 100 кг готової продукції у разі використання технології структурованої десертної продукції з використанням УФ-похідних БВМС. Інтегральний показник результативності наукових розробок становить 0,7.

Ключові слова: білково-вуглеводна молочна сировина, знежирене молоко, сколотини, сироватка, низькокальцієвий копреципітат, ультрафільтрація, напівфабрикат.

ANNOTATION

Zolotukhina I.V. Scientific substantiation of the semi-finished products technologies on the base of targeted use of nutrients from protein and carbohydrate dairy raw material. – Manuscript.

Thesis for the receiving a degree Doctor of Engineering Sciences on specialty 05.18.16 – Food Products Technology. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2021.

The thesis is devoted to the scientific substantiation and development of semi-finished products technologies on the base of targeted use of nutrients from protein and carbohydrate dairy raw material (PCDRM) by use their co-precipitation and ultrafiltration (UF) concentration.

On the base of theoretical and experimental researches the scientific concept is formulated and proved – targeted use of nutrients of protein and carbohydrate dairy raw material, which is provided by their coprecipitation and UF-concentration, gives the chance to increase food and biological value of semi-finished and culinary products, its technological stability, technological process intensification, fuller use of PCDRM food potential.

It is proved that promising method of PCDRM proteins targeted concentration is the thermoacid coagulation method with obtaining as the final product low-calcium coprecipitate. It is shown that ultrafiltration use is the most expedient among all baromembrane processes during PCDRM processing, because molecules sizes of dairy raw material main food nutrients are compared with the pore sizes of the second generation UF membranes.

The functional and technological properties of PCDRM and carotene-containing raw material with the purpose of their combined use for the production of protein and carbohydrate semi-finished products on the PCDRM concentrates base and current state of stabilizing agents use in culinary products technologies are considered. The use expediency of P-11, Gelita 180, Gelita 240, «Astri Gel» stabilizing agents and egg powder during protein and carbohydrate semi-finished products preparation on the PCDRM base is substantiated.

The influence of temperature, time, mass factors of high-temperature coagulation and buttermilk proteins complex deposition which are obtained by cream whipping on continuous action butter producers with use whey from sour cheese as a coagulant on the system's dry matter release degree and physical and chemical properties of concentrate, which is obtained, is established. It is determined that protein concentrate has the best organoleptic and structural and mechanical properties; it is obtained as a result of high-temperature (93... 95 ° C) buttermilk processing for (10...15) 60 s with following their cooling to 80... 85 °C, introducing 30...40% of coagulant, holding the mixture at coagulation temperature (10... 15)·60 s and intensive cooling to 40...45 °C.

The technological scheme for the production of buttermilk low-calcium coprecipitate (BLCC) is developed, the implementation of which provides the targeted use of PCDRM nutrients. Comprehensive studies of the developed product quality indices prove its high nutritional value. BLCC contains 20,80% of protein, 1,34% of fat, 0,162% of calcium, 0,235% of phosphorus; it is good source of trace elements and water-soluble B vitamins, which grounds its use in the technology of culinary products on the base of milk protein.

Eighteen amino acids, including all essential ones, are experimentally identified in BLCC proteins. BLCC proteins exceed the proteins of low-fat sour cheese, which is selected as control sample, both according to the number of non-essential (29,2%) and the number of essential amino acids (1,16%). It is found that essential amino acids level in the composition of BLCC proteins exceeds the FAO/WHO standard. Microbiological researches prove the developed product conformity to the accepted microbiological standards, BLCC shelf life is established – 36 hours at temperature of 2...4 °C.

It is theoretically proved that the main performance characteristics of the second generation semipermeable membranes on the base of PAN type acrylonitrile copolymers are promising for the process of PCDRM ultrafiltration concentration – skimmed milk, buttermilk and whey from sour cheese. The PCDRM ultrafiltration concentrates technologies which are obtained with the help of semi-permeable PAN-50 and PAN-100 membranes are substantiated.

Theoretical consideration of the concentration polarization and gelation processes over the surface of semipermeable ultrafiltration membranes is carried out. Mathematical dependences are determined, which gradually describe macromolecular substances accumulation on the membrane surface and the gel formation. For PCDRM UF-separation intensifying, it is proposed the process improving by bubbling liquid high molecular weight polydispersed systems (LHPS) with air or inert gas bubbles under immediate proximity from the semipermeable ultrafiltration membranes surface. It is established that the ultrafiltration process intensification occurs because of the combined effect on the

gel which forms on the membrane surface, bubbling pressure, LHPS flows turbulence and turbulence hydraulic impact on the UF-membrane surface.

Rational technological parameters of PCDRM UF-separation with PAN type UF-membranes use under dead-end mode and PCDRM bubbling mode are determined. It is established that the maximum efficiency of UF-process of all PCDRM experimental types under dead-end mode is achieved at filtration pressure of 0,4...0,5 MPa, PCDRM separated temperature of 40...50 °C, the process duration of $(1,5 \dots 2,0) \cdot 60^2$ s, under bubbling mode – at temperature of 40...50 °C, filtration pressure of 0,4...0,5 MPa, duration of $(3,0 \dots 4,0) \cdot 60^2$ s. The frequency of $0,10 \dots 0,15 \text{ min}^{-1}$ and a pressure of 0,56...0.58 MPa are recommended by bubbling modes. These design features and technological modes allow intensifying the skimmed milk ultrafiltration concentration process compared to UF under dead-end mode by 1,3...1,4 times, buttermilk – by 1,5...1,6 times, sour cheese whey by 1,4...1,5 times.

The chemical composition of UF-division products of studied PCDRM types is researched, and it is shown that in the process of UF-concentration protein mass fraction increasing occurs in PCDRM retentates in the of direct proportion to the concentration factor. The fat mass fraction increases to 3,0 (by 2,8...2,9 times) under concentration factor increasing. It is shown that at different values of the concentration factor the ratio of «protein: fat» remains at the raw material level in PCDRM retentates of all types. The milk protein content in permeate is insignificant and is at the level of 0,16...0,26%.

The composition and properties of carotene-containing raw material puree for the purpose of their potential use in the technologies of semi-finished protein and carbohydrate products with use carotene-containing vegetable raw material (SFPCPCVVRM) were studied. It is found that carrot and pumpkin purees of selected botanical varieties have increased content of antioxidant and immunomodulator β -carotene – $7,5 \pm 0,15 \text{ mg}$ and $12,6 \pm 0,2 \text{ mg}$ per 100 g, respectively. Vitamin C content in carrot puree is 5,0...5,2 mg/100 g, in pumpkin puree it is 12,0...12,4 mg/100 g.

The protective effect of «Astri Gel» stabilizing agent on biologically active substances of carotene-containing vegetable raw material – carrot and pumpkin puree is proved.

The studying results of physical and chemical and functional and technological properties of polydispersed systems with PCDRM use and products of its processing are presented. Rational concentrations of recipe components are established and the technologies of semi-finished protein and carbohydrate product from carrot puree (SFPCPCP) and semi-finished protein and carbohydrate product from pumpkin puree (SFPCPPP), semi-finished products for structured dessert preparation on the base of skimmed milk UF-retentates (SFPSD SMUFR) and buttermilk UF-retentates (SFPSD BUFR), semi-finished product for whipped dessert on the base of sour cheese whey (SFPWD SCWUFR).

The processes of crystallization, vitrification and moisture melting in CVRMSFP, as well as food mixture «Astri Gel» effect on the moisture phase behavior in semi-finished products at temperatures below 0 °C are studied. It is found that «Astri Gel» stabilizing agent stabilizes the liquid structure of protein and carbohydrate semi-finished products, provides formation during freezing of fine-crystalline structure and vitreous inclusions and promotes prolongation of CVRMSFP storage terms.

Cryomicroscopic research of SFPCPCP and SFPCPPP during freezing-thawing cycle is carried out. Research results analysis shows that systems temperature lowering below 0 °C is accompanied by phase transition «water-ice»; CVRMSFP are in partially crystalline state at storage temperature of -18 °C.

The participation degree of PCDRM and their UF-retentates different fractions proteins in foam formation process is determined. It is established that casein proteins have the greatest influence on the foaming process of skimmed milk and buttermilk. During the process of sour cheese whey foaming formation 90... 95% of whey proteins are attracted to the interfacial surface, while casein proteins are floated in the foam by 45... 50%. It is proved that with PCDRM concentration factor increasing the proteins flotation in the foam intensifies.

Studies of egg powder (EP) solubility in water, the effect of EP solutions mixing on viscosity and turbidity and their freezing process prove that milk proteins in combination with EP are promising structurant for semi-finished whipped dessert products.

The chemical composition of semi-finished products on the base of targeted use of PCDRM nutrients was studied. The obtained results show that the developed semi-finished products exceed the control samples in terms of the most nutrients content. Thus, SFPCPCP dry matter content exceeds the control sample by 2,9...3,1%, SFPCPPP – by 3,1...3,2%, fat – by 0,44...0,46%, carbohydrates – by 3,5...3,7 and 3,8...4,0%, respectively. Replacement of protein-containing raw material by vegetable puree in CVRMSFP causes protein amount decreasing by 1,3...1,8%. However, the analysis of proteins amino acid composition and the compliance of essential amino acids with the FAO/WHO standard shows that 18 amino acids are identified in the developed CVRMSFP, including all essential ones. The number of essential amino acids from their total amount in PCDRM and SFPCPPP proteins, as well as in the control sample, is 41...42%. SFPSD on the base of PCDRM UF-derivatives in comparison with the control sample contain higher amount of protein by 2,0...2,2%, with a simultaneous fat mass fraction decreasing by 15,0...15,9%, caloric content by 48...50%. The SFPWD SCWUFR protein content is higher by 2,1...2,2% than in the control sample, fat content is lower by 2,3...2,6%.

The parameters of CVRMSFP with «Astri Gel» stabilizing agent acute toxicity were determined. Its toxicity class is fifth, i.e. it is practically non-toxic.

The study results of microbiological and organoleptic parameters changes of the developed semi-finished products during storage allow determining their storage periods: refrigerated CVRMSFP – at temperature of 0...4 °C – 7 days, frozen CVRMSFP – at temperature of -18...-19 °C – 6 months; SFPSD SMUFR and SFPSD BUFR – at temperature of 2...4 °C for 36 hours; SFPWD SCWUFR – 3...5 days at storage temperature of 2...4 °C.

The use trends of protein and carbohydrates semi-finished products on the base of targeted use of PCDRM nutrients in restaurant food products production technologies are determined. It is proved that semi-finished products can be used in the flour and culinary products technologies, sour cheese dishes, main and sweet dishes, soft drinks and ice cream.

The data of research results approbation and their introduction in practice are presented. Regulatory documentation for new types of products with PCDRM concentrates use was developed and approved. The proposed technologies have been tested at food industry enterprises, as well as at restaurant business enterprises of Ukraine.

The economic expediency of developments introduction into practical activity of food manufactures and restaurant business enterprises is proved. As calculations result it is established that the economic effect of innovative products introduction is: 1,8 thousand UAH per 1000 kg of finished products from BLCC production; 1,4...4,0 thousand UAH per 1000 kg of products under PCDRM UF-retentates production technology introduction; 79,45...86,33 UAH per 100 kg of finished products in the case of use structured dessert products technology with PCDRM UF-derivatives. The integrated indicator of the scientific developments effectiveness is 0,7.

Key words: protein and carbohydrate dairy raw material, skimmed milk, buttermilk, whey, low-calcium coprecipitate, ultrafiltration, semi-finished product.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Золотухіна І. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини: монографія. Харків: Факт, 2008. 208 с. *Внесок здобувача: проаналізовано шляхи підвищення харчової цінності білково-вуглеводної молочної сировини, доведено доцільність використання УФ-похідних БВМС у технологіях структурованої десертної продукції.*
2. Золотухіна І. В. Обґрунтування технологій напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини // Інноваційні технології харчової продукції: колективна монографія. За заг. ред. Дейниченка Г.В. Харків: Факт, 2019. 248с. *Внесок здобувача: розроблено технологію напівфабрикатів білково-вуглеводних, обґрунтовано раціональні технологічні режими їх заморожування та зберігання.*
3. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження впливу концентрації коагулянту на органолептичні та фізико-хімічні властивості молочно-білкового згустку // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького: зб. наук. пр. / ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів: ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2009. Том 11. №2 (41). Ч. 5. С. 34–37. *Внесок здобувача: досліджено органолептичні показники білкового коагуляту та сироватки від концентрації коагулянту.*
4. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І. Обґрунтування технології структурованої десертної продукції з використанням УФ-похідних БВМС // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля зб. наук. пр. / Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2009. №2 (132). С. 104–107. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: досліджено шляхи підвищення харчової цінності білково-вуглеводної молочної сировини.*

5. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І. Визначення потенційних ризиків технології молочних десертів на основі білково-вуглеводної молочної сировини // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук пр. / Дон. держ. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2010. Вип. 23. С. 155–161. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: ідентифіковано потенційні ризики і граничні значення критичних точок контролю під час приготування десертів на основі білково-вуглеводної молочної сировини.*

6. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження впливу температури молочного згустку та тривалості гомогенізації на консистенцію молочно-білкових кремів // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2010. Вип.1 (11). С.184–187. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: досліджено вплив тривалості процесу гомогенізації на органолептичні показники молочно-білкового десерту.*

7. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження показників безпеки молочно-білкових кремів // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького: зб. наук. пр. / ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів: ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2010. Том 12. №3 (45). Ч. 4. С. 31–34. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: дослідження безпечності розроблених продуктів для дитячого та лікувального харчування.*

8. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Установлення тривалості зберігання молочно-білкових кремів // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк: ДонНУЕТ ім. М. Туган-

Барановського, 2011. Вип. 26. С. 346–351. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок здобувача: дослідження мікробіологічних показників розроблених продуктів під час зберігання.**

9. Deynichenko G., Maznyak Z., Zolotukhina I., Gafurov O. Membrane concentration of non-fat milk stuff // Industrial Engineering Journal «RECET». Vol. 12 (2011). No. 3 (33). P. 245–248. **Стаття у науковому періодичному виданні Румунії з напряму, з якого підготовлено дисертацію. Внесок здобувача: дослідження процесу ультрафільтраційного концентрування знежиреного молока за допомогою мембран типу ПАН.**

10. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження консистенції молочно-білкових десертів з додаванням рослинної сировини // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького: зб. наук. пр. / ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів: ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2011. Т. 13. №4(50). Ч.4. С. 36–40. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок здобувача: вивчено вплив овочевих пюре на консистенцію молочно-білкових продуктів.**

11. Дейниченко Г., Золотухіна І., Сефіханова Е. Молочно-белковые десерты // Питание и общество. 2011. №12. С. 27. **Стаття у науковому періодичному виданні Російської Федерації з напряму, з якого підготовлено дисертацію. Внесок здобувача: розроблено технологічну схему приготування молочно-білкових десертів.**

12. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Щербакова Т. В., Сефіханова К. А. Дослідження кольорових характеристик білково-вуглеводних напівфабрикатів із додаванням рослинної сировини // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2012. Вип.1 (15). С. 19–26. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок**

здобувача: визначено кольорові характеристики пюре з моркви і гарбуза та встановлено протекторну дію стабілізатора «Астрі Гель» на барвні біологічно активні речовини каротиновмісної овочевої сировини.

13. Deynychenko G., Zolotukhina I., Sefikhanova K., Belyaeva I. Resource-saving technology of raw milk recycling // Recent Journal (Romania). 2013. Vol. 14. № 3 (40). P. 251–254. **Стаття у науковому періодичному виданні Румунії з напрямку, з якого підготовлено дисертацію. Внесок здобувача: вивчення літературних джерел щодо інноваційних ресурсозберігаючих технологій, розробка ресурсозберігаючої технології білково-вуглеводних напівфабрикатів.**

14. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Дослідження дисперсності повітряної фази нових видів м'якого морозива // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк: ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2013. Вип. 30. С. 42–46. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок здобувача: дослідження впливу рецептурних компонентів на стан дисперсійної повітряної фази модельних зразків м'якого морозива під час фризювання сумішей.**

15. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І. Дослідження технологічних властивостей УФ-похідних білково-вуглеводної молочної сировини // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. / Чернігівський націон. технолог. ун-т. Чернігів: ЧНТУ, 2015. №2(78). С. 197–201. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок здобувача: дослідження піноутворюючої здатності сколотин та їх УФ-похідних.**

16. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А., Гончарова К. М. Обґрунтування економічної доцільності використання напівфабрикатів білково-вуглеводних // Прогресивні техніка та технології

харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2015. Вип. 2 (22). С. 82–93.

Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. *Внесок здобувача: проведення економічних розрахунків щодо доцільності використання розроблених білково-вуглеводних напівфабрикатів.*

17. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Побудова моделі якості напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням пюре овочевих // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»: зб. наук. пр. / Харк. нац. техн. ун-т с/г ім. П. Василенка. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2015. Вип. 20. С. 175–180. *Внесок здобувача: визначення показників якості напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням каротинвмісної рослинної сировини.*

18. Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Вплив гомогенізації на склад жирової фази та органолептичні показники морозива на основі сироватки // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2015. №1 (73). С. 76–81. *Внесок здобувача: дослідження дисперсності жирової фази м'якого морозива на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру.*

19. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Оптимізація рецептурного складу білково-вуглеводних напівфабрикатів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: зб. наук. пр. / Тавр. держ. агротехнол. ун-т. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип. 16. Т.1. С. 242–247. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: дослідження зміни граничної напруги зсуву модельних систем від співвідношення рецептурних компонентів.*

20. Золотухіна І. В. Визначення оптимального співвідношення компонентів білково-вуглеводних напівфабрикатів // Технічні науки та технології. 2016. №1 (3). С. 217–221. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.**

21. Золотухіна І. В. Оптимізація процесу диспергування компонентів напівфабрикатів білково-вуглеводних із пюре моркви // Технічні науки та технології. 2018. № 2 (12). С. 222–228. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus та ін.).**

22. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Обґрунтування вибору стабілізатора для м'якого морозива на основі сироватки // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2019. Вип. 2 (30). С. 183–192. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: дослідження функціональних властивостей яєчного порошку з метою встановлення можливості його використання як стабілізатора для приготування м'якого морозива на основі сироватки з-під кислого сиру.*

23. Дейниченко Г.В., Золотухіна І. В., Кравченко Т. В. Визначення баричних режимів отримання ультрафільтраційних концентратів білково-вуглеводної молочної сировини // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка “Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: зб. наук. пр. / Харк. нац. техн. ун-т с/г ім. П. Василенка. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2019. Вип. 207. С. 176–182. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: визначено залежність продуктивності УФ-мембран від тиску мембранної обробки та вплив робочого тиску фільтрації на швидкість виходу ретенатів БВМС в тупиковому режимі.*

24. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Юдіна Т.І. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників низькокальцієвого копреципітату зі сколотин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: зб. наук. пр. / ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 2. С. 142–150. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз даних (CrossRef та ін.).** *Внесок здобувача: розроблено технологічну схему виробництва низькокальцієвого копреципітату зі сколотин.*

25. Deinychenko G., Zolotukhina I. and other. in all 10 persons. Survey of complex influence of physico-chemical and technological parameters on the process of milk-egg co-precipitate obtaining // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies / Technology and equipment of food production. Vol. 3. NO 11 (105). 2020. P. 30–37. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus та ін.).** *Внесок здобувача: проаналізовано шляхи отримання копреципітатів молочної сировини з високими органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними властивостями.*

26. Deinychenko G., Zolotukhina I. and other. in all 5 persons. Biological value of protein of culinary products based on milk-protein concentrate // EUREKA: Life Sciences: No 3. 2020. P. 31–37. **Стаття у науковому періодичному виданні Естонської Республіки з напряму, з якого підготовлено дисертацію.** *Внесок здобувача: визначення біологічної цінності білка в продуктах, виготовлених на основі молочно-білкового концентрату, порівняно з традиційними кулінарними продуктами із знежиреного сиру.*

27. Deinychenko G., Zolotukhina I. and other. in all 7 persons. Study of the water state and phase transitions of liquid in milk-protein semi-finished products below 0 °C // Journal of Hygienic Engineering and Design. Vol. 32. 2020. P. 114–119. **Стаття у науковому періодичному виданні Республіки**

Македонія з напрямку, з якого підготовлено дисертацію, яке входить до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus та ін.). *Внесок здобувача: досліджено вплив стабілізатора «Астрі гель» на фазову поведінку білково-вуглеводних напівфабрикатів за температури нижче 0 °С.*

28. Prymenko V., Sefikhanova K., Zolotukhina I., Helikh A. Scientific Justification of Acute Toxicity Parameters of Semi-Finished Proteins and Carbohydrates with Food Systems' Stabilizer // Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. Том 3. № 2. С. 262–272. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз даних (CrossRef та ін.).** *Внесок здобувача: дослідженнями in vivo визначено клас токсичності стабілізатора «Астрі Гель», доведено його практичну нетоксичність.*

29. Спосіб одержання молочно-білкового крему: пат. на корисну модель 48561, Україна, МПК А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № 200909617; заявл. 21.09.2009; опубл. 25.03.2010, Бюл. № 6. 4 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію молочно-білкового крему зі сколотин та пюре моркви.*

30. Спосіб одержання морозива: пат. на корисну модель 76281, Україна, МПК (2006.01) А23G 9/04 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201208088; заявл. 02.07.2012; опубл. 25.12.2012, Бюл. №24. 2 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію морозива на основі сироватки з-під кислого сиру.*

31. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату зі сколотин: пат. на корисну модель 84650, Україна, МПК А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № 201305664; заявл. 30.04.2013; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20. 3 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію молочно-білкового напівфабрикату на основі концентрату сколотин та пюре з гарбуза.*

32. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на корисну модель 88150, Україна, МПК (2014.01) A23C 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Федак Н. В.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201301481; заявл. 07.02.2013; опубл. 11.03.2014, Бюл. №5. 4 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію молочно-білкового напівфабрикату на основі ультрафільтраційних похідних сколотин.*

33. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на винахід 108244, Україна, МПК (2015.01) A23C 23/00, A23C 9/152 (2006.01) / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Федак Н. В.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № a201301480; заявл. 07.02.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. №7. 3 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію напівфабрикату для структурованої десертної продукції на основі ультрафільтраційного ретентату сколотин.*

34. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на корисну модель 110412, Україна, МПК A23C 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201603245; заявл. 29.03.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 3 с. *Внесок здобувача: розроблено технологію напівфабрикату для структурованої десертної продукції на основі ультрафільтраційних похідних знежиреного молока.*

35. Спосіб отримання десерту: пат. на корисну модель 110413, Україна, МПК A23C 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Скрипка К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201603246; заявл. 29.03.2016, опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 4 с. *Внесок здобувача: розроблено шкалу органолептичної оцінки розроблених структурованих десертів.*

36. Спосіб отримання десерту: пат. на винахід 115620, Україна, МПК A23C 21/08 (2006.01), A23C 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Скрипка К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № a201603242; заявл. 29.03.2016; опубл. 27.11.2017. Бюл. № 22/2017. 4 с. *Внесок здобувача: визначено раціональні технологічні параметри*

отримання десертів на основі ультрафільтраційних похідних БВМС.

37. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Обґрунтування використання рослинної сировини в технологіях молочно-білкових кремів // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: тези Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2008 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2008. Ч. 1. С. 48–49. *Внесок здобувача: проведено літературний аналіз щодо актуальності використання каротиновмісної сировини у складі білково-вуглеводних кремів.*

38. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження складу та властивостей пюре з рослинної сировини з метою використання їх у технологіях молочно-білкових кремів // Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства: тези I Міжнар. наук.-практ. конф., присв. 35-річчю технол. ф-ту, 23–24 квітня 2009 р. / Полт. ун-т споживчої кооперації. Полтава, 2009. С. 27-29. *Внесок здобувача: досліджено граничну напругу зсуву пюре з моркви та гарбуза.*

39. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова Е. А. Технологические аспекты безопасности молочно-белковых кремов с использованием растительного сырья // Техника и технология пищевых производств: тезисы VII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 22-23 апреля 2010 г. / УО «МГУП». Могилев, 2010. Ч. 1. С. 274. *Внесок здобувача: визначено показники безпеки білково-вуглеводних продуктів на основі рослинної сировини.*

40. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Мікробіологічні показники молочно-білкових кремів із використанням рослинної сировини // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: матеріали IV Міжнар. міжгалузева наук.-практ. конф., 7-9 квітня 2011 р. / ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2011. С. 171–173. *Внесок здобувача: визначено мікробіологічні показники білково-вуглеводних кремів із додаванням каротиновмісної рослинної сировини.*

41. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Сефиханова Е. А. Исследование продолжительности хранения молочно-белковых кремов // Техника и технология пищевых производств: тезисы VIII Междунар. науч.-техн. конф., 27-28 апреля 2011г. / УО «МГУП». Могилев, 2011. Ч. 1. С. 242. *Внесок здобувача: вивчено тривалість збереження білково-вуглеводних кремів залежно від тривалості термічної обробки.*

42. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Беляєва І. М. Розробка технологій десертної продукції функціонального призначення // Функціональні харчові продукти – дієтичні добавки – як дієвий засіб різнопланової профілактики захворювань: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 11-12 квітня 2013 р. / Націон. фармацевт. ун-т. Харків, 2013. С. 74–80. *Внесок здобувача: досліджено мікробіологічні показники напівфабрикатів для збитої десертної продукції.*

43. Дейниченко Г. В. Золотухина И. В. Обоснование разработки новых технологий десертной продукции // Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания: праці Міжнар. наук.-практ. конф. / Кутаїсі (Грузія), 2014. С. 220–222. *Внесок здобувача: формування мети досліджень, узагальнення отриманих результатів.*

44. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Беляєва І. М. Дослідження мінерального складу напівфабрикатів для м'якого морозива // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: тези Міжнар. наук.-практ. конф. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2014. Ч.1. С.226–227. *Внесок здобувача: досліджено вміст мінеральних речовин у розроблених напівфабрикатах.*

45. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Беляєва И. М. Исследование жирнокислотного состава полуфабрикатов для мороженого // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. / Алматинский технологический ун-т. Алматы (Казахстан), 2014. С. 70–72. *Внесок здобувача: досліджено вміст жирних кислот у розроблених напівфабрикатах.*

46. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження властивостей молочно-білкового згустку сколотин // Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології: зб. праць Другої міжнар. спеціалізованої наук.-практ. конф. в рамках XVII Міжнародного Форуму товарів і послуг для дітей «BABY EXPO», 9 вересня 2014 р. / НУХТ. Київ, 2014. С. 85–87. *Внесок здобувача: проведення аналітичних досліджень існуючих способів концентрування білково-вуглеводної молочної сировини*

47. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова Е. А. и др. Исследование пищевой ценности полуфабрикатов белково-углеводных с овощным сырьем // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей XVIII Междунар. науч.-практ. конф., 15 марта 2015 г. / ГГАУ. Гродно, 2015. С. 204–205. *Внесок здобувача: виготовлення зразків напівфабрикатів та дослідження їх харчової цінності.*

48. Золотухіна І. В., Гончарова К. М. Дослідження консистенції молочно-білкових напівфабрикатів // Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 25-27 березня 2015 р. / НУХТ. Київ, 2015. С. 62–63. *Внесок здобувача: визначено раціональні температури молочного коагуляту та тривалість гомогенізації на консистенцію напівфабрикатів.*

49. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак Н. В., Федак В. І. Дослідження технологічних властивостей УФ-похідних сколотин // Ukraine – EU. Modern technology, business and law. Modern engineering. Sustainable development. Innovations in social work: philosophy, psychology, sociology. Current problems of legal science and practice: collection of international scientific papers in 2 parts / CNUT. Chernihiv, 2015. Part 2. P. 48–50. *Внесок здобувача: досліджено піноутворюючі властивості УФ-ретенатів сколотин з різним фактором концентрування.*

50. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. та ін. Амінокислотний склад білково-вуглеводних напівфабрикатів // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі:

проблеми, перспективи, ефективність: тези Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2015. Ч. 1. С. 232–233. *Внесок здобувача: досліджено біологічну цінність білково-вуглеводних напівфабрикатів із використанням каротиновмісної сировини.*

51. Золотухіна І. В. Дослідження процесу заморожування м'якого морозива // Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези допов. Міжнар. наук.-техн. конф. / ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2015. С. 58.

52. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Оцінка ефективності наукової розробки // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: тези допов. Міжнар. наук.-техн. конф. 19-21 травня 2015 р. / ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2015. С. 240. *Внесок здобувача: формування мети досліджень, узагальнення отриманих результатів.*

53. Deynychenko G. V., Zolotukhina I. V. Features of membrane concentration of buttermilk // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. / Алматинский технологический ун-т. Алматы (Казахстан), 2015. С. 48–49. *Внесок здобувача: досліджено функціонально-технологічні властивості УФ-ретенатів сколотин.*

54. Deynychenko G. V., Zolotukhina I. V., Solonchuk L. N. Substantiation of using UF-concentrate from whey from acidified cheese for the beverage production // Мембранні і сорбційні процеси та технології: зб. матер. українсько-польської наук. конф. / Нац. ун-тет «Києво-Могилянська академія». Київ, 2015. С.67. *Внесок здобувача: досліджено хімічний склад УФ-ретенатів сироватки з-під кислого сиру.*

55. Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Оптимальне співвідношення компонентів білково-вуглеводних напівфабрикатів // Ukraine – EU. Modern technology, business and law. Modern Priorities of Economics, Engineering and Technologies: collection of international scientific papers / CNUT. Chernihiv, 2016. Part 1. P. 363–366. *Внесок здобувача: проведено оптимізацію складу напівфабрикатів білково-вуглеводних з визначенням співвідношення*

рецептурних компонентів.

56. Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Визначення режимів фризрування морозива на основі сироватки // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: матеріали другої між нар. наук.-практ. конф., 5–7 вересня 2017 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2017. С. 53–55. *Внесок здобувача: визначено залежність стану дисперсності повітряної фази модельних систем від вмісту цукру.*

57. Zolotukhina I. V. Optimization of the process of the distribution of the compounds of protein-soil fats of fragrances // Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей IV Міжнар. наук.-техн. конф., 11-12 жовтня 2017 р. / ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2017. С. 82.

58. Золотухина И. В. Исследование предельного напряжения сдвига полуфабрикатов белково-углеводных // Наука. Образование. Молодежь: мат. Республиканской науч.-практ. конф. молодых ученых, 26-27 апреля 2018 г. / АГУ. Алматы, 2018. С. 35–37.

59. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В. Белково-углеводное молочное сырье как основа для десертной продукции // Food safety, resources, energy-efficiency and innovative technologies: the collection of materials of the International conference, November 28-30, 2019 / Namangan city, 2019. P. 220–223. *Внесок здобувача: формування мети досліджень, узагальнення отриманих результатів.*

60. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Скриннік В. І. Вплив лактози на піноутворюючу здатність продуктів УФ переробки білково-вуглеводної молочної сировини // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція, 14 травня 2020 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2020. Ч. 1. С. 19-20. *Внесок здобувача: досліджено піноутворюючі властивості УФ-ретентатів знежиреного молока, сколотин та сироватки з-під кислого сиру.*

61. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Скриннік В. І. Визначення показників якості нових видів структурованої десертної продукції // Якість і безпека харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення: Міжнародна науково-практична конференція, 25 вересня 2020 р. / Львівський торговельно-економічний університет. Львів, 2020. С. 160–163. *Внесок здобувача: розроблено шкалу органолептичної оцінки структурованих десертів на основі УФ-ретенатів БВМС.*

62. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В. Дослідження вмісту сухих речовин у продуктах мембранного розділення білково-вуглеводної молочної сировини // Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: Міжнародна науково-практична конференція, 24 листопада 2020 р. / Таврійський держ. агротехнол. ун-т ім. Д. Моторного. Мелітополь, 2020. С. 70–71. *Внесок здобувача: досліджено вміст сухих речовин в УФ-похідних БВМС за різних режимів концентрування.*

63. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В. Исследование содержания сухих веществ в продуктах УФ-разделения обезжиренного молока // Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания: Сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф. / Государственный университет Акакия Церетели. Кутаиси, 2020. С. 242–245. *Внесок здобувача: формування мети досліджень, узагальнення отриманих результатів.*

64. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Скриннік В. І. Исследование функционально-технологических свойств обезжиренного молока // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Могилев, 2020. Т.1. С. 348–349. *Внесок здобувача: визначено вплив концентрації желатину та цукру на піноутворюючу здатність модельних систем на основі знежиреного молока.*

65. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В. Исследование свойств ультра-фльтрационных мембран // Современные технологии сельскохозяйственного

производства: сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции / ГГАУ. Гродно, 2020. С. 239–241. *Внесок здобувача: досліджено початкову продуктивність ультрафільтраційних мембран типу ПАН.*

66. Deynichenko G., Zolotukhina I., Yudina T. Influence of technological parameters of low-calcium buttermilk coprecipitate on its rheological characteristics // Tourism of the XXI century: Global challenges and civilization values : II International scientific and practical conference (Kyiv, June 01, 2020) / KNUTE. Kyiv, 2020. P. 429–433. *Внесок здобувача: визначено реологічні характеристики низькокальцієвого копреципітату зі сколотин.*

67. Deynichenko G., Zolotukhina I., Dmytrevskiy D., Chervonyi V., Horielkov D., Guzenko V., Sefikhanova K. Study of water state and phase transitions of liquid in milk-protein semi-finished products below 0 °C // Book abstracts. Food quality and safety, health and nutrition congress (Ohrid, Macedonia, September 2-4, 2020). Macedonia. Nutricon. P. 25–26. *Внесок здобувача: визначено температурні режими зберігання напівфабрикатів на основі концентратів БВМС.*

68. Энциклопедия питания. Том 3. Характеристика продуктов питания / под общей ред. Черевко А. И.; сост.: А. А. Дубинина, Л. З. Шильман, Г. В. Дейниченко, Г. И. Дюкарева, И. В. Сирохман, Ю. Н. Хацкевич, Г. А. Селютин, С. А. Ленерт, Т. Н. Летута, И. Ф. Овчинникова, Т. Н. Попова, В. Н. Онищенко, Л. А. Скурихина, И. В. Симакова, В. К. Тимченко, И. В. Золотухина, В. С. Ольховская, Р. Я. Томашевская, В. А. Винникова. Харьков: Мир книг, 2014. 744 с. *Внесок здобувача: проаналізовано хімічний склад білково-вуглеводної молочної сировини: знежиреного молока, сколотин та сироватки з метою подальшого використання їх у технологіях продукції ресторанного господарства.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	39
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	52
1.1. Аналіз харчової цінності білково-вуглеводної молочної сировини.....	52
1.2. Теоретичні та практичні аспекти цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини.....	60
1.3. Функціонально-технологічні властивості БВМС.....	74
1.4. Сучасні напрямки створення багатокомпонентних продуктів на молочній основі з додаванням каротинвмісної рослинної сировини...	83
1.5. Обґрунтування використання сучасних стабілізаторів структури для страв на молочно-білковій основі.....	94
1.6. Аналіз технологій виробництва кулінарної продукції на основі концентратів БВМС.....	99
Висновки за розділом.....	109
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	112
2.1. Об'єкти та матеріали досліджень.....	114
2.2. Експериментальні лабораторні установки для проведення досліджень.....	116
2.2.1 Ультрафільтраційна лабораторна установка напів- періодичної дії з внутрішнім рециклом.....	116
2.2.2 Ультрафільтраційна лабораторна установка на основі мембранного модуля з барботуючим пристроєм.....	117
2.3. Методи досліджень.....	119
2.3.1. Дослідження реологічних характеристик модельних сумішей.....	119

2.3.2. Визначення кольориметричних характеристик напівфабрикатів.....	121
2.3.3. Метод криомікроскопічного дослідження напівфабрикатів при охолодженні.....	126
2.2.4. Визначення фазових переходів вологи і стану води в напівфабрикатах при температурах нижче 0° С.....	127
2.3.5. Дослідження процесу піноутворення та стійкості пін БВМС, їх УФ-ретентатів, модельних сумішей на їх основі.....	128
2.3.6. Методи визначення харчової цінності та безпечності продуктів.....	130
2.3.7. Методи розрахунку економічної ефективності розробок.....	134
2.4. Обробка результатів досліджень.....	134
Висновки за розділом.....	136
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕОРЕТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРАТІВ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	
3.1 Теоретичне обґрунтування та експериментальне визначення технологічних режимів одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин.....	137
3.1.1 Теоретичне обґрунтування термокислотного способу копреципітації білків сколотин.....	137
3.1.2 Визначення технологічних параметрів і режимів одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин із заданими функціонально-технологічними властивостями.....	140
3.1.3 Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та структурно-механічних показників низькокальцієвого копреципітату зі сколотин.....	154

3.2 Теоретичне та експериментальне обґрунтування технології ультрафільтраційних концентратів БВМС, отриманих за допомогою напівпроникних мембран типу ПАН.....	167
3.2.1 Теоретичний розгляд процесів концентраційної поляризації і гелеутворення на поверхні напівпроникних ультрафільтраційних мембран.....	167
3.2.2 Визначення технологічних параметрів і режимів одержання УФ-концентратів БВМС в тупиковому режимі і в режимі з барботуванням систем, що поділяються.....	172
3.2.3 Якісні характеристики продуктів УФ-поділу БВМС за допомогою мембран типу ПАН.....	174
Висновки за розділом.....	184
РОЗДІЛ 4 НАУКОВЕ ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА І СКЛАДУ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОНЦЕНТРАТІВ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ.....	
4.1 Обґрунтування параметрів одержання напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини.....	188
4.1.1 Дослідження складу та властивостей пюре з каротинвмісної рослинної сировини з метою використання їх у технологіях НБВКРС.....	188
4.1.2. Дослідження протекторної дії стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини каротинвмісної овочевої сировини.....	191
4.1.3. Оптимізація рецептурного складу білково-вуглеводних напівфабрикатів.....	201
4.1.4. Оптимізація процесу диспергування компонентів НБВКРС.....	211

4.1.5. Обґрунтування раціональних технологічних режимів заморожування та зберігання напівфабрикатів білково-вуглеводних.....	216
4.2 Обґрунтування параметрів одержання структурованих систем на основі білково-вуглеводної молочної сировини та УФ-ретентатів.....	230
4.2.1 Фізико-хімічні характеристики процесу піноутворення БВМС.....	230
4.2.2 Дослідження процесу піноутворення в модельних системах на основі БВМС і їх УФ-концентратів.....	237
4.2.3 Вплив цукру на піноутворювальні властивості модельних систем на основі БВМС і їх УФ ретентатів.....	242
4.2.4 Дослідження реологічних характеристик модельних систем на основі БВМС.....	245
4.3. Обґрунтування параметрів одержання багатокомпонентних сумішей для збитої десертної продукції.....	252
4.3.1. Дослідження властивостей яєчного порошка як стабілізатора для багатокомпонентних сумішей для збитої десертної продукції.....	252
4.3.2. Визначення піноутворюючих властивостей модельних систем на основі УФ ретентатів сироватки з-під кислого сиру.....	254
4.3.3 Дослідження в'язкості напівфабрикатів для збитої десертної продукції.....	255
4.3.4 Математичне моделювання та оптимізація складу напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі УФ ретентату сироватки.....	261
4.3.5 Визначення дисперсності повітряної фази нових видів м'якого морозива.....	269
Висновки за розділом.....	273

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ НАПІВФАБРИКАТІВ З	
ВИКОРИСТАННЯМ КОНЦЕНТРАТІВ БВМС ТА ОЦІНКА ЇХ ЯКОСТІ...	276
5.1. Технологія напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням	
каротинвмісної рослинної сировини	276
5.1.1. Технологічні схеми виробництва напівфабрикатів білково-	.
вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної	
сировини.....	276
5.1.2. Дослідження харчової цінності напівфабрикатів білково-	
вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини...	278
5.1.3. Дослідження змін властивостей напівфабрикатів білково-	
вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної	
сировини при зберіганні.....	286
5.1.4 Дослідження вологоутримуючої здатності напівфабрикатів	
білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної	
сировини.....	305
5.1.5 Технології страв із використанням НБВКРС.....	306
5.2. Технологія структурованої десертної продукції на основі БВМС	
та її УФ-ретентатів.....	308
5.2.1. Технологічні схеми виробництва структурованої десертної	
продукції на основі УФ-ретентатів БВМС.....	308
5.2.2 Дослідження харчової та біологічної цінності НСДП	
на основі УФ-ретентатів БВМС.....	310
5.2.3 Дослідження мікробіологічних показників НСДП	
на основі УФ-ретентатів БВМС.....	315
5.2.4. Технології страв на основі напівфабрикатів для структурованої	
десертної продукції з використанням УФ-ретентатів БВМС.....	317
5.3. Технологія напівфабрикатів для збитої десертної продукції	
на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру та	
дослідження їх якості.....	324

5.3.1. Розробка технологічної схеми виробництва напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі сироватки з-під кислого сиру.....	324
5.3.2. Дослідження харчової цінності напівфабрикату на основі УФРСКС.....	326
5.3.3. Дослідження мікробіологічних показників НЗДП УФРСКС.....	332
5.4. Основні напрямки використання напівфабрикатів на основі концентратів білково-вуглеводної молочної сировини.....	334
Висновки за розділом.....	336
РОЗДІЛ 6. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	339
6.1. Апробація результатів досліджень та впровадження їх в практику.....	339
6.2. Оцінка ефективності наукових розробок.....	340
Висновки за розділом.....	352
ВИСНОВКИ.....	354
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	358

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АПК – агропромисловий комплекс;
- Б – білки;
- БАД – біологічно активні добавки;
- БАР – біологічно активні речовини;
- БВМС – білково-вуглеводна молочна сировина;
- БФ – безказеїнова фаза;
- ВБЦ – відносна біологічна цінність;
- ВТО – високотемпературна обробка;
- ВУЗ – вологоутримуюча здатність;
- ГНЗ – гранична напруга зсуву;
- ДТА – диференційний термічний аналіз;
- ДСК – диференціальна скануюча калориметрія;
- Ж – жири;
- ЗМ – знежирене молоко;
- ККФК – казеїнаткальційфосфатний комплекс;
- КНК – концентрат нативного казеїну;
- КСХ – концентрат структуруючий харчовий;
- ММФ – Міжнародна молочна федерація;
- МБК – молочно-білковий продукт;
- НБВ – напівфабрикат білково-вуглеводний;
- НБВГ – напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза;
- НБВКРС – напівфабрикат білково-вуглеводний з використанням каротин-вмісної рослинної сировини;
- НБВМ – напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви;
- НЗДП УФРСКС – напівфабрикат для збитої десертної продукції на основі ультрафільтраційного ретентату сироватки з-під кислого сиру;
- НКК – низькокальцієвий коприцепітат;
- НККС – низькокальцієвий коприцепітат сколотин;

НСДП – напівфабрикат структурованої десертної продукції;

НСДП УФРЗМ – напівфабрикат структурованої десертної продукції на основі ультрафільтраційного ретентату знежиреного молока;

НСДП УФРС – напівфабрикат структурованої десертної продукції на основі ультрафільтраційного ретентату сколотин;

ПГ – пюре з гарбуза;

ПЗ – піноутворююча здатність;

ПМ – пюре з моркви;

РВПС – рідкі високомолекулярні полідисперсні системи;

СДП – структурована десертна продукція;

СЗМЗ – сухий знежирений молочний залишок;

СП – стійкість піни;

СР – сухі речовини;

УФР – ультрафільтраційний ретентат;

УФРС – ультрафільтраційний ретентат сколотин;

УФРСКС – ультрафільтраційний ретентат сироватки з-під кислого сиру;

УФРЗМ – ультрафільтраційний ретентат знежиреного молока;

ФК – фактор концентрування;

ШКТ – шлунково-кишковий тракт.

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Харчування є одним з найважливіших чинників навколишнього середовища, що впливає на стан здоров'я, працездатність, розумовий та фізичний розвиток, а також на тривалість життя людини. Їжа має пріоритет над всіма іншими чинниками, що визначають повноцінність здоров'я і життя людини.

Особливе місце у харчуванні людини займають білки. Вони виконують ряд специфічних функцій, властивих лише живій матерії. Білкові речовини наділяють організм пластичними властивостями, що полягають в побудові структур субклітинних включень. Білки координують і регулюють всі біохімічні перетворення в організмі, що забезпечують функціонування його як єдиного цілого.

Зниження вживання білка є наслідком сучасних світових тенденцій зниження рівня забезпеченості населення Землі їжею. Загальний дефіцит білка на планеті оцінюється в 10...25 млн т на рік. З 7,67 млрд осіб, що живуть на Землі, приблизно половина страждає від нестачі білка. Брак харчового білка є не лише економічною, але й соціальною проблемою сучасного світу і, зокрема, України.

Першочерговими завданнями молочного підкомплексу АПК України є подолання спаду виробництва за рахунок раціонального і комплексного використання сировини, особливо білково-вуглеводної (сколотин, знежиреного молока і сироватки), оскільки до неї потрапляє значна кількість нутрієнтів, які з точки зору біологічних потреб організму людини мають важливе фізіологічне значення, а також шляхом впровадження нових видів молочної продукції, нових способів переробки сировини, підвищення якості та конкурентоспроможності продуктів, що виробляються.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми, згідно із «Концепцією державної політики в галузі здорового харчування населення України», є забезпечення необхідних обсягів виробництва харчової сировини та харчових

продуктів, зокрема білоквмісних, доступних усім верствам населення, пошук та удосконалення сучасних технологій виробництва високоякісних харчових продуктів і способів досягнення їх тривалої біологічної безпеки.

Розширення асортименту білкових продуктів харчування, підвищення їх біологічної цінності, а також створення продуктів нового покоління, які відповідають вимогам здорового харчування, є актуальним завданням сучасного суспільства. Одним із можливих напрямів вирішення цієї проблеми є цільове використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини (БВМС), що повною мірою забезпечується їх концентруванням шляхом копреципітації або баромембранної обробки сировини.

Хімічний склад, харчова цінність білково-вуглеводної молочної сировини та розробка на її основі технологій білкових продуктів харчування висвітлено в багатьох дослідженнях вітчизняних та закордонних вчених: В. Беліцер, Н.Г. Гринченко, С.С. Гуляєва-Зайцева, Г.В. Дейниченка, П.Ф. Д'яченка, М.М. Ліпатова (старшого), Ф.В. Перцевого, Г.Є. Поліщук, Г.Б. Рудавської, Н.А. Ткаченко, А.Г. Храмцова, Т.І. Юдіної, Adrian I., Bounlier G., Renner Z. та ін. Низка науковців продовжують працювати у даному напрямку, оскільки ця проблема не втратила своєї актуальності і на теперішній час.

Збільшення випуску біологічно повноцінних багатокомпонентних продуктів є актуальним у світлі концепції збалансованого харчування, згідно з якою в добовому раціоні людини має бути достатня кількість білків, оптимальний баланс вітамінів і мікроелементів. Основна перевага таких продуктів полягає в потенційній можливості взаємного збагачення інгредієнтів, що входять до їх складу, за одним або декількома факторами з метою найбільш повної відповідності їх формулі збалансованого харчування. В світлі цього актуальним є створення нових багатокомпонентних продуктів на основі молочно-білкових концентратів із застосуванням каротиновмісної рослинної сировини, що дозволить забезпечити населення високоякісними

збалансованим продуктами та раціонально використовувати сировину тваринного та рослинного походження.

Таким чином, вирішення наукової проблеми забезпечення комплексної та глибокої переробки білково-вуглеводної молочної сировини з метою цільового використання нутрієнтів у молочно-білкових концентратах шляхом розробки науково обґрунтованих технологій напівфабрикатів та структурованої десертної продукції на їх основі із сталими показниками якості та високими споживними властивостями у світлі реалізації пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки щодо раціонального природокористування, виробництва конкурентоспроможної продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота здійснювалась відповідно до основних напрямків наукових досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі, зокрема за держбюджетними НДР, що виконувались за рахунок коштів Міністерства освіти і науки України: № 1-13 БО (0113U000156) «Розробка прогресивних енерго- та ресурсоефективних процесів та обладнання для концентрування та сушіння харчової сировини», №5-15 ПК (0115U003030) «Обґрунтування технологій та режимів мембранного розділення у процесах концентрування біологічних рідин та водопідготовки»; за НДР, що виконувались за рахунок коштів суб'єктів господарювання: №30-09-10Д (0109U008648) «Розробка проекту нормативної документації на молочно-білкові креми», №28-13-14Д (0113U006478) «Розробка проекту нормативної документації на молочно-білкові напівфабрикати для дитячого харчування», № 4-15 Д (0115U003565) «Дослідження властивостей напівпроникних мембран з метою мембранного розділення рідких високомолекулярних полідисперсних систем»; за НДР, що виконувалась у межах робочого часу викладача: №10-09-12Б (0108U009986) «Удосконалення процесів та обладнання для концентрування харчової сировини з метою створення ресурсозберігаючих технологій».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є теоретичне і експериментальне обґрунтування та розробка технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини шляхом застосування її копреципітації та УФ-концентрування.

Для досягнення основної мети необхідно було вирішити низку взаємозалежних між собою завдань:

- обґрунтувати та дослідити раціональні технологічні параметри й режими процесу копреципітації білків БВМС;
- розробити технологію одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин (НККС), комплексно дослідити його якість і харчову цінність;
- визначити вплив баричних, температурних, хімічних параметрів процесу ультрафільтраційного (УФ) концентрування БВМС на властивості напівпроникних мембран;
- дослідити процес УФ-концентрування білково-вуглеводної молочної сировини з використанням мембран типу ПАН в тупиковому режимі та в режимі її барботування;
- отримати комплекс фізико-хімічних та функціонально-технологічних показників НККС та УФ-ретентатів БВМС з метою їх використання у виробництві напівфабрикатів для структурованої десертної продукції;
- отримати комплекс фізико-хімічних та функціонально-технологічних показників пюре з рослинної каротиновмісної сировини;
- дослідити протекторну дію стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини каротиновмісної овочевої сировини;
- визначити параметри токсичної дії напівфабрикатів білково-вуглеводних із використанням каротиновмісної рослинної сировини (НБВКРС) із використанням стабілізатора «Астрі Гель»;
- дослідити вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості модельних систем

напівфабрикатів білково-вуглеводних із використанням каротиновмісної рослинної сировини на основі НККС та УФ-ретентатів БВМС;

- визначити раціональні рецептури, що забезпечують високі органолептичні показники і біологічну цінність напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі НККС, УФ-ретентатів БВМС та готової продукції з їх використанням;

- розробити технології виробництва напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі НККС та УФ-ретентатів БВМС, комплексно дослідити їх якість і харчову цінність, а також їх зміни у процесі зберігання;

- розробити напрями та окремі технології використання напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі НККС та УФ-ретентатів БВМС у закладах ресторанного господарства;

- здійснити комплекс заходів із упровадження нової продукції з використанням НККС та УФ-ретентатів БВМС, визначити соціально-економічну ефективність запропонованих технологій.

Об'єктом дослідження є технології напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів БВМС та готових виробів з них.

Предмет дослідження – знежирене молоко (ЗМ), сколотини, сироватка з-під кислого сиру, НККС, УФ-ретентати БВМС із різним фактором концентрування, пюре з моркви, пюре з гарбуза, стабілізаційна система «Астрі Гель», желатини марки П-11, Gelita 180, Gelita 240, яєчний порошок, модельні харчові системи, що містять вказані види сировини, структурно-механічні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості модельних харчових систем, що містять НККС та УФ-ретентати БВМС, якість напівфабрикатів та кулінарної продукції.

Методи дослідження – оригінальна лабораторна установка для дослідження процесів УФ полідисперсних біологічних рідин, стандартні загальноприйняті фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, органолептичні, колориметричні методики досліджень, методи планування експерименту та

математичної обробки експериментальних даних із використанням сучасних комп'ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано та доведено наукову концепцію – цільове використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини, що забезпечується шляхом їх копреципітації та УФ-концентрування, дає можливість підвищити харчову і біологічну цінність напівфабрикатів та кулінарної продукції, її технологічну стабільність, інтенсифікувати технологічний процес, більш повно використовувати харчовий потенціал БВМС.

У рамках сформульованої наукової концепції

вперше:

- встановлено закономірності зміни агрегативної стійкості модельних систем під впливом технологічних параметрів виробництва та компонентного складу системи;
- обґрунтовано та визначено умови і режими процесу копреципітації білків склотин, що забезпечують високий ступінь їх цільового використання та отримання НКК із покращеними сенсорними показниками;
- визначено раціональні параметри і режими процесу ультрафільтраційного концентрування знежиреного молока, склотин, сироватки з-під кислого сиру за допомогою УФ-мембран типу ПАН в тупиковому режимі, що дозволяє забезпечити цільове використання їх нутрієнтів;
- встановлено раціональні режими процесу УФ знежиреного молока, склотин, сироватки з-під кислого сиру з барботуванням системи, що поділяється;
- визначено ступінь участі білків різних фракцій БВМС та їх УФ-ретентатів у процесі піноутворення;

- визначено комплекс фізико-хімічних показників якості продуктів ультрафільтраційного поділу білково-вуглеводного молочної сировини – УФ-ретентатів з різним фактором концентрування і пермеата;

- визначено кольорові характеристики пюре з моркви і пюре з гарбуза та встановлено протекторну дію стабілізатора «Астрі Гель» на барвні біологічно активні речовини каротиновмісної рослинної сировини;

- дослідженнями *in vivo* визначено п'ятий клас токсичної дії стабілізатора «Астрі Гель», що засвідчує його нетоксичність;

- встановлені закономірності змін функціонально-технологічних властивостей багатокомпонентних сумішей на основі НККС під впливом технологічних чинників та окремих компонентів рецептур;

- науково обґрунтовано та оптимізовано параметри і режими технологічних процесів виробництва напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів БВМС;

- кріоскопічними дослідженнями визначено стабілізуючий ефект стабілізатора «Астрі Гель» на фазові переходи вологи під час заморожування-відтаювання НБВКРС та обґрунтовано режими їх заморожування;

- отриманий комплекс даних, що характеризує харчову цінність розроблених напівфабрикатів, доведено їх підвищену біологічну цінність.

удосконалено:

- теоретико-методологічні основи застосування ультрафільтраційних ретентатів БВМС у технологіях виробів з драгледопідбною та пінною структурою;

набули подальшого розвитку:

- наукове обґрунтування створення технологій страв та кулінарних виробів на основі та з використанням НККС та УФ-ретентатів БВМС;

- теоретичні підходи до обґрунтування доцільності сумісного використання білково-вуглеводної молочної та каротиновмісної рослинної сировини.

Наукова новизна одержаних результатів підтверджена двома патентами України на винахід.

Практичне значення отриманих результатів. На підставі результатів проведених теоретичних і експериментальних досліджень отримано практичні рекомендації щодо раціональних параметрів і режимів процесу ультрафільтраційного концентрування БВМС за допомогою УФ-мембран типу ПАН у тупиковому режимі та з барботуванням системи, що поділяється. Отримані довідково-практичні значення фізико-хімічних показників якості продуктів ультрафільтраційного поділу БВМС – УФ-ретентатів із різним фактором концентрування і пермеата.

Розроблено технології НККС, напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре моркви (НБВМ) та напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре гарбуза (НБВГ), напівфабрикатів для приготування структурованої десертної продукції на основі УФ-ретентатів знежиреного молока (НСДП УФРЗМ) та сколотин (НСДП УФРС), напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі сироватки з-під кислого сиру (НСДП УФРСКС). Запропоновано шляхи використання розроблених напівфабрикатів у технологіях продукції ресторанного господарства, розроблено, відпрацьовано та рекомендовано до впровадження в закладах ресторанного господарства окремі рецептури та технології страв з їх використанням.

Розроблено і затверджено нормативну документацію на напівфабрикати білково-вуглеводні – ТУ У 15.5–01566330-188:2010 «Молочно-білкові креми зі сколотин» та технологічну інструкцію з виробництва молочно-білкових кремів зі сколотин. Розроблено проект нормативної документації на десерти білково-вуглеводні – ТУ У 10.5-01566330-310:2015 «Десерти молочні» та технологічну інструкцію з їх виробництва у закладах готельно-ресторанного господарства.

Новизна запропонованих технічних рішень підтверджена шістьма патентами України на корисну модель.

Реалізація роботи. Технології розроблених напівфабрикатів та страви з їх використанням упроваджені на виробництвах ТОВ «12 квартал» (м. Дніпропетровськ, акт від 05.11.2009 р.), КП «Міська молочна фабрика-кухня дитячого харчування» (м. Харків, акт від 28.02.2014 р.), ПП «Александрова» кафе «Сливки» (м. Дніпропетровськ, акт від 24.05.2014 р.), ТОВ «Аліна-А» ресторан «Українські страви» (м. Дніпропетровськ, акт від 14.11.2014 р.), ТОВ «Піросмані» ресторан «Піросмані» (м. Дніпропетровськ, акт від 14.04.2015 р.), ФОП Мельник М.Г. (м. Харків, акт від 30.06.2015 р.), ТОВ «УПК-Арматура» (м. Харків, акт від 11.07.2016 р.), ФОП Гусенко О.П. мережа «Бістро кафе» (м. Харків, акт від 30.10.2019 р.) та в навчальний процес ХДУХТ (акти від 22.06.2015 р., 15.09.2015 р., 20.12.2016 р., 14.11.2018 р., 16.11.2020 р.).

Підписано ліцензійний договір на комерційне використання об'єкта права інтелектуальної власності. Предметом договору є патент України на корисну модель № 84650 «Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату зі сколотин».

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, розробці програми досліджень, теоретичному та експериментальному підтвердженні наукової концепції, аналізі результатів теоретичних та експериментальних досліджень, підготовці матеріалів до публікації і заявок на винаходи та корисні моделі, розробці нормативної та технологічної документації, проведенні заходів з упровадження результатів дослідження у виробництво та освітній процес. Формулювання наукової концепції роботи, узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень та формулювання висновків здійснювалось разом з науковим консультантом, д.т.н., проф. Г.В. Дейниченком.

Особистий внесок здобувача підтверджено наданими документами та науковими публікаціями. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать: наукове обґрунтування, постановка експериментів та

аналіз отриманих результатів, формулювання та узагальнення основних висновків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації і результати досліджень доповідались, обговорювались і були схвалені на: Congress on Food Quality and Safety, Health and Nutrition «NUTRICON 2020» (Skopje, Republic of Macedonia, 2020); Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі», присвяченій 70-річчю з дня народження д-ра техн. наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ Беляєва М.І. (м. Харків, 2008 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 35-річчю технологічного факультету ПУСКУ «Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства» (м. Полтава, 2009 р.); 7, 8, 13 Міжнародних науково-технічних конференціях «Техніка і технологія харчових виробництв» (м. Могильов, 2010, 2011, 2020 рр.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Донецьк, 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Функціональні харчові продукти – дієтичні добавки – як дієвий засіб різнопланової профілактики захворювань» (м. Харків, 2013 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания» (м. Кутаїсі, 2014, 2020 рр.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Развиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, 2014, 2015, 2020 рр.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» (м. Алмати, 2014, 2015 рр.); Другій міжнародній спеціалізованій науково-практичній конференції в рамках XVII Міжнародного Форуму товарів і послуг для дітей «BABY EXPO» «Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології» (м. Київ, 2014 р.); XVIII, XXIII Міжнародних науково-

практичних конференціях «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (м. Гродно, 2015, 2020 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку» (м. Київ, 2015 р.); першій, другій Міжнародних науково-практичних конференціях «Ukraine – EU. Modern technology, business and law. Modern engineering. Sustainable development. Innovations in social work: philosophy, psychology, sociology. Current problems of legal science and practice» (Словацька Республіка-Польща-Україна, Чернігів, 2015, 2016 рр.); I, IV Міжнародних науково-практичних конференціях «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» (м. Тернопіль, 2015, 2017 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2015 р.); Українсько-польській науковій конференції «Мембранні і сорбційні процеси та технології» (м. Київ, 2015 р.); другій Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» (м. Харків-Мелітополь-Кирилівка, 2017 р.); Республіканській науково-практичній конференції молодих вчених «Наука. Образование. Молодежь» (м. Алмати, 2018 р.); International conference «Food safety, resources, energy-efficiency and innovative technologies» (Namangan city, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення» (м. Львів, 2020); Міжнародній науково-практичній конференції «Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв» (м. Мелітополь, 2020 р.); II International scientific and practical conference «Tourism of the XXI century: Global challenges and civilization values» (Kyiv city, 2020).

Розроблені напівфабрикати та страви на їх основі демонструвалися і отримали схвалення на: виставці, присвяченій Міжнародній науково-практичній конференції «Ресторанне господарство в стратегіях розвитку туризму» (м. Харків, 2009 р.); виставці в рамках всеукраїнської науково-

практичної конференції «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування», присвяченої 20-річчю з дня заснування товарознавчого факультету ХДУХТ (м. Харків, 2009 р.); Міжнародній виставці «Енергія зростання» в рамках форуму «Інновації. Інвестиції. Харківські ініціативи» (м. Харків, 2010 р.); міжрегіональній спеціалізованій виставці «Освіта Слобожанщини» (м. Харків, 2011-2013 рр.); 1-й спеціалізованій виставці «Харчова Індустрія» (м. Харків, 2011 р.); міжнародній виставці «Продукти харчування», «Фестиваль напоїв», «Ресторанний бізнес», «Технології та обладнання» (м. Харків, 2012 р.); виставці наукових розробок в рамках науково-практичного форуму «Наука і бізнес – основа розвитку економіки» (м. Дніпропетровськ, 2012 р.); спеціалізованій виставці з міжнародною участю «Освіта Слобожанщини та кіберпростір – 2013» (м. Харків, 2013 р.); виставці в рамках пілотного проекту «Ніч науки» (м. Харків, 2013 р.); виставці наукових розробок з нагоди відзначення 95-річчя Національної академії наук України (м. Харків, 2013 р.); виставках наукових розробок ХДУХТ в рамках освітянського виставкового заходу Лівобережної України – дванадцятій та тринадцятій спеціалізованих міжнародних виставках «Освіта Слобожанщини та навчання за кордоном – 2018» (м. Харків, 2018 р.).

Публікації. Результати досліджень дисертаційної роботи опубліковано у 68 наукових публікаціях, у тому числі: 1 монографії, 1 розділі у колективній монографії; 26 статтях, серед яких 18 – у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України (з них 5 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних, у тому числі 1 – Scopus), 5 статтях у наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію (з них 1 – у виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази даних Scopus); 2 патентах України на винахід; 6 патентах України на корисну модель; 31 тезах доповідей та матеріалах конференцій; 1 енциклопедії.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційну роботу викладено у двох томах. Перший том складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків,

списку використаних джерел, що включає 403 найменування, у тому числі 92 іноземних. Загальний обсяг дисертації викладено на 708 сторінках (з них основний зміст друкованого тексту – 292 сторінки, він містить 94 таблиці, 108 рисунків). Другий том містить 12 додатків на 308 сторінках.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

1.1. Аналіз харчової цінності білково-вуглеводної молочної сировини

Молочна продукція в Україні залишається однією з найважливіших складових «споживчого кошика» населення.

Проблемою ринку молочної продукції в Україні є зниження кількості поголів'я корів в Україні, що призводить до зменшення обсягів сировини для виробництва готової молочної продукції. Зниження поголів'я корів викликано, в першу чергу, скороченням кількості приватних фермерських господарств, що в свою чергу, викликано активною урбанізацією населення [1-4].

В 2019 році в українській молочній галузі спостерігається спад. Так, загальна чисельність поголів'я скоротилася до 1,91 млн. Активно скорочується дійне поголів'я серед молочнотоварних ферм, яке за вісім місяців скоротилося на 22,9 тис. голів. Через це переробні підприємства недоотримали близько 170 тис. т. молока, що, в свою чергу, призводить до зменшення обсягу сировини для виробництва готової молочної продукції [1, 5-8].

Одним з напрямків вирішення проблеми розвитку потенціалу ринку молочної промисловості є підвищення ресурсо- та енергоефективності, що передбачає впровадження системи комплексної переробки та забезпечення глибинної переробки молочної сировини [9].

Промислова переробка молока традиційними способами у вершкове масло, сир, кислий сир та казеїн неминуче пов'язана із отриманням побічних продуктів – знежиреного молока, сколотин та сироватки, що є білково-вуглеводною молочною сировиною.

Дослідженню хімічного складу та харчової цінності білково-вуглеводної молочної сировини присвячені наукові праці вітчизняних та закордонних вчених: В. Беліцер, П.Ф. Д'яченка, М.М. Ліпатова (старшого), А.Ю. Просекова, А.Г. Храмцова [10-15]. В Україні цими питаннями займалися С.С. Гуляєв-Зайцев, Г.В. Дейниченко, В.М. Козлов, А.В. Мінорова, Г.Є. Поліщук, Г.Б. Рудавська, Н.А. Ткаченко, Т.І. Юдіна та ін. [16-23].

У знежирене молоко, сколотини і сироватку переходить від 50 до 75% сухих речовин молока [13, 24-26]. Ступінь переходу основних компонентів молока до БВМС наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Ступінь переходу основних компонентів молока до БВМС

Компоненти молока (100%)	Ступінь переходу, %		
	знежирене молоко	сколотини	сироватка
Молочний жир	1,4	14	5,5
Білок, всього, в т.р.	100	100	24,3
казеїн	100	100	22,5
сироваткові білки	100	100	95
Лактоза	100	100	96
Мінеральні солі	100	100	98
Сухих речовин	70,4	72,8	52

Знежирене молоко і сколотини містять практично весь білковий, вуглеводний і мінеральний комплекс молока і до 15% молочного жиру. У сироватку переходить вуглеводний комплекс, сироваткові білки і мінеральні солі.

Харчова цінність БВМС є високою, особливе значення має її білковий комплекс [14, 15, 27-29]. Хімічний склад БВМС наведено в табл. 1.2.

При сепаруванні незбираного молока з метою отримання молочного жиру одночасно з вершками з направлено регульованою жирністю отримують знежирене молоко, жирність якого відповідно до прийнятих нормативів не повинна перевищувати 0,05%.

Таблиця 1.2

Хімічний склад білково-вуглеводної молочної сировини, %

Найменування сировини	Компоненти				
	сухі речовини	молочний жир	білки	лактоза	мінеральні речовини
Незбиране молоко (контроль)	12,3	3,6	3,2	4,8	0,7
Знежирене молоко	8,8	0,05	3,2	4,8	0,75
Молочна сироватка	6,3	0,2	0,8	4,8	0,5
Сколотини	9,1	0,5	3,2	4,7	0,7

У незбираному молоці на одну частку жиру припадає 2,2...2,4 частки СЗМЗ, а в знежиреному – 90...170. Склад знежиреного молока може суттєво коливатись, в залежності від сезону року вміст окремих компонентів може становити, %: сухих речовин 8,2...9,5; жиру 0,01...0,08; білків 3,0...3,5; лактози 4,5...4,8. У знежиреному молоці практично відсутні білки оболонки жирових кульок, жиророзчинні вітаміни. Дисперсність жирових кульок в знежиреному молоці не перевищує 2 мкм [13, 30-32].

Традиційні технології переробки незбираного молока передбачають перехід до готового продукту лише деякої частини речовин, що містяться у вихідній сировині. При виробництві вершкового масла на стадіях збивання чи сепарування вершків утворюються сколотини, які являють собою рідку частину вершків, що не збивається. У процесі одержання вершкового масла в готовий продукт переходить лише жирова частина молока і незначна кількість інших компонентів (білків, мінеральних солей, молочного цукру, водорозчинних вітамінів, ферментів), а в знежирене молоко і сколотини – 80...90% білків, значна частина мінеральних речовин і водорозчинних вітамінів, а деяка частина їх губиться в процесі переробки. Сколотини багаті на біологічно важливі фосфоліпиди (лецитин та ін.), що мають високі емульгуювальні властивості [14-15]. Усі основні компоненти молока (крім

жиру) містяться у сколотинах у тій же кількості, завдяки чому можуть вживатися без обмежень людьми будь-якого віку.

Склад і властивості сколотин визначаються способом виробництва вершкового масла. У залежності від виду масла, що виробляється, розрізняють наступні види сколотин:

- сколотини, що одержують при виробництві вершкового масла методом збивання вершків на масловиготовлювачах періодичної (I) і безупинної (II) дії;

- сколотини, що одержують при виробництві вершкового масла методом перетворення високожирних вершків (III);

- сколотини, що одержують при виробництві солодковершкового масла, і сколотини, що одержують при виробництві кисловершкового масла.

Аналіз літературних даних [23, 33-35] свідчить, що за умовами використання однорідної сировини для виробництва масла зазначеними способами вміст білка, молочного цукру, загального фосфору, кальцію і золи в отриманих сколотинах практично однаковий, а вміст фосфоліпідів, летучих жирних кислот, поліненасичених жирних кислот різний. При виробництві масла способом збивання в масловиготовлювачах періодичної дії у вершкове масло переходить 24,8% фосфоліпідів, а у сколотини – 75,2% від загальної кількості їх у вершках, способом збивання у апаратах безперервної дії – відповідно 23,3% та 76,7%, а при виробництві масла способом перетворення високожирних білків в масло переходить 58,4%, в сколотини – 41,6% фосфоліпідів. До того ж під час виробництва вершкового масла методом збивання, під дією фізичного визрівання вершків та механічного впливу, відбувається інтенсивне руйнування оболонок жирових кульок, внаслідок чого велика частка ліпопротеїну переходить із поверхні жирової кульки в сколотини. Таким чином, саме сколотини, отримані методом збивання, найбільше доцільно використовувати як сировину для виробництва структурованої десертної продукції у закладах ресторанного господарства.

Під час переробки молока, в залежності від виду основного продукту, отримують сирну, з-під кислого сиру або казеїнову сироватки [13, 15, 20, 32].
Склад і властивості різних видів молочної сироватки наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Склад і властивості молочної сироватки

Показники	Молочна сироватка		
	сирна	з-під кислого сиру	казеїнова
Сухих речовин, %, в том разі:	4,5-7,2	4,2-7,4	4,5-7,5
молочний жир	0,05-0,5	0,05-0,4	0,02-0,1
білок	0,5-1,1	0,5-1,4	0,5-1,5
лактоза	3,9-4,9	3,2-5,1	3,5-5,2
мінеральні солі	0,3-0,8	0,5-0,8	0,3-0,9
Кислотність, °Т	15-25	50-85	50-120
Щільність, кг/м ³	1018-1027	1019-1026	1020-1025

Основними і найбільш цінними компонентами БВМС є білки, ліпіди (молочний жир) і вуглеводи (лактоза). Крім основних компонентів в знежирене молоко, сколотини та сироватку переходять практично всі складові частини сухого залишку молока: мінеральні солі, небілкові азотисті сполуки, вітаміни, ферменти, гормони, імунні тіла, органічні кислоти та вода [14, 28, 36-37].

Білкові азотисті сполуки знежиреного молока і сколотин представлені всіма фракціями казеїну і сироваткових білків і практично ідентичні незбираному молоку.

У сироватці містяться деякі фракції казеїну, що не згортаються ферментами і кислотами (каппа-казеїн та ін.), та всі фракції розчинних сироваткових білків – лактоальбумін, лактоглобулін, евглобулін і псевдоглобулін. Важливо, що амінокислотний набір білків БВМС включає всі незамінні амінокислоти [13, 29].

Небілкові азотисті сполуки представлені вільними амінокислотами, сечовиною, сечовою та гіппуровою кислотами, креатином і пуриновими сполуками, які є продуктами розпаду нуклеїнових кислот. У сироватці спектр

небілкових азотистих сполук більш виражений, ніж у знежиреному молоці і сколотинах, що є результатом гідролізу білків при виробництві сиру і кислого сиру.

Ліпідний комплекс БВМС представлений, як і в молоці, в основному молочним жиром. Специфічним є більш високий ступінь дисперсності жирових кульок в цьому виді сировини в порівнянні із незбираним молоком [36, 38]. У масі розмір жирових кульок в БВМС становить 0,5...1,0 мкм, що сприяє більш легкій засвоюваності жиру і прискорює його ліполіз. Також у БВМС, особливо у сколотинах, містяться всі інші фракції ліпідів молока, в т.ч. фосфатиди (лецитин, кефалин, сфінгомієлін) і стерини (холестерин і ергостерин).

Вуглеводи БВМС представлені лактозою і продуктами її гідролізу - глюкозою, галактозою. Є відомості про присутність пентози (арабіноза) і лактулози [15, 23].

До складу мінеральних речовин БВМС входять органічні та неорганічні сполуки у вигляді солей, у вільному і зв'язаному стані. Мінеральні солі містять макроелементи: катіони калію, натрію, кальцію, магнію і аніони лимонної, фосфорної, молочної, соляної та сірчаної кислот.

Молочна сироватка є видом сировини з природним набором життєво важливих мінеральних сполук. Однак, високий вміст в сирній сироватці хлористого натрію (4,0%) в порівнянні із сироваткою з-під кислого сиру (0,3%) ускладнює її застосування в технологіях харчових продуктів. У зв'язку з цим сирну сироватку, як правило, демінералізують, застосовуючи для цього електродіаліз [51], що, в свою чергу, призводить до подорожчання кінцевого продукту. Це є одним з визначальних факторів використання сироватки з-під кислого сиру у подальших дослідженнях в якості предмета УФ-поділу.

До БВМС переходять також мікроелементи молока: залізо, мідь, марганець, кобальт, йод, кремній, германій та ін. У сироватці мінеральних солей дещо менше, ніж в знежиреному молоці і сколотинах, оскільки частина солей переходить до основного продукту (сиру, кислого сиру).

Органічні кислоти БВМС представлені молочною, лимонною і нуклеїновою кислотами.

Вміст вітамінів в БВМС у порівнянні із незбираним молоком наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Вміст вітамінів у БВМС

Вітаміни	Незбиране молоко	Знежирене молоко	Сколотини	Сироватка
Тіамін (В ₁)	0,45	0,35	0,36	0,37
Рибофлавін (В ₂)	1,50	1,80	2,00	2,00
Піридоксин (В ₆)	0,33	1,50	1,60	1,30
Кобаламін (В ₁₂)	4,00	4,00	4,20	2,60
Аскорбінова кислота (С)	1,50	2,30	2,70	4,70
Ретінол (А)	0,25	0,03	0,08	0,04
Токоферол (Е)	0,85	0,50	0,55	0,29
Біотин (Н)	56,00	0,01	0,01	0,01
Холін	313,00	328,00	466,00	662,00

Наведені дані свідчать про значне зниження вмісту жиророзчинних вітамінів у БВМС порівняно із незбираним молоком. Це необхідно враховувати при переробці БВМС у кулінарну продукцію, збагачуючи її вітамінами А, D, Е. Одночасово вміст піридоксину (В₆), холіну і рибофлавіну (В₂) в молочної сироватці перевищує показники в молоці, що обумовлено життєдіяльністю молочнокислих бактерій.

Фізико-хімічні властивості БВМС представлену в табл. 1.5.

Структурно-механічні характеристики БВМС [13] у порівнянні із незбираним молоком наведено у табл. 1.6.

Таблиця 1.5

Фізико-хімічні властивості БВМС

Показники	Незбиране молоко	Знежирене молоко	Сколотини	Сироватка
Титруєма кислотність, °Т	16-18	16-20	15-50	13-75
Активна кислотність (рН)	6,5-6,7	6,5-5,7	6,6-4,9	6,5-4,5

Таблиця 1.6

Структурно-механічні характеристики БВМС

Показники	Незбиране молоко	Знежирене молоко	Сколотини	Сироватка
Щільність, кг/м ³	1029	1030-1035	1030	1022-1027
В'язкість, Па·с · 10 ⁻³	1,8	1,71-1,75	1,65	1,55-1,65
Поверхневий натяг, Н/м · 10 ⁻³	49	53	40	52

До складу амінокислот молочної сироватки входять амінокислоти білкових речовин і вільні амінокислоти.

Амінокислотний склад казеїну і сироваткових білків різняться. У альбуміні вміст триптофану в 4 рази більше, ніж в казеїні, вміст незамінної амінокислоти (містить сірку) цистину в глобулін – в 7 разів, а в альбуміні – в 19 разів більше, ніж в казеїні. В альбуміні та глобуліні також більше незамінної амінокислоти лізину, що відіграє певну роль в захисних реакціях організму. Такий вміст амінокислот важливий для біологічних процесів, що відбуваються в організмі. Сироватковий білок вважається найбільш цінним білком молока. За своєю біологічною цінністю він перевищує навіть білок курячого яйця, так як для покриття добової потреби людини в незамінних амінокислотах потрібно 28,4 г загального білка коров'ячого молока, 17,4 г ячного і лише 14,5 г сироваткового білка в нативному стані [14, 23, 39].

Кількість таких лімітованих амінокислот, як фенілаланін і тирозин, становить в сироватковому білку 71...75% від їх вмісту в ячному білку.

У молочній сироватці містяться всі незамінні амінокислоти (табл.1.7).

Таблиця 1.7

Загальний вміст амінокислот в молочній сироватці, мг/л

Сироватка	Амінокислоти			
	вільні		в білках	
	всього	в т. р. незамінні	всього	в т. р. незамінні
Сирна	132,7	51,0	6490	3326
З-під кислого сиру	450,0	356,0	5590	2849

Загальний вміст амінокислот у сирній сироватці та з-під кислого сиру приблизно однаковий. Однак в сироватці з-під кислого сиру міститься в 3,5 рази більше амінокислот і в 7 разів більше незамінних вільних амінокислот (в основному за рахунок валіну, фенілаланіну, лейцину, ізолейцину), ніж в сирній. Це пояснюється тим, що при виробництві кислого сиру відбувається більш інтенсивний гідроліз білків, ніж при виробництві сиру. Вміст вільних амінокислот в сирній сироватці в 4 рази більше, ніж у вихідному молоці, а у сироватці з-під кислого сиру – в 10 разів [14, 32, 39]. У зв'язку з цим саме сироватка з-під кислого сиру є ліпшою для наступної переробки у продукцію ресторанного господарства.

Підсумовуючи наведені вище дані, можна зробити висновок, що білково-вуглеводна молочна сировина містить всі нутрієнти, необхідні для життєдіяльності людини, в тому числі повноцінний білок. Це викликає необхідність докладного розгляду шляхів забезпечення цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини у напівфабрикатах для структурованої десертної продукції та готової продукції на їх основі.

1.2. Теоретичні та практичні аспекти цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини

Існує чимало методів підвищення харчової цінності БВМС [40-42]. Методи виділення, концентрування та технологічної обробки білків БВМС

поділяють на методи виділення основного білка – казеїну (кислотний, сичужний, сичужно-кислотний, фільтрацією) і комплексного виділення казеїну та сироваткових білків (термокальцієвий і термокислотний).

Концентрування білків БВМС проводиться або з іншими їх речовинами (методом згушення чи висушування), або без них, методом мембранної техніки. Виділення сироваткових білків залежить від їх фізико-хімічних властивостей.

З метою виділення білкових речовин з молока використовують кислотний, сичужний, термокальцієвий, термокислотний способи коагуляції. Вибір способу коагуляції визначається цільовим призначенням конкретного молочно-білкового концентрату.

У багатьох країнах світу зі склотин виробляють згущені та сухі концентрати. Однак, ці методи концентрування призводять до зменшення вмісту у продуктах вільних амінокислот, денатурації сироваткових білків, виділення фосфату кальцію. Це призводить до суттєвих змін властивостей білків, що знижує розчинність готового продукту. При згущенні і висушуванні частина білків і амінокислот взаємодіє із молочним цукром (має місце реакція меланоїдиноутворення). Це призводить не тільки до погіршення органолептичних показників продукту під час його виробництва і зберігання, а й знижує харчову цінність, оскільки меланоїдини не засвоюються організмом людини, і тому знижується кількість утилізованих організмом повноцінних білків молока.

Кислотна коагуляція є найбільш розповсюдженим способом виділення білків молока. У виробництві молочно-білкових продуктів вона здійснюється в основному за рахунок молочної кислоти, що накопичується у процесі молочнокислого бродіння, чи внесеної зовні. Недоліком цього способу є те, що у процесі кислотної коагуляції сироваткові білки не коагулюють, оскільки не піддаються денатурації. Вони зберігають нативний стан і в стадії синерезису білкового згустку видаляються з нього разом із сироваткою.

Існують різні теорії, що обґрунтовують сичужну коагуляцію [19]. Розрізняють у ній дві стадії: ферментативну та коагуляційну. Одна з теорій – фосфоамідазна, де процес сичужного згортання молока складається з двох стадій: хімічного перетворення казеїну у параказеїн і власне сичужного згортання, тобто утворення структурного згустку. Перша стадія сичужного згортання обумовлена дією сичужного ферменту, а друга – дією іонів кальцію. В основу другої теорії сичужної коагуляції – гідролітичної – покладена протеолітична дія сичужного ферменту. Однак, сироваткові білки під дією сичужного ферменту не коагулюють і під час синерезису крізь ланцюжки казеїнового згустку видаляються із током сироватки.

Виробництво казеїну складається з наступних операцій: отримання й підготовка знежиреного молока, приготування коагулянту, осадження казеїну, обробка зерна, промивка, зневоднення, подрібнення, висушування, пакування та зберігання.

Харчові казеїнати виробляють з кислотного казеїну (сухого або свіжоосадженого) шляхом обробки його розчинами гідроокисів лужних металів або їх солей з наступним висушуванням отриманих розчинів. Казеїнат натрію містить до 90 % білка й характеризується емульгованими, вологозв'язувальними та іншими функціональними властивостями. Комплексне виділення білків молока можна досягти шляхом термокальцієвої і термокислотної коагуляції, тобто одночасно осаджуються і казеїн, і сироваткові білки, завдяки чому покращується амінокислотний склад копреципітату.

Розроблено технологію приготування харчового розчинного висококальцієвого копреципітату. Знежирене молоко нагрівають до 95°C. Для осадження комплексу казеїну і сироваткових білків (копреципітат) використовують 15%-ий розчин хлористого кальцію. Його вводять під час інтенсивного перемішування нагрітого молока. Після появи пластівців білка і відділення прозорої зеленувато-жовтої сироватки перемішування припиняють. Згусток витримують у сироватці для закріплення протягом 3-5

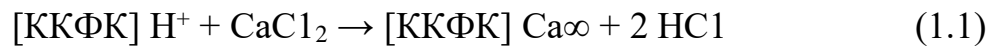
хв., після чого сироватку відокремлюють. Масова частка сухих речовин у розчині повинна бути 15...18%, рН розчину – 6,8...7,0.

Для приготування харчового розчинного низькокальцієвого копреципітату до знежиреного молока додають сіль або гідроксид кальцію (0,02% до маси молока). Суміші витримують протягом 1-2 хв., далі нагрівають до 93°C, потім охолоджують до 47°C і додають коагулянт (хлористоводневу кислоту або кислу сироватку) для виділення комплексу казеїну і сироваткових білків (копреципітат).

Після досягнення рН 4,35...4,45 (40...50°Т) частину сироватки, що відокремилась, видаляють. Частина сироватки з осадом копреципітату нагрівається до 50°C. Нагрівання здійснюють для підвищення міцності пластівців виділеного копреципітату. Диспергують копреципітат у воді, додаючи гідроксид натрію. Суміш витримують протягом 25-30 хв. Масова частка сухих речовин у розчині копреципітату складає 15...18 %, рН – 6,6...7,0. Перед подачею на висушування розчин копреципітату нагрівають до 70...75°C для зниження в'язкості. Температура розчинення копреципітату сягає 50...60°C; процес розчинення потрібно вести при безперервному перемішуванні суміші.

Широкого відомий термокислотний спосіб коагуляції білків молока при значеннях рН, близьких до ізоелектричної точки, а також метод термокальцієвої коагуляції, розроблений і теоретично обґрунтований проф. Д'яченком П.Ф. [19, 43-45]. Ці методи забезпечують комплексне виділення всіх білкових речовин молока, при цьому білки знаходяться у коагульованому стані. Згодом одержаний за кордоном на цьому принципі продукт назвали копреципітатом. У нашій країні і за кордоном проведено значну кількість досліджень з розробки технології отримання молочного білка у вологому і сухому вигляді, гель-формі, гранулах, що використовують як збагачувачі харчових продуктів і компонентів повноцінних кормових сумішей.

Сутність технології полягає у введенні в нагріте до $96 \pm 1^\circ \text{C}$ знежирене молоко з кислотністю, яка не перевищує 21°T хлориду кальцію (CaCl_2) у чітко зазначеній кількості. При цьому в результаті катіонного обміну знижується агрегативна стійкість казеїнаткальційфосфатного комплексу (ККФК).



ККФК молока збагачується кальцієм. За рахунок утворення соляної кислоти відбувається підкислення молока зі зниженням рН з 6,5 до 5,0. Електронно-мікроскопічні дослідження чітко фіксують процес агрегування міцел казеїну в результаті втрати термостійкості. Утворюються пухкі агрегати, які, збільшуючись, утворюють пластівці з денатурованими сироватковими білками – відбувається виділення сироваткового білка (термокальцієва коагуляція). Встановлена оптимальна доза CaCl_2 – 1,5 г / л, що забезпечує коагуляцію 97 % білків молока. Відбувається збагачення молочного білка кальцієм і фосфором, кількість яких можна регулювати.

Склад продуктів, що одержують, наведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Склад молочно-білкових концентратів

Показники	Сухий молочний білок	Копреципітати		
		високо-	середньо-	низько-
		кальцієві		
Волога, %, не більше	6,0	6,0	6,0	6,0
Білок, %	71,0	72,0	76,0	80,0
Лактоза, %	11,0	4,0	3,0	2,0
Жир, %, не більше	2,0	2,5	2,5	2,5
Зола, %, не більше	8,5	14,0	8,0	4,0
у т. ч. кальцій	3,0	3,0	2,0	1,0
Розчинність, мл вологого осаду, не більше	не розчинний	1,5	1,5	1,0

Особливий інтерес представляють розчинні форми молочного білка, технологія яких розроблена Н. К. Растросою (МГУПБ) [46, 47].

Процес, аналогічний термокислотній коагуляції, відбувається при введенні в нагріте вище 95°C знежирене молоко кислот (термокислотна коагуляція), наприклад, соляної. Цей напрямок розроблено за кордоном, зокрема в Америці Є.С. Скоттом.

Розроблено значну кількість способів і практичних прийомів отримання казеїну, що відповідає вимогам споживачів і стандарту Міжнародної молочної федерації.

Найбільший інтерес викликає технологія й апаратурно-процесові оформлення виробництва казеїну в потоці безперервним способом з використанням коагулянту соляної кислоти або кислої сироватки. На практиці широко використовується сичужна коагуляція і самоквашування.

Сьогодні на підприємствах молочної промисловості виробляють казеїн технічний і харчовий, який поділяють на види (за типом коагуляції) та сорти (залежно від рівня організації процесу).

У табл. 1.9 наведені вимоги до якості харчового кислотного казеїну.

У ІОНЕС і ВНІКІ теоретично обґрунтована й розроблена технологія поділу знежиреного молока полісахаридами з одержанням концентрату нативного казеїну (КНК), середній вміст якого складається з сухих речовин $19,2 \pm 1,0$, у т. ч. білка $13,5 \pm 1,0$; вуглеводів $3,6 \pm 0,1$; золи $1,8 + 0,1$; жиру $0,25 \pm 0,05$ %; кальцію, мг % – 400110; фосфору, мг % – 250 ± 10 . Кислотність: активна (рН), од. $6,3 \pm 0,2$; титрована^o Т – 50 ± 2 . Щільність, кг / м³ – 1060 ± 15 [48].

Склад і функціональні властивості КНК дозволяють використовувати вводити його до традиційних і нових видів молочних продуктів, використовувати для збагачення харчових продуктів (технологія Біо-Тон).

Одержана у процесі поділу безказеїнова фаза містить пектин (0,7%), характеризується покращеними, порівняно з молочною сироваткою, функціональними властивостями: здатність до піноутворювання (%) – 218 і

176, стійкість піни (год.) – 46, 5 і 6,4. На основі без казеїнової фази шляхом технологічної обробки одержують концентрат структурований харчовий для збагачення продуктів функціонального харчування.

Таблиця 1.9

Вимоги до якості казеїну

Показники	Норми	
	вищий сорт	перший сорт
Масова частка білка, %	82,0	82,0
Масова частка вологи, %, не більше	12,0	12,0
Масова частка жиру, %, не більше	1,5	2,0
Масова частка золи, %, не більше	2,5	3,0
Солі олова, мг/кг	100	100
Солі міді, мг/кг	3,0	8,0
Солі свинцю	Не допускаються	
Кислотність, °Т, не більше	40	60
Розчинність, мл сирого осаду	0,1	0,2

Казеїнати. Із використанням здатності молекули казеїну заміщати кислотну групу (-COOH) з утворенням солей – казеїнатів, було розроблено і реалізовано у промислових масштабах технологію виготовлення нових молочних продуктів, які широко використовуються в харчових галузях АПК (збагачення молочних, м'ясних і харчових продуктів, дитяче й дієтичне харчування). Теоретично процес заміщення можна представити таким чином:



Застосовуючи різні луки (NaOH, Na₂CO₃, KOH), солі та їх суміші, можна отримати відповідні казеїнати натрію, калію, амонію, які відрізняються складом і функціональними властивостями.

Сьогодні виробляють наступні види казеїнатів:

– казеїнат натрію, що одержують шляхом розчинення харчового кислотного казеїну в розчині гідроксиду натрію з подальшим розпилюючим сушінням розчину;

– звичайний і спеціальний казецити, що одержують із свіжоосажденного молочнокислотного казеїну шляхом його розчинення в суміші солей (гідрокарбонатів натрію і цитратів калію, натрію, магнію).

Склад і властивості казеїнатів характеризуються такими даними (табл. 1.10):

Таблиця 1.10

Склад і властивості казеїнатів

Показники	Норми
Масова частка вологи, %, не більше	8
Масова частка білка, %	78-86
Масова частка лактози, %	2,0-0,8
Масова частка жиру, %, не більше	2,0
Зольність, %, не більше	10,5
Активна кислотність (рН)	6,3-7,0
Розчинність, мл сирого осаду, не більше	0,4
Мікробіологічні показники (в 1 г):	
казеїнат натрію, клітин, не більше	500000
казецит, клітин, не більше	25000

З метою інтенсифікації процесу виробництва казеїнатів використовують біотехнологічні прийоми, у т.ч. ферментативний каталіз протеазами, наприклад, протосубтилін Г20Х активністю 70 од./г і дозою 0,1% від маси вихідного казеїну. При цьому дещо змінюється схема розчинення казеїну. При виробництві ферментативного казеїнату натрію масова частка сухих речовин перед сушінням сягає 24...25%, що дозволяє збільшити продуктивність сушарки на 12...15%. Скорочується витрата пари, немає перегріву поверхонь теплообміну, що полегшує мийку обладнання.

Перспективним є збагачення казеїнатів сироватковими білками молока.

Великим досягненням біотехнології (ІНБІ РАН, МДУПБ) є розробка науково-технічних основ технології біологічно активної речовини – ангіогеніну з молочної сировини (академік Рогов І.А., проф. Шалигіна А.М., д-р біол. наук Комолова Г.С., д-р техн. наук. Тихомирова А.С. та ін.) [49].

Ангіогенін – специфічна рибонуклеаза, яка є активним чинником зростання кровоносних судин і основою створення лікарських препаратів для лікування ран різного генезису. Одним із джерел ангіогеніну є молочна сировина, зокрема молочна сироватка. За даними, його вміст у різних видах молочної сировини складає (мг/г): молоко незбиране – 2,3...2,9; молоко знежирене – 1,7...5,0; сироватка молочна – 0,5...1,2; сколотини – 0,09...0,9; ультрафільтрат – 0,18...0,8 [50].

Технологія вилучення ангіогеніну з молочної сировини у вигляді біологічно активної добавки «Мілканг» передбачає наступні операції: приймання й оцінку якості сировини; підготовку сировини – хроматографічне очищення, діаліз, мікрофільтрацію, стабілізацію системи сублімації сушінням. Фізико-хімічні показники БАД після діалізу: сухі речовини, % – $4,0 \pm 0,002$; рН, од. – $6,9 \pm 0,02$; в'язкість, Пас- 10^3 – $1,03 \pm 0,005$. Амінокислотний скор БАД має дефіцит щодо валіну і ізолейцину [51].

Текстурований молочний білок. Використовуючи відомі методи текстурування – прядіння, екструзію, кріоконцентрування та ін., – можна отримати на основі білків молока текстурати необхідної макро- і мікроструктури з бажаними функціональними властивостями. В окремих зарубіжних країнах, наприклад, у Польщі, на цій основі проведені розробки спеціальних технологій, створено обладнання, є практичний досвід промислового впровадження.

ВНДІМСом [52] розроблено технологію отримання концентратів на основі БВМС. Їх виготовляють на основі згущення і сушіння підсирної сироватки з використанням наповнювачів. Наповнювачами є знежирене молоко або сколотини, пшеничне або соєве борошно. Концентрати

призначені для використання у виробництві харчових продуктів і замінювачів незбираного молока.

Відомий процес фракціонування компонентів молочної сировини полісахаридами з утворенням молочно-білкових концентратів з певним складом і функціональними властивостями. Він передбачає змішування молочної сировини із розчином полісахариду й отримання в результаті поділу суміші на дві фази – концентрат натурального казеїну і безказеїнову фазу [53]. Недоліком цього процесу є його тривалість та висока вартість вихідної сировини.

Заслуговує на увагу безвідхідна технологія одержання білково-ліпідного концентрату зі сколотин із застосуванням пектину, що розроблена співробітниками ВНДКІМ (м. Ставрополь) [54]. Широке впровадження цього методу переробки сколотин стримується дефіцитом коштовного компонента – пектину.

Останнім часом спостерігається значне просування у галузі різних методів фракціонування та розділення – таких порівняно нових технологій, як хроматографічне фракціонування сироваткових білків, макропептидів знежиреного молока та ферментованої лактози, нових варіантів використання мембранної обробки молочної сировини, використання ультрависокого тиску для структурування молочних продуктів, а також конструктивної модифікації з метою поліпшення якості продукції та її споживчих властивостей [55].

Особливо актуальним є використання в харчовій промисловості мембранних технологій, оскільки вони дозволяють здійснювати концентрування і очищення харчових біологічних рідин без впливу температури, зберігати нативні властивості харчових нутрієнтів, здійснювати низькотемпературну стерилізацію розчинів, проводити очистку питної води тощо [56-60].

Сучасні мембранні процеси відрізняються високою селективністю, низькими енерговитратами, простотою апаратурного оформлення, служать

основою створення безвідходних технологій, не мають негативного впливу на екологію, оскільки є безреагентними [61].

Істотний внесок у розвиток і впровадження мембранних технологій в харчові галузі промисловості внесли вітчизняні та зарубіжні вчені М.А Гришин, В.Н Гуцалюк, В.П Дуб'яга, Г.В Дейниченко, Ю.І Дитнерській, Н.Н Ліпатов, В.Г. Мирончук, Е.А Фітісов, А.П Чагаровський, В.А Шапошников, S.Hwang, К. Kammermeyer [62-66]. Завдяки їх працям мембранні процеси впроваджені в практичну діяльність підприємств молочної, пивоварня, виноробної та інших галузей харчової промисловості.

Основними класифікаційними ознаками баромембранного процесів є середній розмір пор мембрани і величина робочого тиску процесу [67].

Мікрофільтрація займає проміжне положення між ультрафільтрацією і фільтруванням. Мікрофільтрацію застосовують для відділення розчинника від колоїдних частинок, зважених речовин, бактерій, розмір яких складає 0,1...10 мкм. Робочий тиск процесу за різними джерелами складає від 0,03...0,1 МПа [68] до 0,01...0,2 МПа [69].

Частина розчину, що пройшла через мембрану разом з розчиненими речовинами (незалежно від виду баромембранного процесу), отримала назву фільтрат або пермеат. Суміш, що розділяється, яка залишилася перед мембраною по завершенні процесу поділу, відповідно називається концентрат або ретентат (ретант) [65-66, 70].

Для проведення процесів мікрофільтрації використовують полімерні і керамічні мембрани з розміром пор 0,05...10 мкм і товщиною 10...150 мкм [66, 71]. При цьому мембрани можуть бути як асиметричними, так і ізопористими.

Основною проблемою мікрофільтрації як в лабораторних, так і в промислових умовах, є концентраційна поляризація, зменшення об'ємного потоку пермеата внаслідок закупорювання пор мембрани, її забруднення і утворення на поверхні мембрани поляризаційного осаду високомолекулярних сполук. Це призводить до значного зменшення потоку пермеата. В

значній мірі це негативне явище може бути компенсовано ретельним контролем за проведенням процесу мікрофільтрації, періодичним проведенням регенерації мембрани.

Ультрафільтрація – процес мембранного поділу розчинів високомолекулярних і низькомолекулярних сполук (розмір часток 0,001...0,02 мкм; величина робочого тиску – 0,1...1,0 МПа), а також їх фракціонування і концентрування. Процес УФ використовується в тому випадку, коли молекулярна маса розчинених компонентів набагато більше молекулярної маси розчинника [7, 21].

Для проведення процесу ультрафільтрації, як правило, використовують полімерні асиметричні композиційні мембрани, сформовані методом інверсії фаз. Мінімальний розмір пор УФ-мембран становить, за різними джерелами, 0,001 мкм [67], 0,003 мкм [66] або 0,01 мкм [70]. Максимальний розмір пор при ультрафільтрації становить 0,1...0,2 мкм [66-67, 70].

Товщина ультрафільтраційних полімерних мембран не перевищує 70...150 мкм (керамічних – до 1...3 мм), а товщина селективного шару, який забезпечує гідродинамічний опір потоку, становить не більше 1 мкм [66, 71].

Як показують дослідження [72-74], гідродинамічні умови УФ грають дуже важливу роль, оскільки основним чинником, що стримує ефективність ультрафільтрації, є підвищена чутливість до концентраційної поляризації. Одним з методів зменшення впливу концентраційної поляризації на процес УФ є турбулізація тангенціального потоку над мембраною, швидкість якого значно більше швидкості трансмембранного потоку [75].

В даний час ультрафільтрація широко використовується в харчових галузях промисловості при виробництві молока і молочних продуктів, овочевих і фруктових соків, алкогольних напоїв, для поділу масляних емульсій, концентрування дисперсних систем. УФ також використовують для відділення колоїдів, мікроорганізмів (так звана холодна стерилізація) і макромолекул від розчинника або розчину низькомолекулярних речовин [65-66, 68].

Зворотній осмос – рідинно-фазовий баромембранний процес, в якому під дією прикладеного до мембрани робочого тиску відбувається селективне перенесення розчинника проти градієнта його осмотичного тиску [76]. Сутність зворотньоосмотичного процесу полягає в фільтруванні розчинів під тиском через напівпроникні мембрани, які пропускають розчинник (воду) і повністю або частково затримують молекули або іони розчинених речовин. В основі цього процесу лежить явище осмосу – вільного переходу розчинника через напівпроникну мембрану в розчин до досягнення стану рівноваги. Тиск, при якому встановлюється рівновага, називають осмотичним тиском. Якщо з боку розчину прикласти тиск, що перевищує осмотичний, то розчинник почне переходити з розчину в зворотньому напрямку, тобто буде відбуватися зворотній осмос.

Основною відмінністю зворотнього осмосу від інших баромембранних процесів є дуже маленький розмір пор і, відповідно, високий робочий тиск. Діаметр пор мембран для його проведення становить від 0,0001 мкм [67] до 0,01 мкм [70]. Таким чином, для зворотнього осмосу використовуються дуже щільні мембрани, які обумовлюють значно більший гідродинамічний тиск в порівнянні з іншими типами мембран. Внаслідок значного гідродинамічного опору таких мембран для проникнення крізь них необхідно прикладати підвищений тиск.

Таким чином, вибір матеріалу мембрани (її селективного шару) для зворотнього осмосу надзвичайно важливий, оскільки властивості цього матеріалу визначають (на відміну від інших баромембранних процесів) функціональні властивості мембрани. На наш погляд, це є стримуючим фактором широкого застосування зворотнього осмосу.

В даний час зворотній осмос використовується в основному для баромембранного поділу істинних розчинів. Основним напрямком його використання є знесолення морської води з метою отримання води питної, а також високоочищеної води для різних галузей промисловості [77-80].

Нещодавно перелік баромембранних процесів був поповнений проміжним між ультрафільтрацією і зворотнім осмосом процесом, який отримав назву нанофільтрація. Розмір утримуваних часток при нанофільтрації складає близько 1...2 нм, величина робочого тиску – 0,8...3,0 МПа [62, 66].

Основною відмінністю нанофільтраційних мембран є відносно невисокий гідравлічний опір, а також, що дуже важливо – різна затримуюча здатність щодо одно- і багатозарядних іонів, що дає можливість проводити селективне розділення багатоконпонентних розчинів, які містять заряджені частинки.

Особливо перспективним є використання нанофільтрації разом з УФ для демінералізації рідких харчових продуктів (сирної сироватки, сколотин, білкових бульйонів тощо). В Україні такі дослідження знаходяться в зародковому стані. Найбільш відомі роботи колективу вчених НУХТ з використання нанофільтрації при комплексній переробці молочної сироватки [81-83].

Дані наведені вище дозволяють зробити висновок, що з усіх баромембранних процесів під час переробки БВМС найбільш доцільно використовувати ультрафільтрацію. Такий висновок є обґрунтованим, оскільки розміри молекул основних харчових нутрієнтів молочної сировини зіставлені з розмірами пор УФ-мембран. При ультрафільтрації мембрани будуть затримувати в ретентаті високомолекулярні речовини БВМС – казеїнаткальційфосфатний комплекс, сироваткові білки, молочний жир, а низькомолекулярні сполуки – лактоза і мінеральні речовини – будуть проходити через пори мембрани в пермеат. Таке прогнозування дозволить цілеспрямовано використовувати отримані продукти УФ-поділу в технологіях структурованої десертної продукції.

Не дивлячись на чималий спектр баромембранних процесів широкої промислової реалізації мембранна техніка та технологія на підприємствах харчових галузей промисловості України в даний час не знайшли. Серед факторів, що стримують впровадження мембранних методів, зокрема,

ультрафільтрації в харчовій промисловості слід відзначити недостатній розвиток теоретичних положень про процеси, що протікають при ультрафільтрації харчової сировини, відсутність об'єктивних експериментальних даних про характеристики, властивості і умови експлуатації сучасних УФ-мембран, недосконалість існуючих вітчизняних промислових УФ-установок.

Тому вивчення питання, пов'язаного з удосконаленням процесу ультрафільтрації білково-вуглеводного молочної сировини і його апаратурного оформлення, є актуальним і становить науковий і практичний інтерес.

1.3. Функціонально-технологічні властивості БВМС

При розробці технологій отримання концентратів БВМС та структурованої десертної продукції на їх основі істотну роль мають функціонально-технологічні властивості вихідної сировини, вплив на неї фізичних і хімічних факторів. Це зумовлює необхідність аналізу робіт, присвячених цьому питанню.

Відомо, що багато в чому і функціональні властивості білково-вуглеводної молочної сировини обумовлені рівнем вмісту і станом у ній білка, і можуть бути певною мірою скореговані хімічним впливом та модифікацією, режимами технологічного процесу (значення рН, температурою тощо), фізичною дією (перемішування, тиск, піноутворення, емульгування) [18-19, 66].

Розглянемо деякі властивості БВМС, що впливають на технологічні параметри процесу виробництва з них молочно-білкових концентратів.

Особливу увагу, на наш погляд, необхідно приділити питанню вивчення коагуляційної здатності білків сколотин, властивості, що лежить в основі розробки технологічного процесу виробництва копреципітатів.

Встановлено, що сичугове згортання і гелеутворення білків у сколотинах без внесення хлористого кальцію не завершуються. При додаванні 40 г хлористого кальцію на 100 л сколотин сичугове згортання

завершується, але тривалість його вища в порівнянні з аналогічним процесом, що протікає в молоці в 3 і 5 разів для сколотин, відповідно отриманих при виробленні масла способом збивання і перетворення високожирних вершків. Зі збільшенням дози хлористого кальцію до 80 г на 100 л і підвищенням температури згортання до 40°C тривалість сичугового згортання сколотин наближається до аналогічного показника для знежиреного молока. Згусток сколотин ніжний, що слабо зволожується під час витримки. У порівнянні із знежиреним молоком у сколотинах обсяг сироватки, що виділилася, при 35°C в 5...6 разів, а при 42°C в 3...4 рази менше, ніж у знежиреному молоці. Збільшення температури підігріву сичугового згустку до 50°C дозволяє забезпечити ступінь звільнення згустку зі сколотин, порівнянний з аналогічним показником для знежиреного молока при 40°C (80...90%). Інтенсивність виділення сироватки згустком сколотин при осадженні білків молочною кислотою приблизно на 20% нижча, ніж згустком знежиреного молока. Кислотний згусток сколотин при високих температурах «відварювання» (70...85°C) дає білковий продукт із м'якою зв'язною консистенцією, у той час як згусток із знежиреного молока в аналогічних умовах дає білковий продукт із грубою резинистою консистенцією [84]. Оскільки білки сколотин пройшли стадію високотемпературної обробки і частково денатуровані, то при коагуляції вони утворюють ніжний згусток, що легко розбивається. Крім того, дрібнодисперсні сироваткові білки мають високу вологоутримуючу здатність.

Установлено [85], що білки оболонок жирових кульок, звільнені при збиванні вершків, також обумовлюють відносно низьку міцність згустку зі сколотин, знижуючи агрегативну здатність білкових часток. Тому технологічні процеси одержання та обробки сирного зерна зі сколотин вимагають відповідного коректування з урахуванням специфіки сировини.

Питанням вивчення коагуляційної здатності сколотин присвячені роботи Н.Б. Арсен'євої, Ф.А. Вишемирського, Г.Н. Крусь, Г.С. Пояркової, В.М. Силіна, Л.А. Остроумова тощо. [18, 86-91].

Після узагальнення відомих даних про склад і властивості сколотин, а також з використання їх для отримання харчових продуктів авторами досліджена коагуляційна здатність сколотин, одержуваних з тієї самої сировини методом періодичного збивання вершків (тип А) і методом перетворення високожирних вершків (тип В). У якості коагулянту використовували оптимальні дози 15%-ного розчину CaCl_2 і 1,3 н. розчину молочної кислоти. Використання сичугового ферменту як коагулюючого агента не дало позитивних результатів – утворення згустку та відділення сироватки не відбувалося. У літературі є відомості про те, що білки оболонки жирових кульок не піддаються дії сичугового ферменту і цим частково обумовлюється, мабуть, відносно низька міцність згустку, отриманого зі сколотин [92]. Результати порівняльного вивчення коагуляційної здатності сколотин обох типів шляхом термокислотної й термокальцієвої коагуляції приведені в табл. 1.11.

Критерієм оцінки служили такі показники, як повнота коагуляції білка і якість білкового продукту (консистенція й вологість).

Дані досліджень показали, що повнота коагуляції білка істотно не залежить від типу сколотин, всі експериментальні точки лежать в межах 89 ± 3 %, а довірчий інтервал для термокислотної коагуляції $\Delta x < \pm 7,0$ (табл. 1.11). Те ж саме можна сказати про ступінь використання білка. Істотна різниця спостерігалася у якості білка й вмісті води в ньому як по сезонах року, так і для різних видів сколотин. У весняний період при температурі коагуляції 70°C білковий згусток із сколотин А був більш вологим, м'яким. При температурі коагуляції 90°C різниця в показниках була виражена менш різко. Це можна пояснити тим, що при температурі 90°C сколотини уже вразі перетерплюють високотемпературну обробку і, крім того, при термокислотній коагуляції основну роль грає рН осадження (при температурі 90°C рН коагуляції були практично рівні).

Таблиця 1.11

Порівняльні дослідження коагуляційної здатності склотин

Типи склотин	Температура коагуляції, °C	Вид коагуляції	Ступінь використання білка	Повнота коагуляції	Утрати білка у вигляді пилу	Ступінь використання сухих речовин	Вміст кальцію в білковому комплексі	Вміст вологи в білковому комплексі	Консистенція
			%						
А	70	Термокальцієва	75,1	79,3	4,2	43,0	2,28	76,4	Дуже волога
		Термокислотна	86,8	89,9	3,1	45,5	0,85	72,3	Задовільна
		Змішана	87,1	90,4	3,3	45,2	0,96	71,5	Гарна
В	70	Термокальцієва	62,9	68,7	5,8	35,3	2,48	77,3	Дуже волога, мастка
		Термокислотна	85,6	88,8	3,2	39,9	0,93	69,4	Сухувата
		Змішана	86,5	89,5	3,0	41,0	1,03	67,7	Гарна
А	90	Термокальцієва	89,3	91,1	1,8	50,6	2,39	69,5	Задовільна
		Термокислотна	87,1	90,0	2,9	45,4	0,98	67,8	Сухувата
В	90	Термокальцієва	88,5	90,0	1,5	46,3	2,71	69,0	Суха, грубувата
		Термокислотна	85,8	88,8	3,0	40,5	1,12	64,7	Груба

Усі розглянуті режими коагуляції (за винятком осадження розчином хлористого кальцію при 70°C) можуть бути рекомендовані промисловості в залежності від практичних можливостей підприємства і від призначення білкового згустку [93].

Практичну доцільність для підприємств, що виробляють масло методом перетворення високожирних вершків, має кислотна коагуляція при 70°C, тому що в цьому випадку гарячі сколотини із сепаратора можна безпосередньо направляти у ванну для коагуляції. Для підприємств, що виробляють масло методом збивання, можна рекомендувати термокислотний чи змішаний способи коагуляції. На підставі перерахованих видів осадження розроблена технологія виробництва сиру з низькою кислотністю зі сколотин [94].

Збільшення ступеня використання білків при підвищенні температури коагуляції до 90°C відбувається в основному за рахунок сироваткових білків, у тому числі протеозо-пептонної фракції, що є термостабільною. Розходження у якості білкових згустків (копреципітатів) зі сколотин типу А і В, видимо, пояснюється неоднаковим вмістом фосфатидів і сироваткових білків, що, як відомо, мають високу здатність до утримання вологи.

Слід зазначити, що повнота коагуляції білка незначно залежить від типу сколотин, виду коагуляції (за винятком осадження CaCl_2 при 70°C) і сезону року; для виробництва білкових продуктів гарної консистенції з урахуванням сезонних особливостей складу сколотин рекомендуються застосовувати термокислотну коагуляцію сколотин, одержуваних методом збивання вершків, при температурі 90°C і більше.

Розчинність – важлива властивість білків, що у великому ступені обумовлює їх здатність до піноутворення і емульгування.

У результаті досліджень [95] встановлено, що казеїн має гарні гідрофільні властивості і за рахунок наявності полярних груп і пептидних угруповань головних ланцюгів він зв'язує значну кількість води – більш 2 г на 1 г білка.

Гідрофільність сироваткових білкових концентратів уможлиблює їхнє використання у якості желуючої речовини, а також у м'ясних виробках [96].

Здатність до піноутворення молочних білків БВМС обумовлює їхнє застосування при приготуванні продукції з пінною структурою: кондитерських виробів, солодких страв, морозива й ін. [13, 15, 97-104].

Піноутворюючі властивості, як і інші властивості білкових концентратів із БВМС, залежать від багатьох факторів. Серед них слід насамперед назвати ступінь термічної денатурації, залишковий вміст ліпідів і фосфоліпідів, вміст кальцію, величину рН і ступінь ферментативного гідролізу білків.

Фосфоліпіди, що входять до складу склотин, дозволяють використовувати їх в якості емульгатору при виробництві збитих продуктів, оскільки ці компоненти по своїй природі є поверхнево-активними речовинами і мають здатність знижувати поверхневий натяг, сприяючи утворенню стійких дисперсій повітря і жиру у воді [105].

Особливої уваги заслуговує аналіз піноутворюючої здатності БВМС як однієї з властивостей, що забезпечує цільове використання БВМС у напівфабрикатах для структурованої десертної продукції.

Ребіндер П.О. визначив піни як в'язкоплівчасті дисперсні системи, що складаються із кульок газоподібного середовища, які наповнюють рідинну фазу, розділених тонкими плівками рідини [106].

Структура пін визначається співвідношенням об'ємів газової та рідкої фаз і, залежно від цього співвідношення, осередки піни можуть мати сферичну або багатогранну (поліедричну) форму [107]. Осередки піни приймають сферичну форму в тому випадку, коли об'єм газової фази перевищує об'єм рідини не більше ніж в 10...20 разів. У таких пінах плівки бульбашок мають досить велику товщину.

Піноутворення є результатом механічної дії на молочні системи. При цьому відбувається змішування дисперсійного середовища з повітрям, внаслідок чого виникає система «газ-рідина». БВМС має невисоку піноутворюючу здатність, при цьому висота піни та її стійкість залежать від

наступних факторів: масової частки білка та жиру, розміру жирових кульок, агрегатного стану жиру, температури тощо).

Склад свіжеутвореної піни БВМС визначається швидкістю коалесценції повітряних кульок. Швидкість цього процесу тим більша, чим нижча стабілізуюча здатність піноутворювача [108].

В наукових джерелах є дані про використання нетрадиційних піноутворювачів, в тому числі з молока та БВМС, що дає змогу отримувати полідисперсні системи з дрібнозернистою та стійкою піною [109, 110].

Молочні білки за своєю природою є ефективними піноутворювачами і завдяки поверхневої активності та здатності до додаткової гідратації мають як позитивний, так і негативний вплив на піноутворюючу здатність.

Висока піноутворююча здатність молочних продуктів обумовлена наявністю в них сироваткового альбуміну – водорозчинного білка, а також деяких інших білкових компонентів [111]. Молочні продукти – це полідисперсні системи, які містять у собі різноманітні хімічні сполуки. Вода, що є елементом плазми, утворює дисперсне середовище для піни, тобто відіграє роль важливого елемента для утворення каналів Плато-Гібса. Диполі води є постачальниками іонів, які формують гідратні шари з поверхневою активністю на деяких хімічних сполуках молока, здебільшого на білках. Стан білкової фази молока можна легко змінювати внесенням додаткової кількості іонів електролітів і таким чином регулювати його піноутворюючу здатність. В ізоелектричній точці молочних білків при рН 4,6 спостерігається максимальний рівень піноутворюючої здатності завдяки нейтралізації вільних карбоксильних груп білка. Його нативна структура руйнується, під час збивання він виявляє свої максимальні піноутворюючі властивості.

Результати досліджень авторів [12] показали, що піна не є концентратом білків молока. За вмісту білка в молоці в кількості 3...4% в піні було виявлено таку ж саму кількість білків. За зменшення піноутворюючої здатності знижувався рівень міграції білка в піну.

Аналіз літератури показує, що в технологіях збитої продукції широко використовуються «функціональні білки» натрієві та калієві казеїнати, що мають високу в'язкість, відмінну гелеутворюючу, піноутворюючу та емульгуючу здатності. Сироваткові концентрати є речовинами з високими піноутворюючими властивостями, але піноутворююча здатність їх нижча, ніж казеїнату натрію та білків яєць [112].

Автори [113] відмічають, що β -лактоглобулін є основним глобулярним білком сироватки та має високі емульгуючі та желуючі властивості, характеризується як універсальний інгредієнт для приготування продуктів харчування. α -лактальбумін, крім високої розчинності в широкому діапазоні рН, має відмінні піноутворюючі, емульгуючі властивості та здатність зв'язувати іони кальцію і гідрофобні сполуки, такі як жиророзчинні вітаміни (вітамін D₃), ретинол та жирні кислоти [114].

Одним з критеріїв, що впливає на якість піноподібних продуктів є дисперсний та агрегатний стан молочного жиру. Молочний жир БВМС знаходиться в дрібнодисперсному стані, що робить його біологічно та функціонально активним.

Відомо, що на стабілізацію молочних пінних плівок чималий вплив має жирова фаза. Результати досліджень [12, 115] доводять, що жирова фаза БВМС виступає в ролі ПАР та, сорбуючись на межі розподілу фаз, сприяє піноутворенню.

В дослідженнях [116] показано, що від розміру жирових кульок залежать в'язкість та поверхнево-активні характеристики молочної сировини, і це, безпосередньо, впливає на процес піноутворення. При цьому сировину, жир якої знаходиться у вигляді крупних жирових кульок, вважають більш технологічною. Але відомо, що дрібнодисперсний молочний жир, який знаходиться в фазі стійкої емульсії, а також колоїдний розчин білків не тільки не впливають один на одного, але і в силу своїх поверхневих властивостей здатні утворювати додаткові елементи дисперсної структури піни. З іншого боку, гідратовані білки за нестачі дисперсійного середовища здатні до

утворення додаткової фази в піні у вигляді суспензії, що стабілізує міжфазні оболонки.

Авторами [117, 118] доведено, що на процес піноутворення молочних систем позитивно впливає наявність в них фосфоліпідів (лецитину, кефаліну, сфінгомієліну), які містяться в оболонці жирових кульок БВМС. При піноутворенні відбувається десорбція оболонок жирових кульок.

Уманським М.С. відзначається [119], що при отриманні структурованих десертних продуктів недоцільно використовувати молочні системи з масовою часткою жиру 1,0...3,2%. Підвищення масової частки жиру більше 3,5% також недоцільно, оскільки призводить до підвищення вартості готового продукту, а також викликає додаткові витрати вершків для нормалізації. Також доведено, що зниження масової частки жиру в молочній системі менше до 0,5%...0,7% сприяє зростанню піноутворюючої здатності системи. Автори зазначають, що незначна кількість жирів надає синеретичні властивості білкам молока в процесі піноутворення. Отже, можна припустити, що вміст молочного жиру 0,2...0,7% та дисперсний стан жирів БВМС буде сприяти піноутворенню.

Однією із складових БВМС є лактоза, яка не має піноутворювальних властивостей. Але, змінюючи свої властивості під дією температури або молочної мікрофлори, лактоза може суттєво впливати на здатність молочних систем утворювати піни [118, 120]. Чим більше лактоза піддається гідролізу, тим більше зростає піноутворююча здатність системи [121].

Отже, білкова та жирова фази БВМС мають найбільший вплив на піноутворюючі властивості молочних систем, якщо вони є стабільними під дією зовнішніх факторів [121].

Відомо про значний вплив температури на процес піноутворення [121]. Так, для покращення піноутворення молочних продуктів і стабілізації отриманої піни систему перед збиванням охолоджують. Максимального ефекту досягають за температури збивання, яка наближається до криоскопічної. Що пояснюється зменшенням в'язкості молочної сировини та зниженням швидкості теплового руху молекул, що протидіють процесу піноутворення. Також за збивання в охолодженому стані інтенсивно

відбуваються процеси фазових перетворень та кристалізації жирової фази [119].

Отже, відзначені функціонально-технологічні властивості БВМС необхідно враховувати при розробці технологій отримання концентратів БВМС та структурованої десертної продукції на їх основі.

1.4. Сучасні напрямки створення багатокomпонентних продуктів на молочній основі з додаванням каротинвмісної рослинної сировини

З метою усунення дефіциту білка перевагу слід віддати комплексному вирішенню проблеми [122, 123]. Одним із можливих шляхів реалізації цих проблем є розробка технологій одержання різних комбінованих продуктів певної фізіолого-біологічної спрямованості [124-126].

Багатокomпонентні продукти на основі молочної сировини в поєднанні з рослинними компонентами мають високу біологічну цінність. Створення нових продуктів дозволяє економити сировину тваринного походження, зокрема молоко, забезпечуючи тим самим населення повноцінним білковим харчуванням [127, 128].

Використання рослинної сировини у виробництві харчових продуктів обумовлено високою харчовою цінністю [129].

У сфері виробництва молочних продуктів в останні роки є чимало розробок щодо використання різних видів рослинних компонентів, що дозволяє підвищити харчову та біологічну цінність продуктів, а також знизити витрати на їх виробництво [130].

Завдання використання у виробництві додаткових джерел сировини рослинного походження розв'язується шляхом створення комбінованих продуктів, що є найбільш ефективним способом використання ресурсів тваринної і рослинної сировини. Збагачені продукти можуть бути найбільш економічним і високоефективним способом масового оздоровлення населення в рамках відповідних національних програм.

Таким чином, створення багатокомпонентних продуктів на основі концентратів БВМС з додаванням рослинної каротинвмісної сировини є актуальним.

Овочі з давніх часів використовуються як необхідний компонент у харчуванні як здорової, так і хворої людини. Вони так широко розповсюджені в дієтичному та лікувально-профілактичному харчуванні, що фактично знаходяться між їжею та ліками. Це обумовлено низкою цінних властивостей цієї групи продуктів – низькою енергетичною цінністю при порівняно великому обсязі: високою концентрацією калію і відносно низькою – натрію; великим вмістом вітамінів, біофлавоноїдів, мікроелементів, зокрема заліза, селену; наявністю клітковини, пектинових речовин, які відсутні в продуктах тваринного походження; вмістом мінеральних речовин переважно з основною валентністю, що сприяє зміщенню кислотно-лужної рівноваги в основний бік; активним впливом на процеси травлення, здатністю підвищувати секрецію і моторну функцію шлунку та товстої кишки; засвоювання білків, жирів та вуглеводів; позитивним впливом на усі види обміну речовин, опір організму до різних захворювань, несприятливих чинників навколишнього середовища [131-136].

Використання рослинної сировини сприяє ефективному поліпшенню і підвищенню асортименту харчових продуктів нового покоління, збагачених біологічно активними сполученнями, мають функціональні властивості [137-143]. Вони істотно розширюють джерела харчової сировини й одночасно дозволяють зробити харчування повноцінним і збалансованим. Тому, на думку учених, сучасна технологія продуктів харчування передбачає розвиток самостійного напрямку – розробку функціональних харчових продуктів, що містять сировину рослинного походження. Метою таких розробок є продукти, що сприяють зміцненню захисних функцій організму, зниженню ризику впливу шкідливих речовин, попередженню ряду захворювань [144].

Цінним компонентом раціонального харчування людини є морква, що має високі харчові і дієтичні властивості (вміст харчових волокон, вітамінів,

каротиноїдів) [145]. Це одна з основних овочевих культур не тільки в Україні, але майже у всіх країнах світу. Використання моркви різноманітне: її споживають у свіжому і вареному виді, широко застосовують у кулінарії як приправу до супів, гарнірів, соусів та інших страв. У консервній промисловості моркву використовують у приготуванні різних видів овочевих консервів, у вітамінній промисловості – для отримання каротину.

Морква – цінний дієтичний продукт. При повсякденному споживанні моркви поліпшується загальний обмін речовин в організмі людини, зменшується рівень захворювань.

Моркву (*Daucus carota* L) відносять до сімейства зонтичних рослин. У результаті тривалого вивчення колекції моркви, зібраної у Всесоюзному інституті рослинництва, Б.І. Сечкар'єв запропонував класифікацію культурної моркви і встановив п'ять наступних різновидів: азійська, середньоземноморська, киликійська, сірійська і японська [144]. Кожен із зазначених різновидів характеризується комплексом морфологічних ознак і біологічних властивостей. Для зручності практичного користування описами сортів їх прийнято поєднувати в сорто типи: Каротель, Геранда, Шантене, Нантська, Валерія, Середньоруська, Лоберихська, Біла зеленоголова, Мирзої червона, Мирзої жовта і Мшак [146].

Основною складовою загальної маси моркви є вода. Вміст вологи складає 85,4...89,4%.

Харчова цінність моркви полягає, насамперед, у високому вмісті добре засвоюваних організмом людини вуглеводів. Вміст цукру в різних ботанічних сортах моркви сягає 5,7%...9,1%. Цукор є у виді моно- та дисахаридів; цукроза складає 3,5...6,05%; моноцукрів міститься значно менше: глюкози – 1...2%, фруктози – 0,2...1,9%.

У моркві в різні періоди її росту було знайдено від 1,5 до 6,6% крохмалю в сухій речовині [147-148]. У тканинах коренеплоду крохмаль розподілений нерівномірно, він утворюється у прошарку між серцевиною і зовнішньою м'якоттю.

Кількість пектинових речовин у коренеплоді сягає 0,37-2,93% [149-151].

Морква є полівітамінним овочем. Її харчове значення визначається високим вмістом вуглеводів, жирів, білків, наявністю органічних кислот, мінеральних солей і особливими смаковими якостями. У цьому коренеплоді є водорозчинні вітаміни В₁, В₂, В₆ і жиророзчинні – Е, D, К, ефірні олії, флавоноїди. Азотистих речовин в моркві – 1,1%, жирів – 0,2%, вуглеводів – 9,2%. Морква також містить у невеликій кількості йод.

Особлива цінність моркви пояснюється високим вмістом провітаміну А – каротину. В організмі людини і тварин каротин перетворюється на ретинол – вітамін А. Мінімальна добова доза вітаміну А для людини складає 3300 МЕ, що відповідає 1 мг чистого вітаміну або 2 г каротину. ВООЗ рекомендує споживати 120...140 кг овочів на рік, в тому числі 20 кг моркви [152, 153].

Загальна кількість зольних речовин у моркві сягає 0,7...1,0%.

Морква відрізняється високим вмістом натрію і фосфору в порівнянні з іншими овочевими культурами (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Вміст мінеральних солей (мг / 100 г овочів)

Овочі	Калій	Натрій	Кальцій	Магній	Залізо	Фосфор	Сірка
Морква	272,0	156,0	83,0	32,0	7,4	94,0	47,0
Гарбуз	170,0	14,0	40,0	14,0	0,8	25,0	18,0

Вміст органічних кислот у моркві невеликий – 0,1%. Основною масою є яблучна кислота. Є також дані про невеликий вміст у моркві кавової, галової, бензойної, хлорогенової кислот [154].

Автором [144] проведено дослідження вмісту БАР у різних сортотипах каротинової моркви (табл. 1.13...1.15).

На основі результатів досліджень зроблено висновок, що моркву розрізняють більше в межах одного сортотипу за хімічним складом, ніж між самими сортотипами.

Таблиця 1.13

Вміст поживних речовин в моркві різних сортотипів
(г на 100 г продуктів)

Вміст	Сортотип моркви			
	Шантене	Нантська	Валерія	Каротель
Вологість				
коливання	86,5...91,7	87,7...90,8	87,0...91,5	87,5...91,3
середнє	89,2	88,2	88,0	88,6
Загальний цукор				
коливання	5,2...6,5	5,5...6,8	3,6...6,7	4,1...6,5
середнє	6,0	6,3	5,3	5,7
Фруктоза+глюкоза				
коливання	3,5...4,6	3,2...4,3	1,8...3,6	2,1...3,7
середнє	4,2	3,7	2,5	3,1
Цукроза				
коливання	1,3...2,6	1,8...3,6	1,6...3,7	1,9...3,8
середнє	1,8	2,6	2,8	2,6
Білки				
коливання	1,17...1,32	1,18...1,31	1,20...1,33	1,19...1,35
середнє	1,27	1,30	1,32	1,28
Органічні кислоти				
коливання	0,16...0,20	0,16...0,20	0,18...0,21	0,18...0,22
середнє	0,18	0,18	0,20	0,19

За даними табл. 1.14 морква відрізняються високим вмістом β -каротину – 5,4%...9,4 мг%.

Таблиця 1.14

Вміст β -каротину, аскорбінової кислоти, фенольних сполук з Р-вітамінною активністю і дубильних речовин в моркві різних сортотипів (мг на 100 г продуктів)

Вміст	Сортотип моркви			
	Шантене	Нантська	Валерія	Каротель
β -каротин				
коливання	7,4...10,9	6,2...8,3	5,0...5,8	5,7...6,9
середнє	9,4	7,5	5,4	6,4
Аскорбінова кислота				
коливання	3,7...14,3	4,0...8,4	4,4...5,9	4,5...6,2
середнє	6,0	5,8	5,8	4,9
Фенольні сполуки з Р-вітамінною активністю				
Сума фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою)				
коливання	32,4...92,0	42,0...90,3	45,1...87,6	44,8...7,7
середнє	82,1	70,2	66,4	68,3
Флавонові глікозиди (за рутином)				
коливання	24,7...83,4	33,2-80,5	37,1...85,3	34,8...73,9
середнє	75,5	64,6	61,1	62,8
Вільні катехіни (за d-катехіном)				
коливання	2,5...11,7	1,6...10,3	1,5...7,4	1,0...9,2
середнє	5,4	4,5	4,2	4,4
Дубильні речовини				
коливання	11,6...24,3	12,1...22,5	10,7...18,2	11,3...19,6
середнє	21,1	18,0	17,0	17,5

Найбільшу кількість β -каротину містить морква сорту Шантене (9,0...9,4 мг %), що забезпечує потребу організму до двох його добових норм. Морква цього сорту має високий вміст інших БАР, мг %: аскорбінова кислота – 5,8...6,2, фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою) – 81,8...82,1, дубильні речовини – 20,9...21,1.

У табл. 1.15 наведено результати досліджень вмісту баластних вуглеводів у моркві різних сортотипів [144].

Таблиця 1.15

Вміст баластних вуглеводів в моркві різних сортотипів
(г на 100 г продуктів)

Вміст	Сортотип моркви			
	Шантене	Нантська	Валерія	Каротель
Пектини				
загальний пектин				
коливання	0,54...0,68	0,57...0,71	0,62...0,73	0,58...0,64
середнє	0,65	0,68	0,69	0,62
Протопектин				
коливання	0,46...0,54	0,49...0,58	0,52...0,58	0,45...0,54
середнє	0,51	0,53	0,54	0,48
Розчинний пектин				
коливання	0,09...0,16	0,10...0,18	0,11...0,17	0,08...0,15
середнє	0,14	0,15	0,17	0,13
Клітковина				
коливання	1,17...1,25	1,21...1,31	1,28...1,32	1,16...1,19
середнє	1,22	1,27	1,30	1,18

Кількість загального пектину у моркві вищезначених сортотипів сягає близько 0,62...0,69 %, клітковини – 1,18...1,30 %. У моркві сорту Шантене загальний пектин складає 0,65 %, клітковини – 1,22 %.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про доцільність використання під час приготування нових видів напівфабрикатів саме моркви сорту Шантене.

Гарбуз є плодом однолітніх трав'янистих рослин із сімейства гарбузових (*Cucurbitaceae*). Харчова цінність гарбуза була відома людям ще до нашої ери. У СНД він росте в південних районах, особливо поширений в Україні, в Молдавії, на Північному Кавказі. Гарбузи є білого, жовтого, рожевого кольору, мають форму кулі чи або, маса плоду окремих сортів сягає 90 кг.

Ця овочева культура нараховує велику кількість видів, з яких у нас вирощують три види: мускатний, великоплідний і твердокорий. Із сортів великоплідного гарбуза до високоякісних плодів належить Мармуровий, Столовий зимовий А-5, Грибовський зимовий, Пластунівський, Прикореневий. Широко розповсюдженими сортами твердокорого гарбуза є Мигдальний 35, Промінь, Грибовський кущовий, мускатного гарбуза – Вітамінний, Мускатний [147-148].

Гарбуз належить до цінних овоче-баштанних культур, плоди і насіння якого мають важливе значення як харчові продукти, що забезпечують дієтичне (завдяки високому вмісту каротину, цукру, мікроелементів, харчових волокон, крохмалю) і лікувально-профілактичне харчування (знижують ризик серцево-судинних, онкологічних і шлунково-кишкових захворювань) [155-157].

Основною складовою загальної маси гарбуза є вода – 75...94%. Загальний вміст сухих речовин у гарбузі коливається від 5,6 до 26,8% [158, 159]. Його харчова цінність полягає у високому вмісті вуглеводів, що добре засвоюються організмом людини. Співвідношення цукру коливається від 2 до 13,8 %, у тому числі глюкози – від 0,1 до 3,1%, фруктози – від 0,8 до 3,5 %, сахарози – від 0,5 до 9,8% [160-162].

За даними окремих авторів крохмаль у деяких сортах гарбуза відсутній, в інших сягає 24% у розрахунку на суху речовину [163].

Кількість пектинових речовин у плодах гарбуза становить 2,6...3,9 % [129, 130]. Слід зазначити високу комплексоутворювальну властивість пектину гарбуза (340 мг Pa^{2+} /г пект.), засновану на взаємодії молекули пектину з іонами важких і радіоактивних металів [150].

Гарбуз за вмістом каротину перевищує багатьох представників рослинного світу – від 3,2 до 17,3 мг / 100 г. Зі світової колекції виділяють зразки і створені сорти, плоди яких містять каротин до 40 мг/100 г (Вітамінний і Каротинний 102). М'якоть гарбуза містить також вітамін С – 3...20, В₁ – 0,05, В₂ – 0,03...0,05, В₃ – 0,23, РР – 0,28...0,5, В₆ – 0,11...0,13 мг/100 г [147].

Загальна кількість зольних речовин у плодах гарбуза складає 0,6%. Середній вміст основних мінеральних речовин у м'якоті гарбуза (мг%): солей калію (170...383), фосфору (25), кальцію (16...40), натрію (14), магнію (14), заліза (0,4...0,8), міді (4...35) і кобальту (1,62) [164, 165].

Проф. Дубініна А.А. [166] дослідила хімічний склад плодів гарбуза наступних ботанічних сортів: Славута, Ждана, Чудовий, Столовий зимовий, Мармуровий, Український багатоплідний, Херсонський, Хуторянка, Арабатський, що вирощують у Харківській області (табл. 1.16).

Аналіз вищезазначених показників вказує на високий вміст вологи в гарбузах – від 83,5% у сорті Славута до 90,0...90,8% у сортах Арабатській та Хуторянка. Основною речовиною сухого залишку є цукор: з 2,91% – у сорті Хуторянка до 10,47% – у сорті Славута.

Зазначимо, що вміст білка в гарбузі становить 0,9...1,1%, золи – 0,7...0,8%. Вміст крохмалю коливається від 0,24% (Славута) до 0,73% (Арабатський). Клітковина, залежно від сорту, міститься в гарбузах від 1,0% до 2,2%. Високими показниками вмісту пектинових речовин відрізняються сорти Славута, Ждана, Хуторянка (1,85%), а також Столовий зимовий та Херсонський (1,48%). Кислотність коливається у межах 0,07%...0,2%.

Таблиця 1.16

Характеристика хімічного складу гарбуза різних ботанічних сортів, %
(n=5, P \geq 0,95)

Ботанічні сорти	Волога	Сухі речовини	Білки	Загальний цукор	Крохмаль	Клітковина	Пектинові речовини	Кислотність	Зола
Славута	83,5	16,5	0,9	10,47	0,24	2,02	1,85	0,20	0,7
Ждана	86,2	13,8	1,0	7,39	0,49	2,00	1,85	0,20	0,8
Чудовий	89,1	10,9	1,0	6,40	0,32	1,40	0,74	0,17	0,8
Столовий зимовий	88,7	11,3	1,0	6,01	0,65	1,00	1,48	0,17	0,8
Мармуровий	87,1	12,9	0,9	7,90	0,41	1,00	1,11	0,17	0,8
Український багатоплідний	89,1	10,9	1,0	5,99	0,49	1,40	1,11	0,14	0,7
Херсонський	84,4	15,6	1,1	9,53	0,49	2,00	1,48	0,07	0,7
Хуторянка	90,8	9,2	1,1	2,91	0,41	2,20	1,85	0,07	0,7
Арабатський	90,0	10,0	1,0	5,10	0,73	1,40	0,74	0,14	0,8

Характеристику мінерального складу вищезазначених сортів гарбуза наведено у табл. 1.17.

Таблиця 1.17

Характеристика мінерального складу гарбуза
різних ботанічних сортів, 10⁻³%

Ботанічні сорти	Мінеральні речовини					
	Натрій	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Залізо
1	2	3	4	5	6	7
Славута	18	218	51	18	32	1,03
Ждана	19	232	55	21	34	1,09
Чудовий	20	230	54	19	34	1,08

Закінчення табл. 1.17

1	2	3	4	5	6	7
Столовий Зимовий	19	235	55	20	35	1,11
Мармуровий	24	289	68	25	43	1,36
Український багатоплідний	14	164	39	13	24	0,77
Херсонський	18	221	52	17	33	1,04
Хуторянка	11	139	33	12	20	0,65
Арабатський	20	238	56	19	35	1,12

Гарбуз містить багато калію – від $139 \cdot 10^{-3}\%$ (Хуторянка) до $289 \cdot 10^{-3}\%$ (Мармуровий). Інші мінеральні елементи містяться в меншій кількості: натрій – $11 \dots 24 \cdot 10^{-3}\%$, кальцій – $33 \dots 68 \cdot 10^{-3}\%$, магній – $12 \dots 25 \cdot 10^{-3}\%$, фосфор – $20 \dots 43 \cdot 10^{-3}\%$, залізо – $0,65 \dots 1,12 \cdot 10^{-3}\%$.

За вмістом вітаміну С (табл. 1.10) встановлені розбіжності між сортами: від $7,1 \cdot 10^{-3}\%$ до $28,1 \cdot 10^{-3}\%$ та виділені найбільш цінні сорти: Український багатоплідний ($28,1 \cdot 10^{-3}\%$), Славута ($19,4 \cdot 10^{-3}\%$) та Ждана ($17,9 \cdot 10^{-3}\%$).

Вміст каротиноїдів у плодах гарбуза (табл. 1.18) коливається в межах $(2,3 \dots 15,8) \cdot 10^{-3}\%$, що на $50 \dots 300\%$ задовольняє добову потребу в цих речовинах. Високим вмістом каротиноїдів відрізняються такі сорти гарбуза, як Ждана ($15,8 \cdot 10^{-3}\%$), Арабатський ($9,8 \cdot 10^{-3}\%$), Хуторянка ($9,6 \cdot 10^{-3}\%$), Славута ($9,0 \cdot 10^{-3}\%$), Херсонський та Мармуровий ($6,6 \cdot 10^{-3}\%$).

Гарбузах містить і хлорофіли – пігменти, які є біологічно активними речовинами. Їх вміст у гарбузі залежно від сорту коливається в межах $1,3 \cdot 10^{-3}\%$ (Хуторянка) – $6,4\%$ (Ждана).

Таким чином, під час приготування нових видів напівфабрикатів доцільним є використання саме плодів гарбуза сорту Ждана.

У зв'язку із вищевикладеним можна зробити висновок, що морква і гарбуз є овочевими культурами, які дуже поширені в Україні. Вони мають

високу харчову цінність, а тому є корисною сировиною для створення багатокомпонентних продуктів на основі концентратів БВМС.

Таблиця 1.18

Характеристика вмісту вітаміну С та каротиноїдів у гарбузі різних ботанічних сортів, $10^{-3}\%$

Ботанічні сорти	Вміст	
	вітаміну С	каротиноїдів
Славута	19,4	9,0
Ждана	17,9	15,8
Чудовий	7,6	2,3
Столовий Зимовий	8,9	5,0
Мармуровий	7,1	6,6
Український багатоплідний	28,1	2,7
Херсонський	8,8	6,6
Хуторянка	9,0	9,6
Арабатський	9,3	9,8

1.5. Обґрунтування використання сучасних стабілізаторів структури для страв на молочно-білковій основі

Для страв на молочно-білковій основі головною характеристикою є стабільність структури продукту. Тому, на думку автора [167], доцільно додавати до складу нових напівфабрикатів речовини, які зв'язують вологу, підвищують в'язкість системи та збільшують термін зберігання. Такими речовинами є стабілізатори (як правило, це високомолекулярні сполуки білкового походження та полісахариди). Вони є полімерними сполуками, в макромолекулах яких рівномірно розподілені гідрофільні групи, які мають значну спорідненість до води.

У процесі гідратації і набрякання молекули гідроколоїдів можуть міжмолекулярно взаємодіяти з утворенням тривимірної сітчастої структури

гелю. Самі гелі є дисперсними системами, що складаються з молекул розчиненого гелеутворювача (дисперсної фази) та розчинника – води (дисперсійного середовища). Внаслідок міжмолекулярних взаємодій дисперсійне середовище втрачає рухливість, що призводить до збільшення в'язкості системи і зміни її реології [167].

Існує чимало стабілізаторів целюлозної природи, що містить продукти механічної та хімічної модифікації целюлозної камеді рослин [168]. Широкого вжитку набули мікрокристалічна целюлоза та карбокси-метилцелюлоза.

Розповсюдженим структуроутворювачем є крохмаль, на основі якого розроблені рецептури кремів-десертів, що зберігають форму протягом тривалого часу [169]. Проте крохмаль має властивість провокувати підвищення рівня інсуліну в крові людини при травленні, що може призвести до розвитку атеросклерозу.

Пектини – це кислі полісахариди галактуронової кислоти, зустрічаються в розчинній і нерозчинній формах практично у всіх наземних рослинах і у водоростях [170]. Пектини широко використовують для виготовлення кондитерських виробів (мармеладу, пудингів, мусів, зефіру), фруктово-ягідних продуктів (джему, фруктових салатів, напоїв) і готового дитячого харчування [171].

На думку авторів [172], стабілізаторами, які використовують у виробництві структурованих молочних продуктів, є білкові речовини тваринного походження: казеїн, сироваткові білки та желатин. Зберегти природний смак молочних продуктів і при цьому стабілізувати їх консистенцію можна шляхом підвищення вмісту білкової складової за рахунок додавання сироваткових білків та молочно-білкових концентратів. Разом із сироватковими білками для стабілізації харчових систем часто використовують сухе знежирене молоко [173].

Желатин – білок, отриманий з колагену тваринного походження, утворює стійкі структуровані системи за концентрацій 1,5...3%. Він набув широкого використання в харчових технологіях.

Макромолекули желатину за температури вище 40 °С знаходяться у водних розчинах в конформації статичного клубка, при цьому системи являють собою ньютонівські рідини.

За охолодження розчинів порушується їх термодинамічна стійкість, системи з молекулярно-дисперсних розчинів переходять до псевдорозчинів із властивостями пружно-в'язкої рідини. Подальше охолодження призводить до поступового наростання в системі пружних властивостей та перетворення всієї системи у драгли. Молекули біополімерів у драгли асоційовані по окремих ділянках ланцюжків та утворюють тривимірний каркас, що визначає механічні властивості системи [174].

Перевагами використання желатинів є прозорість драглів, що отримуємо, їх еластичність та здатність до збивання, слабо виражений смак. Негативні характеристики – порівняно низька драглеутворююча здатність, повільне утворення драглів, зниження драглеутворюючої здатності під час кип'ятіння. До того ж застигання желатинових драглів значно залежить від температури [175].

Сучасні маркетингові дослідження підтверджують, що на сьогоднішній день продукти з натуральними рецептурними компонентами мають особливий попит, отже вибір желатину як стабілізатора для структурованих молочних продуктів на основі концентратів БВМС є обґрунтованим і доцільним, і буде надавати готовим стравам високі конкурентоспроможні властивості.

Для виробництва кулінарної продукції на молочній основі рекомендується використовувати желатин з високими вологозв'язуючою, драгле- та піноутворюючою властивостями, здатністю до збивання, емульгування, стабілізації кінцевої продукції із міцністю в одиницях Bloom 180...240. Останнім часом при виробництві продуктів з драглеподібною, піноподібною структурою широке застосування знайшли желатини виробництва компанії Gelita (Німеччина) [176]. Для виробництва молочної структурованої продукції пропонують використання желатинів Gelita 180 та Gelita 240 (додаток А). Традиційно у закладах ресторанного господарства з

цією метою використовують желатин П-11. Слід зазначити, що поведінка вищезазначених желатинів при виробництві структурованої продукції на основі концентратів БВМС в достатній мірі не вивчена, тому це питання потребує додаткового дослідження.

Для покращення властивостей передбачуваних об'єктів досліджень необхідно було обрати стабілізатор, дія якого доповнювала би функціонально-технологічні властивості НККС, забезпечуючи при цьому протекторну дію на біологічно активні речовини каротиновмісної рослинної сировини. Вищезазначеним характеристикам відповідає стабілізатор «Астрі Гель» виробництва фірми «АСТРИ», м. Київ (додаток А). Він являє собою стабілізаційну систему, до складу якої входять наступні складові:

1. Цитрат натрію (лат. *Natrii citras*) – E331 – це натрієва сіль лимонної кислоти, яка в харчовій промисловості застосовується як добавка (емульгатор або стабілізатор). Хімічна формула добавки: $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$. Широко використовується 2-водний цитрат натрію, який має велику концентрацію основної речовини і має тривалі терміни зберігання. Це кристалічний порошок білого кольору, який легко розчиняється у воді, але слабо розчиняється у спирті. Порошок не має палючих і вибухонебезпечних властивостей, не є токсичним і не подразнює шкіру, але при вдиханні може подразнювати верхні дихальні шляхи.

Цитрат натрію має специфічний кисло-солоний смак, добавка E331 використовується для поліпшення смакових якостей продукції. Має функцію управління кислотністю ряду страв (зокрема десертів на основі желатину).

2. Харчова добавка E330 – лимонна кислота, належить до органічних кислот і є природним консервантом. Це слабка триосновна кислота, що представляє собою речовину кристалічної структури, має білий колір.

3. Фосфати калію – E340 – харчова добавка, яка використовується в продуктах як регулятор кислотності, емульгатора, стабілізатора, фіксатора забарвлення. Крім цього, добавка E340 може посилювати дію антиоксидантів.

4. Цитрат калію (калієва сіль лимонної кислоти, лимонний калій, монокалійцитрат, Potassium Dihydrogen Citrate) – E332 – харчова добавка, яка використовується як регулятор кислотності, емульгатор, стабілізатор, фіксатор фарби. Також застосовується як емульгована сіль і синергист антиоксидантів.

Харчова добавка E332 присутня у варенні, джемах, десертах, желе і желейних цукерках для регулювання кислотності і консистенції. Часто цитрат калію додають у сухе молоко і сухі вершки, напої, морепродукти, що часто виявляється у тваринних і рослинних жирах та маслах. Також E332 додають в овочеві та фруктові консерви, напівфабрикати з м'яса, фарші. Цитрат калію присутній у кондитерських виробках, а також у виробках з борошна. Для тривалого зберігання і запобігання згортання молока до цитрату калію додають E332 у виді солей-стабілізаторів.

Також до складу «Астрі Гель» входять:

а) желюючі компоненти:

- каррагинан (E407) – полісахарид, який одержують з червоних водоростей за допомогою лужного виділення. У харчовій промисловості його використовують як емульгатор і згущувач;

- пектини (від грец. Pectos – замерзлий, що згорнувся) – E440 – являють собою структурні полісахариди, які містяться в стінних клітинах усіх рослин і деяких видах водоростей;

б) згущувачі:

- гуміарабік (E414) – розчинна камедь, тверда прозора маса. Цю добавку ще називають акацієвою камеддю, бо добувають її з дерев деяких видів акації (*Senegalia senegal*, *Vachellia seyal*), які можна зустріти в Індії, Африці та Австралії;

- камедь ріжкового дерева (E410), що застосовують як емульгатор або стабілізатор. Отримують добавку з бобів ріжкового дерева (середземноморської акації – від. лат. *Ceratonia siliqua*);

- декстроза (d-глюкоза) – це правообертальний оптичний ізомер молекули глюкози. У такому виді глюкоза міститься всередині нашого організму і всередині фруктів і ягід.

Ці властивості стабілізаційної системи «Астрі Гель» необхідно враховувати під час приготування білково-вуглеводних напівфабрикатів з додаванням рослинної сировини, яка містить каротин.

Обираючи стабілізатор для виробництва збитої десертної продукції, необхідно враховувати низку факторів. Вони повинні досить легко розчинятися і диспергуватися у рідкій фазі, бути сумісними з іншими рецептурними компонентами, забезпечувати необхідну збитість та стійкість, мати невисоку вартість, доступну сировинну базу, відповідати принципам натуральності та безпечності. На наш погляд таким характеристикам відповідає яечний порошок.

До складу яечного порошку входять пастеризовані яйця: білки і жовтки. Калорійність продукту – 549 Ккал на 100 г, при цьому 280 г меланжу еквівалентні 1 кг свіжих яєць. Порошок зберігає всі корисні речовини і мінерали, які містяться в яйцях, але виключає ризик зараження сальмонелою та іншими бактеріями. Добре розчиняється у воді.

Спектр застосування сухого яечного порошка різноманітний: додається в хлібобулочні, кондитерські вироби, соуси, використовується у виробництві цукерок, тортів, майонезу і морозива [178-180].

1.6. Аналіз технологій виробництва кулінарної продукції на основі концентратів БВМС

Завдяки високій харчовій та біологічній цінності БВМС та їх похідні широко використовуються в технологіях харчових продуктів [14-15, 181].

Копреципітати БВМС можуть використовуватись у закладах ресторанного господарства у багатьох стравах з круп і макаронних виробів (запіканки, пудинги, бабки з локшини, крупники, биточки, котлети), з

використанням кислого сиру (запіканках, пудингах, сирниках, варениках, млинчиках, піріжках печених, смажених, ватрушках), кулінарних і борошняних виробів тощо [23].

До асортименту харчової продукції, яку готують із копреципітатів, входить виробництво плавлених сирів, м'ясних, хлібобулочних та кондитерських виробів, морозива, різноманітних молочних продуктів, продуктів у дитячому харчуванні.

Сьогодні відомі технології виготовлення сирів із відновлених МБК. Для цього використовують сухе молоко та сухі МБК, а також їх поєднання з натуральним молоком для виробництва м'яких сирів. Це є одним з шляхів вирішення проблеми сезонності та низької якості молочної сировини.

Науковцями досліджено виготовлення сирів із додаванням МБК – «Алапро», «Promilk», індекс розчинності яких склав: «Алапро» – 0,7 %, «Promilk» – 4,2 %. Використання МБК «Алапро» дозволяє замінити в суміші для сиру до 80% молока, збільшити вихід продукції на 25%, а також вирішувати проблему сезонності виробництва сирів та підвищити їх якість [182].

МБК знайшли широке застосування в м'ясній промисловості. Найбільш перспективним та ефективним є застосування натурального концентрату зі сколотин як білкової добавки до сосисок, сардельок, ковбаси, консерв тощо.

Казеїнат натрію, крім високої харчової цінності, має низку цінних функціонально-технологічних властивостей: емульгована та вологозв'язуюча здатність, властивість поліпшувати структуру виробів – усе це сприяє покращенню виробництва ковбасних виробів.

МБК широко використовують у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів, так як білкові речовини борошна потребують такі амінокислоти, як валін, треонін, лізин, а білки МБК містять ці амінокислоти у достатній кількості. У багатьох випадках використання молочно-білкових добавок покращує структурно-механічні властивості тіста і хлібобулочних виробів загалом.

Відомо про виробництво продуктів, що містять МБК у поєднанні з рибою. Свого часу було розроблено комбінований продукт «беліп», який одержують з вологого кальцієвого копреципітату і тріски з додаванням рослинної олії. Теоретичні основи виробництва цього продукту були розроблені А.А. Покровським, який звернув увагу на те, що взяті в рівних співвідношеннях копреципітат, одержаний хлоркальцієвим осадженням, і м'ясо тріски взаємозбагачують один одного дефіцитними незамінними амінокислотами і створюють продукт, наближений за амінокислотним складом до ідеального. Крім того, продукт багатий поліненасиченими жирними кислотами, вітаміном Е, макроелементами. Проте внаслідок негативних органолептичних показників продукт не набув широкого застосування в харчуванні [19].

Розроблена також технологія маслоподібних низькожирних паст з низькокальцієвим копреципітатом. Калорійність паст є нижчою від традиційного вершкового масла, що разом з високою біологічною цінністю паст дає змогу віднести їх до дієтичних продуктів. Пасту рекомендовано до вживання як самостійний продукт – бутербродне масло, і як компонент масляних кремів.

Використання низькокальцієвого копреципітату при приготуванні традиційних страв з кислого сиру, а також для збагачення повноцінними білками страв з картоплі, овочів, круп, макаронних виробів запропонував Козлов В.М. [19].

На основі розчинних МБК (казеїнатів для дитячого та дієтичного харчування) розроблено технології емпітів. Молочні суміші – емпіт білковий, емпіт знежирений, емпіт протианемічний – рекомендують при різноманітних формах захворювань.

Дослідження показали, що заміна кислого сиру молочним харчовим білком сприяє підвищенню якості страв і кулінарних виробів, їх харчової і біологічної цінності.

Науковою школою під керівництвом проф. Дейниченка Г.В. було розроблено технологію напівфабрикатів і кулінарних виробів з використанням МБК зі сколотин.

Розроблено технологію напівфабрикату для сирників. Для його виготовлення МБК зі сколотин протирають, змішують із цукром і яєчною масою, додають суміш борошна і крохмалю і замішують тісто. Отриману масу шприцюють у целофанову оболонку діаметром $(5...6) \times 10^{-2}$ м, підморожують до досягнення температури в батоні $5...7$ °С.

Авторами запропонував технологію одержання молочно-білкових фаршів з використанням йодовмісної добавки цистозіри, у зв'язку з чим було розроблено фарш «Пікантний», «Чорноморський» [183]. На нові види продукції було розроблено та затверджено нормативну документацію.

Л.Л. Івашина [184] розробила технологію одержання молочно-білкових запіканок з добавками, що містять йод – еламіном, зостерою, цистозірою. До складу запіканок входить МБК зі сколотин, борошно пшеничне, цукор, яйця, маргарин столовий, сухарі, сметана, мак, еламін, зостера, цистозіра. Встановлено, що оптимальна кількість таких добавок у складі запіканок становить для цистозіри і зостери 1,0%, для еламіну – 2,0%. Запропоновано рецептурний склад трьох нових видів запіканок.

На сьогодні в країнах з розвинутою промисловістю випускається широкий асортимент продуктів, в основі виробництва яких лежить ультрафільтраційна обробка сировини.

Особливо ефективно використання ультрафільтрації в молочній промисловості, де її застосування дає можливість отримувати продукти в очищеному вигляді. Використання мембранних методів обробки молока дозволяє підвищити ефективність виробництва тих молочних продуктів, при виробництві яких за традиційною технологією деякі складові частини молока підлягають видаленню. Це кислий та твердий сир, казеїн, вершкове масло. Тому зусилля спеціалістів багатьох країн спрямовані на використання мембранної технології в першу чергу у виробництві цих продуктів.

Використання ультрафільтрації дозволяє підвищити вихід кінцевого продукту на 24,7...29,3%. Так, за традиційною технологією витрати молока на виробництво 1 кг твердого сиру складають 7,3...7,5 л, а за технологією з використанням мембранної техніки – зменшуються до 5,3...5,5 л. Це дає отримання значного прибутку підприємству [185].

Найбільш простим способом використання ультрафільтрації в молочній промисловості є нормалізація молока за білком при виробництві питного молока [186-189]. Частіше за все концентрування незбираного молока здійснюється до масової частки сухих речовин 48%. Таке молоко використовують при виробництві кислого та твердого сиру.

За кордоном виробляють питне молоко жирністю 3,5% та 1,5...1,8%, а також знежирене молоко з масовою часткою білка 6,4...6,5% з молока, яке концентрувалось ультрафільтрацією [190, 191].

У ОНАХТ розроблена технологія молока, яке збагачене нативними білками. Збільшення вмісту сухих речовин здійснюється за допомогою ультрафільтрації. Використання ультрафільтрації дозволяє підвищити біологічну цінність продукту за рахунок збагачення його білками в нативному стані [192].

Спеціалістами НВО “Угліч” розроблено питне молоко “Волжське” [193], яке збагачене білково-вуглеводною основою, що отримана з сироватки, яка сконцентрована ультрафільтрацією. Відповідно цій технології незбиране молоко нормалізують склотинами або знежиреним молоком, додають 20% білково-вуглеводної основи з масовою часткою сухих речовин 10,5%. Фізико-хімічні показники молока “Волжського” наступні: масова частка жиру не менше 2,0%, кислотність не більше – 25 °Т, густина не менше 1,030 г/см³.

В Німеччині з використанням процесу ультрафільтрації виробляють молоко, яке не містить лактозу [194-196].

Національним науково-дослідним молочним інститутом у Великобританії проведені дослідження з отримання збитих вершків, які мають високу стійкість та підвищену харчову цінність. Незбиране молоко піддають

ультрафільтраційному концентруванню до фактора концентрування 5. Після концентрат сепарують і отримують вершки 55%-ої жирності. Отриманні вершки пастеризують та охолоджують. Строк придатності вершків складає 40 годин перед збиванням.

Виробництво сирів є одним із найбільш перспективних напрямків використання ультрафільтрації в молочній промисловості [197, 198]. Ультрафільтрація може бути використана при виробництві сирів всіх видів [199].

В УкрНДІм'ясомолпромі розроблена технологія м'якого сиру "Метелиця" без дозрівання з ультрафільтраційного концентрату, який містить 15...21% сухих речовин, 3...5% молочного цукру, 0,2...0,4% жиру. Сквашування концентрату виконують за температури 39...41⁰С. Кількість закваски, що додається, складає 2...3%, а ферменту, який згортає молоко - 0,8...0,12 г на 1 л суміші. Тривалість утворення згустку - 4...6 годин [187].

В НВО "Угліч" розроблена технологія виробництва сиру "Костромського". Технологія його виробництва відрізняється від традиційної тим, що його отримують із незбираного молока, яке концентрують ультрафільтрацією (кількість сухих речовин 14...15%, білка 4,0...4,2%). При цьому скорочується в середньому на 8% тривалість обробки сирного зерна та виключається така операція, як видалення 30% сироватки перед другим нагріванням [187].

Під час виробництва м'яких сирів (адигейського та клинкового) а також розсольних (осетинського та сулугуні) молоко піддають ультрафільтрації за температури 50±5⁰С до фактора концентрування 2...3. Вершки перед змішуванням із знежиреним концентратом або нормалізованим за жиром концентратом гомогенізують за тиском 8...10 МПа і температурі не нижче 40⁰С [199].

В Англії запропонований спосіб виробництва сиру чеддер з вершкового молока з використанням ультрафільтрації. Пастеризоване вершкове молоко піддають ультрафільтрації до фактора концентрування 2. Отриманий

концентрат знову пастеризують, охолоджують до 30°C і використовують для отримання твердих сирів [200-201].

В Данії проведені дослідження, які показали можливість приготування датського блакитного сиру, використовуючи ультрафільтрацію. В цьому випадку вихід сиру збільшується на 5,5...13,5%, зменшуються витрати сичужного ферменту у 4 рази і підвищується продуктивність сирних ванн у 3,5 рази [202].

Також ультрафільтрація знайшла використання при виробництві кисломолочної продукції. Проведений аналіз літературних джерел свідчить про використання в різних країнах технологій з використанням ультрафільтраційного концентрату молока у виробництві йогурту [203]. Використання ультрафільтрації у виробництві йогурту дозволяє усунути основний недолік традиційної технології – нерегульоване бродіння продукту.

В НВО “Угліч” розроблена технологія кисломолочного продукту “Волжський” [204], який виготовлено шляхом сквашування пастеризованої суміші молока або склотин, білково-вуглеводної основи, яка отримана шляхом ультрафільтрації підсирної та кислосирної сироватки.

В нашій країні розроблений спосіб з виробництва сметани [205], де в якості білкового збагачувача використовують ультрафільтраційний концентрат знежиреного молока з масовою часткою сухих речовин 20...21%. Згідно із цим способом у вершки жирністю 12,5% додають концентрат (25% від маси вершків), суміш пастеризують, гомогенізують, охолоджують і сквашують до кислотності згустку 75°Т. Продукт містить 10% жиру. За смаковими якостями, споживною цінністю, консистенцією сметана перевершує продукт, який отримано за традиційною технологією.

Традиційний спосіб приготування згущеного йогурту “Лабнех” використовується на багатьох молочних підприємствах Близького Сходу. За новим способом піддають ультрафільтрації знежирене молоко, доводячи вміст в ньому сухих речовин до необхідної кількості, змішують з вершками та піддають сквашуванню [206, 207].

Англійська фірма “Юнілевер” розробила технологію виробництва йогурту, за якою знежирене молоко концентрують ультрафільтрацією за температури 5...50 °С до отримання концентрату із вмістом білка 7...15%. Потім його пастеризують за температури 55...65°С і витримують 30 хвилин або за температури 70...80 °С без витримки, охолоджують до температури сквашування 40...50 °С і вносять закваску молочнокислих культур. В готовий продукт вносять харчові компоненти, фруктові добавки. Отриманий продукт характеризується підвищеною в'язкістю і більш тривалим строком зберігання [208, 209].

Ультрафільтрація знайшла використання у виробництві кислого сиру, а також виробів і паст з нього [210].

Володимирським молочним комбінатом розроблена технологія виробництва кислого сиру з молока, яке концентроване ультрафільтрацією. Концентрат витримують за температури 75°С, охолоджують до 26°С, вносять закваску, сквашують до кислотності 104 °Т і охолоджують до 6 °С. Потім згусток відпресовують до вмісту вологи 71...73%. Готовий продукт має м'яку консистенцію і чистий кисломолочний присмак. Вихід готового продукту за даним способом значно збільшується [211].

Відоме використання ультрафільтрації у виробництві продуктів дитячого харчування. На Ліанозівському експериментальному заводі виробляється дитячий кислий сир з молока, яке сконцентроване ультрафільтрацією. Нормалізоване молоко із вмістом жиру 5,9...6,1%, сухих речовин 13,1...14,5% гомогенізують за тиску 15...29 МПа і температури 70...76°С з витримкою протягом 3 хвилин, охолоджують в асептичних ємностях, додаючи 5...10% закваски [212].

Спеціалістами УкрНДІм'ясомолпрома запропоноване використання ультрафільтрації при виробництві стійких виробів з кислого сиру “Ягідка” і “Яблунька”. Для цього знежирене молоко пастеризують, охолоджують і піддають ультрафільтрації до масової частки сухих речовин 20,5%. Отриманий концентрат сквашують протягом 8...12 годин за температури 30...32 °С до

отримання кислотності 220...230 °Т. Отриманий згусток змішують із цукром, яблучним пектином, полуницею, водою у відповідності із рецептурою [213].

Ультрафільтрація використовується при виробництві низькокалорійної дієтичної пасти [214].

Відомо, що використання УФ-концентратів у виробництві морозива надає йому добру збитість, колір, смак. За технологією [215] суміш пастеризують, потім піддають емульгуванню протягом 2...3 хв при цьому компоненти беруть в наступних співвідношеннях, мас. %: сухе молоко 5...15; яечний порошок 3...10; сухий концентрат сироваткових білків, отриманий методом ультрафільтрації 3...10; цукор-пісок 4,5...7,5; наповнювачі 0,5...1,0. Після емульгування суміш охолоджують, фризують і порціонують.

Висока харчова цінність та приємний кислуватий смак свіжої молочної сироватки обумовлює її використання в рецептурах десертів та морозива. Вітчизняні вчені розробили рецептуру високоякісного морозива “Холодок”, яке виробляється з освітленої молочної сироватки та кукурудзяного сиропу. Освітлену молочну сироватку використовують при виготовленні морозива “Бадьорість”, при цьому кислотність молочної сироватки повинна бути не більше 65...70 °Т [216].

Заброджену згущену молочну сироватку з кислотністю не більше 250 °Т використовують при виготовленні морозива “Кисло-солодке”. На основі сироватки також виробляють морозиво “Сейсея” [217].

У Великобританії запатентований заморожений десертний продукт із низьким вмістом жиру – 0,1...7,0%. До його складу входять: 20...25% сухого знежиреного молока, 1...7% концентрату сироваткового білка, сухі речовини кукурудзяної патоки, сахароза і вода. Співвідношення сироваткового білка і казеїну складає від 1 : 0,5 до 1 : 4,0 [218-220].

Отже, з проведеного нами аналізу можна зробити висновок, що останні роки в Україні та за кордоном накопичено великий досвід з використання БВМС у технологіях харчової продукції з метою підвищення їх біологічної та харчової цінності, реологічних та органолептичних характеристик. Але даних

про використання концентратів знежиреного молока, склотин та сироватки з-під кислого сиру при приготуванні продукції у закладах ресторанного господарства обмаль, вони не носять системного характеру. Тому, розробка науково обґрунтованих технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів БВМС, виявлення закономірностей і механізмів регулювання їх функціонально-технологічних властивостей з метою подальшого застосування у приготуванні структурованої десертної продукції є актуальним завданням.

Висновки за розділом

1. За результатами аналізу літературних джерел та патентного пошуку ми дійшли висновку, що на сьогодні значно погіршилася структура харчування, частково або повністю вилучені з раціону багатьох людей необхідні біологічні компоненти, насамперед, повноцінний білок, що спровокувало виникнення проблеми в харчуванні населення всього світу і, зокрема, в Україні. Теоретично доведено, що цільове використання нутрієнтів БВМС, зокрема знежиреного молока, сколотин, отриманих методом збивання та сироватки з-під кислого сиру, дозволить забезпечити населення повноцінним білковим харчуванням та раціонально використовувати сировину тваринного походження.

2. Встановлено, що цільове використання нутрієнтів БВМС можливо забезпечити їх концентруванням шляхом копреципітації та УФ-обробки. Аналіз способів виділення молочних білків і властивостей одержуваних при цьому коагулятів показав, що найбільш доцільний при виробництві молочно-білкових концентратів БВМС термокислотний спосіб, що забезпечує майже миттєву коагуляцію білків, не потребує дефіцитних реактивів і складного технологічного устаткування, що забезпечує комплексне виділення казеїну і сироваткових білків.

Показано, що з усіх баромембранних процесів під час переробки БВМС найбільш доцільно використовувати ультрафільтрацію, оскільки розміри молекул основних харчових нутрієнтів молочної сировини зіставлені з розмірами пор УФ-мембран. При ультрафільтрації мембрани будуть затримувати в ретентаті високомолекулярні речовини БВМС – казеїнаткальційфосфатний комплекс, сироваткові білки, молочний жир, а низькомолекулярні сполуки – лактоза і мінеральні речовини – будуть проходити через пори мембрани в пермеат. Таке прогнозування дозволяє цілеспрямовано використовувати отримані продукти УФ-поділу в технологіях напівфабрикатів структурованої десертної продукції.

Тому вивчення питань, пов'язаних з удосконаленням способу термокислотної коагуляції та процесу ультрафільтрації білково-вуглеводного молочної сировини з метою одержання кінцевого продукту із заданими властивостями, є актуальним і становить науковий і практичний інтерес.

3. Розглянуто сучасні напрямки створення багатокомпонентних продуктів на молочній основі. Підтверджено доцільність створення багатокомпонентних молочних продуктів, зокрема напівфабрикатів на основі концентратів БВМС з додаванням каротиновмісної рослинної сировини.

4. Проаналізовано дані літературних джерел щодо поживної цінності та хімічного складу каротинвмісної рослинної сировини (морква, гарбуз). Показово, що ці культури є цінною складовою під час розробки білково-вуглеводних напівфабрикатів на основі концентратів БВМС. Обґрунтовано доцільність використання моркви сорту Шантене та гарбуза сорту Ждана.

5. Проведено аналіз сучасних стабілізаторів структури для страв на молочно-білковій основі. Узагальнено перелік властивостей желатинів П-11, Gelita 180, Gelita 240, стабілізаційної системи «Астрі Гель» та яєчного порошка з точки зору їх потенційного використання під час приготування напівфабрикатів на основі концентратів БВМС.

6. Наведено характеристику функціонально-технологічних властивостей БВМС. Показано необхідність додаткового вивчення і систематизації впливу технологічних чинників на функціонально-технологічні властивості концентратів БВМС з метою подальшого обґрунтованого використання у виробництві напівфабрикатів для закладів ресторанного господарства.

7. Аналіз технологій виробництва кулінарної продукції на основі концентратів БВМС показав, що даних про використання концентратів знежиреного молока, скотин та сироватки з-під кислого сиру при приготуванні продукції у закладах ресторанного господарства обмаль, вони не носять системного характеру. Отже, розробка науково обґрунтованих технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів

БВМС, виявлення закономірностей і механізмів регулювання їх функціонально-технологічних властивостей з метою подальшого застосування у приготуванні структурованої десертної продукції є актуальним.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретичні та експериментальні дослідження за темою дисертаційної роботи були проведені на базі науково-дослідних лабораторій кафедр процесів та устаткування харчової і готельно-ресторанної індустрії ім. М.І. Беляєва, товарознавства та експертизи товарів, лабораторії реологічних досліджень кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, проблемних науково-дослідних лабораторій Харківського державного університету харчування та торгівлі, в Інституті монокристалів НАН України, у відділі низькотемпературного консервування Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, Інноваційному модулі отримання та переробки молока Сумського національного аграрного університету, віварії ДЗ «Дніпровська медична академія МОЗ України», у виробничих умовах ТОВ «12 квартал» (м. Дніпро), КП «Міська молочна фабрика-кухня дитячого харчування» (м. Харків). Дослідження хімічного складу розроблених напівфабрикатів, мікробіологічні та токсикологічні дослідження проводили в акредитованій за системою сертифікації ISO/IEC 17025:2006 лабораторії Відділу екологічного моніторингу та якості продукції тваринного походження Інституту тваринництва Української академії аграрних наук (сmt. Кулиничі, Харківська обл.).

Під час проведення досліджень використовували комплекс загальноприйнятих та спеціальних фізичних, хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, на біологічних об'єктах (*in vivo*), мікробіологічних і математичних методів, що були модифіковані для роботи з харчовими системами на основі цільового використання нутрієнтів знежиреного молока, склотин та сироватки з-під кислого сиру.

Відповідно до мети дисертаційного дослідження розроблено план теоретичних та експериментальних робіт (рис. 2.1).



Рис. 2.1. План теоретичних та експериментальний досліджень

2.1. Об'єкти та матеріали досліджень

При проведенні експериментальних робіт об'єктом досліджень були процеси виділення та концентрування основних нутрієнтів знежиреного молока, сколотин, сироватки з-під кислого сиру з метою їх цільового використання у технологіях виробництва напівфабрикатів білково-вуглеводних та готової кулінарної продукції.

У рамках зазначеного об'єкта предметами досліджень були:

- молоко знежирене за ТУ 10-02.803-89,
- сколотини, отримані методом збивання вершків на масло-виготовлювачах безупинної дії за ТУ 46.39-079,
- сироватка з-під кислого сиру за ДСТУ 7515:2014,
- низькокальцієвий копреципітат зі сколотин за ТУ У 10.5-01566057-024:2013,
- молочно-білкові УФ ретентати БВМС з різним фактором концентрування, отримані в лабораторних умовах кафедри процесів та устаткування харчової і готельно-ресторанної індустрії ім. М.І. Беляєва ХДУХТ,
- молоко коров'яче питне за ДСТУ 2661:2010,
- вершки за ТУ У 15.5 – 23063575-00802004,
- морква сорту Шантене за ДСТУ 7035:2009,
- гарбуз сорту Ждана за ДСТУ 3190,
- пудра цукрова за ДСТУ 2316,
- желатин марки П-11 за ДСТУ 4564:2006,
- желатини марки Gelita 180, Gelita 240, за сертифікатом фірми-виробника, дозволена до використання Міністерством охорони здоров'я України (Додаток А),
- стабілізаційна система «Астрі Гель» (склад: цитрат натрію – Е331, лимонна кислота – Е330, фосфати калію – Е340, цитрат калію (калієва сіль лимонної кислоти, лимонний калій) – Е332; желюючі компоненти: каррагинан

(E407), пектини (E440); згущувачі: гуміарабік (E414), камедь ріжкового дерева (E410), декстроза (d-глюкоза), за сертифікатом фірми-виробника, дозволена до використання Міністерством охорони здоров'я України (Додаток А),

- яєчний порошок за ДСТУ 8719:2017,
- абрикоси свіжі за ГОСТ 21832,
- какао-порошок ДСТУ 4391:2005;
- плоди та пюре швидкозаморожені за діючою в Україні нормативною документацією та імпорного виробництва, дозволені до застосування МОЗ України;

- цукор-білий за ДСТУ 4623:2006,
- вода питна за ГОСТ 2874,
- структуроутворювачі за діючою в Україні нормативною документацією, що дозволені до застосування МОЗ України.

- модельні харчові системи, що містять вказані види сировини, структурно-механічні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості модельних харчових систем, що містять НКК зі сколотин та УФ ретентати БВМС, якість напівфабрикатів та кулінарної продукції.

Білково-вуглеводну молочну сировину отримували на підприємстві ТОВ «МОЛАГРО ПЛЮС», м. Лозова Харківської області протягом 2008...2018 років.

При проведенні досліджень використовували помірно гідрофільні напівпроникні ультрафільтраційні мембрани на основі сополімерів акрилонітрилу типу ПАН виробництва Інституту фізико-органічної хімії Національної академії наук республіки Білорусь. Дослідження проводили на мембранах марок ПАН-50 і ПАН-100.

2.2. Експериментальні лабораторні установки для проведення досліджень

2.2.1 Ультрафільтраційна лабораторна установка напівперіодичної дії з внутрішнім рециклом. Для проведення експериментальних досліджень з вивчення процесу ультрафільтрації БВМС як в тупиковому режимі, так і в режимі із застосуванням барботування, застосовували ультрафільтраційну лабораторну установку напівперіодичної дії з внутрішнім рециклом. Схема лабораторної установки наведена на рис. 2.2.

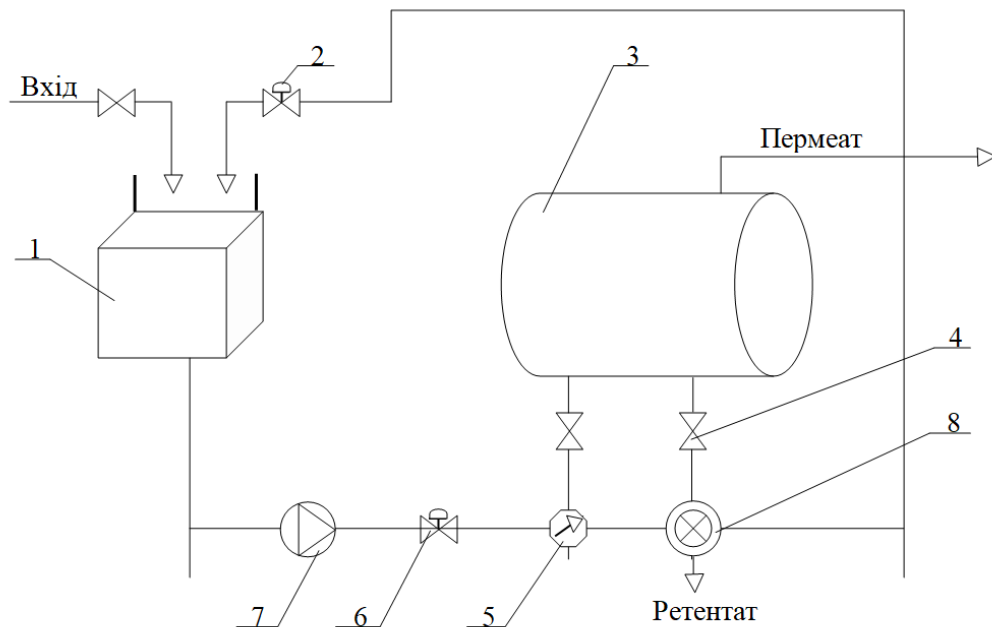


Рис. 2.2. Схема ультрафільтраційної установки напівперіодичної дії:
 1 – ємність із РВПС, що поділяється; 2, 6 – живильні клапани;
 3 – ультрафільтраційний модуль; 4 – кран; 5 – манометр;
 7 – перистальтичний насос; 8 – рефрактометр

Ультрафільтраційна установка напівперіодичної дії складається з наступних конструктивних елементів: ємності з РВПС, що поділяється 1, ультрафільтраційного модуля 3, двох живильних клапанів 2 і 6. Живильний клапан 2 призначений для регулювання подачі УФ ретентату в Рецикл з ультрафільтраційного модуля в ємність 1. Живильний клапан 6 призначений для регулювання подачі РВПС в ультрафільтраційний модуль за допомогою

перистальтичного насоса 7. Тиск в УФ модулі контролюється за допомогою манометра 5. У конструкції установки передбачений кран 4 відведення УФ ретентату по завершенні процесу ультрафільтраційного поділу і рефрактометр 8 для контролю вмісту сухих речовин в ретентаті.

Ультрафільтраційна установка працює наступним чином. РВПС, що поділяється, знаходиться в ємності 1, звідки подається в ультрафільтраційний модуль 3 за допомогою насоса 7. Утворений в результаті УФ ретентат рухається по замкнутому контуру «ємність для РВПС-насос-УФ модуль» до досягнення заданих значень фактора концентрування. Вміст сухих речовин в ретентаті контролюється за допомогою рефрактометра 8. Пермеат, що утворюється при цьому, виводиться з рецикла. Перевагою наведеної схеми є те, що за допомогою перистальтичного насоса в системі підтримується постійний високий рівень тиску, що контролюється манометром 5.

2.2.2 Ультрафільтраційна лабораторна установка на основі мембранного модуля з барботуючим пристроєм. Ультрафільтраційні ретентати та пермеати БВМС з різним фактором концентрування одержували за допомогою ультрафільтраційної лабораторної установки на основі мембранного модуля з барботуючим пристроєм, принципова схема якої представлена на рис. 2.3, а на рис. 2.4 наведено її зовнішній вигляд. На нижній кришці, яка має наскрізні радіально просвердлені отвори для виходу пермеата, кріпиться напівпроникна ультрафільтраційна мембрана 16. У верхню кришку вмонтовані манометр 2 для контролю над тиском процесу, що забезпечує підтримку необхідного тиску фільтрації при повній герметичності, і термометр 18, що поєднана з потенціометром 17 КСП-4. На верхній кришці також розташований кран для підведення і скидання тиску 9, через який за допомогою компресора 10 утворюється в середині модуля необхідний тиск.

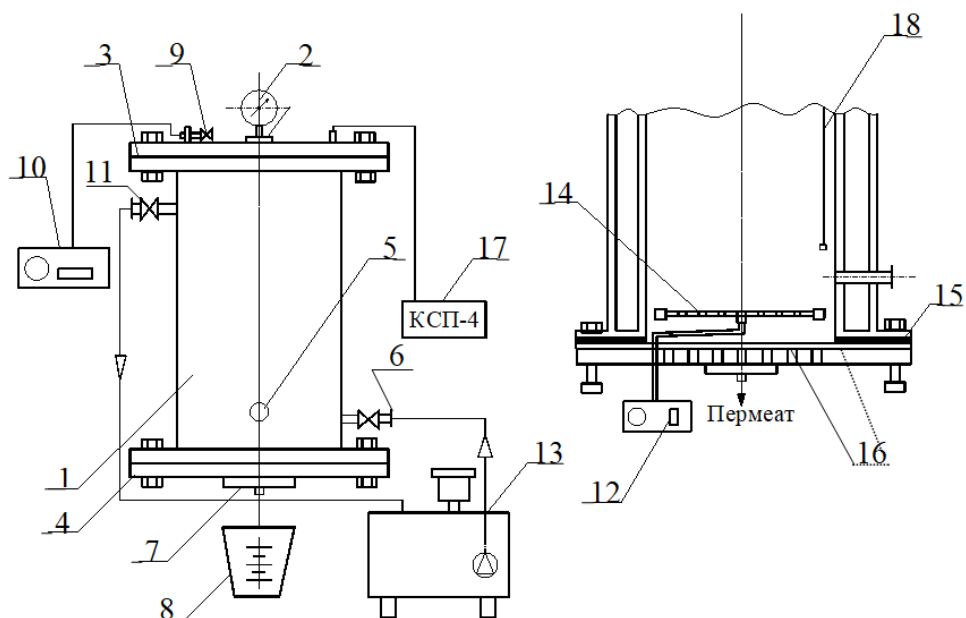


Рис. 2.3. Принципова схема ультрафільтраційної лабораторної установки на основі мембранного модуля з барботуючим пристроєм: 1 – корпус фільтруючого модуля; 2 – манометр; 3 – верхня кришка; 4 – нижня кришка; 5 – кран для відводу ультрафільтраційного ретентата; 6 – патрубок вводу проміжного теплоносія; 7 – штуцер відводу пермеату; 8 – емність для збору пермеату; 9 – кран для відводу і скидання тиску; 10 – компресор для нагнітання тиску; 11 – патрубок виводу проміжного теплоносія; 12 – компресор для барботування; 13 – ультратермостат; 14 – барботуючий пристрій; 15 – гумова прокладка; 16 – напівпроникна мембрана; 17 – потенціометр КСП-4; 18 – термопара



Рис. 2.4. Зовнішній вигляд ультрафільтраційної лабораторної установки на основі мембранного модуля із барботуючим пристроєм

Усередині робочої камери модуля паралельно поверхні напівпроникної мембрани розташований барботуючий пристрій (барботер) 14, виконаний у вигляді тора з отворами, який приєднаний до компресора для барботування 12. Фільтруючий модуль оснащений водяною рубашкою, температура води в якій регулюється за допомогою ультратермостату УТ-15 13 через патрубки вводу 6 і виводу 11 теплоносія. У нижній частині фільтруючого модуля виконаний кран 5 для відводу ультрафільтраційного ретентату РВПС. Пермеат за допомогою штуцера 7 відводиться з модуля і збирається в ємність 8. Сумарна робоча поверхня мембран в установці становить 0,024 м².

Процес УФ здійснюється наступним чином. Робочу камеру фільтруючого мембранного модуля заповнюють РВПС, що поділяється, створюють за допомогою компресора 10 необхідний тиск і здійснюють процес ультрафільтрації. Для дослідження впливу барботування на процес ультрафільтраційного поділу РВПС вмикають компресор для барботування 12, який через барботуючий пристрій 13 створює турбулізацію системи у поверхні напівпроникної мембрани 15. У процесі УФ пермеат проходить крізь пори мембрани, відводиться з фільтруючого модуля за допомогою штуцера 7 і збирається в ємність 8. Ультрафільтраційний ретентат поділяємої рідини після досягнення необхідного значення фактора концентрування відбирається з фільтруючого модуля 1 за допомогою крана 6.

2.3. Методи досліджень

Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних характеристик модельних систем, напівфабрикатів та готової продукції здійснювали сучасними методами за стандартними методиками з використанням відповідних приладів. Добір проб і підготовку їх для досліджень проводили за методикою [221].

2.3.1. Дослідження реологічних характеристик модельних сумішей. В'язкість розчинів визначали на віскозиметрі постійних напруг

ВПН-0,2 [222]. В основі роботи віскозиметра лежить властивість двофазного асинхронного двигуна з повним ротором типу АДП-362, що характеризується (у діапазоні швидкостей 20...40 об/хв.) лінійною залежністю крутного моменту від прикладеної до обмотки керування двигуна електричної напруги. Величина напруги зрушення визначається крутним моментом електродвигуна і геометричними розмірами вимірювальних поверхонь.

В'язкість дослідних систем розраховували за формулою

$$\eta = K \times U \times T \times A, \quad (2.1)$$

де η – в'язкість, Па/с; K – стала вимірювального вузла, Па/В; $K = 6,86$ Па/В; U – напруга управління, В; T – період обертання, с; A – коефіцієнт форми вимірювального вузла;

$$A = 7,47 \cdot 10.$$

Дослідження граничної напруги зсуву

Граничну напругу зсуву (ГНЗ) незруйнованої структури σ_0 (Па) досліджували на пенетрометрі Labor [223] і розраховували за формулою Ребіндера

$$\sigma_0 = k \frac{m \cdot g}{h^2}, \quad (2.2)$$

де m – маса індентора і стрижня приладу, яка діє на дослідний продукт (за мінусом тертя й опору пружини індентора), кг; g – прискорення вільного падіння м/с²; h – глибина занурення конуса, м; k – константа індентора.

Дослідження здатності утримувати вологу визначали за гравіметричним методом Грау-Хамма в модифікації А.А. Алексєєва, заснованим на визначенні кількості води, яка виділяється з продукту при легкому пресуванні [148].

Визначали міцність модельних систем за допомогою приладу Валента згідно з ГОСТ 26185-84. Дослідження міцності гелів проводили у 5-кратних повтореннях, експериментальні дані оброблювали з використанням критерію Ст'юдента, при цьому похибка експерименту не перевищувала 5,0%.

Температуру структуроутворення розчинів визначали за методом, заснованим на різкому підвищенні показника ефективної в'язкості розчину в момент початку гелеутворення. Гарячий розчин гелеутворювача заливали в циліндр та розташовували в термостаті віскозиметра. В циліндр з розчином занурювали ротор та обертали на мінімальних обертах. Температуру в термостаті знижували зі швидкістю 1°C за 2 хв. за допомогою водяного охолодження.

Температуру плавлення гелів визначали методом, заснованим на візуальному визначенні точки плавлення гелю. Використовували гелі, отримані в U-подібних скляних трубках таким чином, щоб висота стовпчиків зразка в трубці була різною. Після 24 годин структуроутворення за $t=4\pm 1^\circ\text{C}$ зразки розташовували у скляній ячійці з водяною рубашкою. Швидкість підвищення температури складала 1°C за 2 хв. Температура, за якої вміст трубок переходив у стан розчину і рівень стовпчиків в трубці вирівнювався, відзначалась як температура плавлення гелю.

2.3.2. Визначення кольориметричних характеристик напівфабрикатів. Характеристики кольорів зразків визначали за методом МКО XYZ (Міжнародна система координат CIE XYZ), який базується на триколіриметричній моделі кольору – синій, зелений та червоний, що є основними, інші кольори утворюються за рахунок змішування базових кольорів у відповідних співвідношеннях, які визначаються за координатами кольоровості x , y та z . Якщо їх сума складає 1:

$$x + y + z = 1, \quad (2.3)$$

у цьому випадку колір буде білим.

При цьому кольорова поверхня сприймається у своєму специфічному кольорі завдяки відбиттю світла з певною довжиною, усі останні хвилі є абсорбованими.

За допомогою означеного методу можна отримати спектри відбиття для непрозорих речовин та матеріалів вимірюванням спектрального коефіцієнта дифузійного відбиття R_λ (reflection).

На першому етапі визначали коефіцієнти дифузного відбиття зразків на спектрофотометрі СФ-2000 з приставкою дифузного та дзеркального відбиття СФО-2000, що дозволяє вимірювати спектри у діапазоні 300...800 нм за спектральної щілини 0,05...0,25 мм, діапазон зміни кута між нормаллю до поверхні зразка та напрямом освітлення – від 0° до 45° , діапазон зміни кута між нормаллю до поверхні зразка та напрямом відбиття – від 0° до 45° .

Перед вимірюванням спектрів дифузного відбиття зразків спочатку визначали інтенсивність темного току спектрофотометру, далі вимірювали спектр відбиття зразка порівняння (в усіх експериментах використовували стандартний білий зразок №1 з набору стандартних зразків НСОО-1 для СФО-2000), після чого вимірювали спектри відбиття усіх досліджуваних нами зразків.

На другому етапі за допомогою вбудованого програмного забезпечення SFScan розраховували характеристики кольорів дослідних зразків за отриманими спектрами відбиття. За допомогою математичної обробки спектрів дослідних зразків визначали характеристики кольору у триколіориметричній системі координат.

Координати кольору умовно виражені у відносних одиницях системи CIE – XYZ. Відповідно до вимог CIE – Commission Internationale de l'Eclairage – International Commission on Illumination, – параметри X, Y, Z розраховуються за наступними рівняннями:

$$X = \int_0^\infty I(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda, \quad (2.4)$$

$$Y = \int_0^{\infty} I(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda, \quad (2.5)$$

$$Z = \int_0^{\infty} I(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda. \quad (2.6)$$

За відповідними даними ми розраховували координати кольоровості x , y :

$$x = X/(X + Y + Z); y = Y/(X + Y + Z). \quad (2.7)$$

Отримані координати x і y за допомогою графіку кольорів у вигляді одиничної площини ($x + y + z = 1$) тривимірного простору кольорів (рис. 2.1) дозволяють визначити наступні показники – чистоту кольору (основного тону) P , %, яскравість T , %, домінуючу довжину хвилі λ , нм.

Для більш повної характеристики кольориметричних показників дослідних зразків також було використано систему CIE Lab, яка дозволяє характеризувати колір за параметрами (табл. 2.1): L^* – яскравість), a^* – зелено-червоний компонент кольору, b^* – синьо-жовтий компонент кольору, які розраховували за формулами:

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16, \quad (2.8)$$

$$a^* = 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)], \quad (2.9)$$

$$b^* = 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)], \quad (2.10)$$

де

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & . \end{cases} \quad (2.11)$$

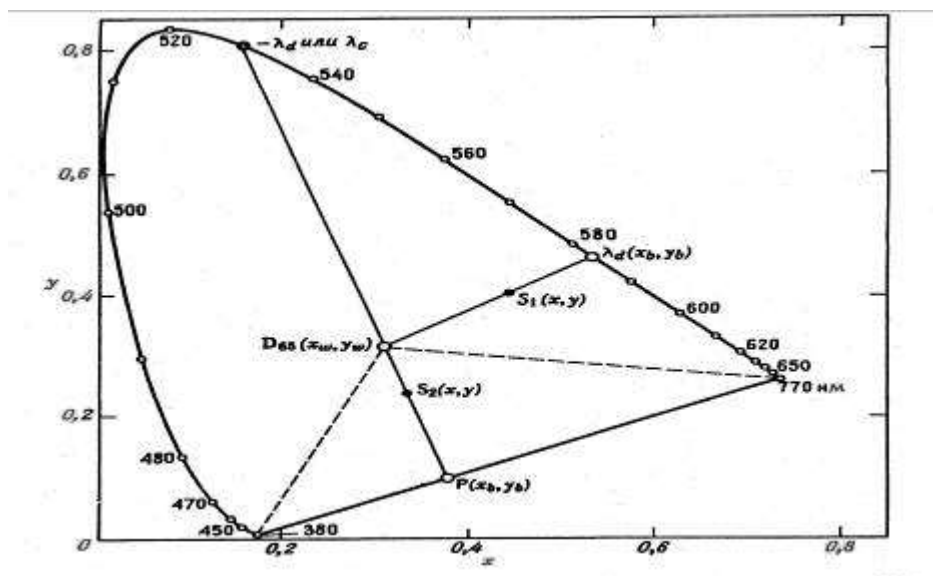


Рис. 2.5. Визначення характеристик кольорів за допомогою графіку кольоровості у системі CIE X, Y, Z

Комп'ютерне обладнання та відповідна програма дозволяють проводити розрахунки з визначення кольорових характеристик з використанням відповідних математичних алгоритмів.

Таблица 2.1

Характеристики кольору зразка за системою CIELab

Характеристика кольорів	Символ	Інтервал значень	Кількість значущих знаків
Яскравість	L^*	0-100 0 – чорний 100 – безбарвний	1
Червоно-зелений компонент	a^*	>0 червоний <0 зелений	2
Жовто-синій компонент	b^*	>0 жовтий <0 синій	2

Яскравість зразків розраховували за формулою:

$$L^* = 116f(Y/Y_n) - 16 \quad (2.12)$$

Значення червоно-зеленого компонента розраховувати за формулою:

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \quad (2.13)$$

Значення жовто-синього компонента розраховували за формулою:

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & t < (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29}, & t > (6/29)^3 \end{cases}, \quad b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] \quad (2.14)$$

Результати ми представили у спеціальній системі координат, на яку нанесено діаграму кольорів Хантера (рис. 2.6).

Ахроматичні кольори представлені на осі L, починаючи з абсолютно білого (L=100) і закінчуючи абсолютно чорним (L=0). Хроматичні кольори розташовані у площині, перпендикулярній до осі L: червоний колір лежить на осі (+a), зелений – на (-a), жовтий і синій – на (+b) і (-b) відповідно.

Таким чином, основні характеристики кольору за системою Хантера визначаються за відношенням a/b, що характеризує основний кольоровий тон, і за сумою $a^2 + b^2$, що визначає насиченість кольору. Ці обидві характеристики кольору подібні λ і P у системі МКО.

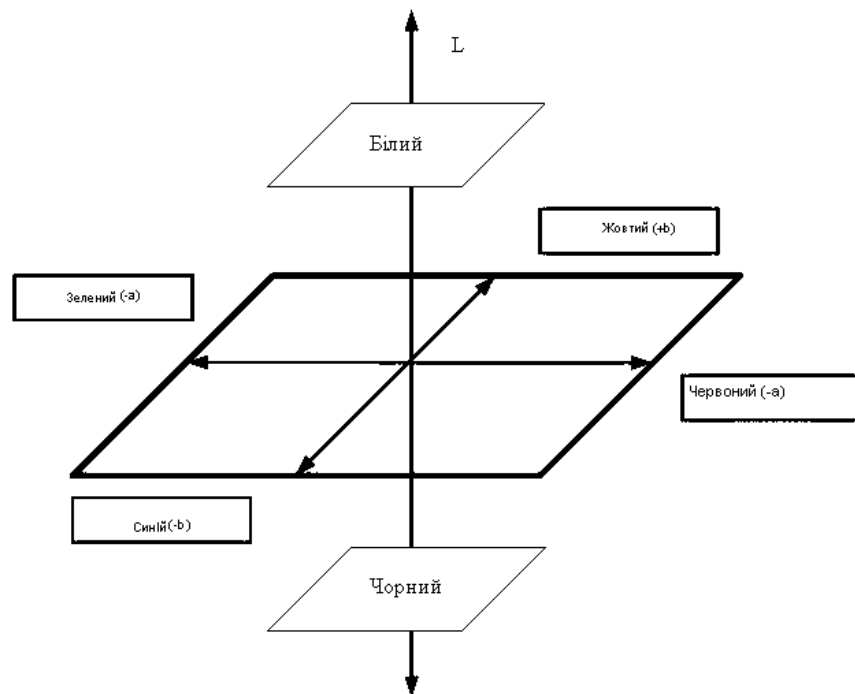


Рис. 2.6 Координати у системі Хантера для визначення показників кольору за параметрами L, a, b

Стандарт А застосовується у разі, якщо колір визначають супроти штучних джерел світла – ламп розжарювання, тоді як стандарт D65 застосовують при визначенні кольору на природному денному світлі.

2.3.3. Метод кріомікроскопічного дослідження напівфабрикатів при охолодженні. Морфологічні особливості кристалічної структури, що формується при фазовому переході, а також кількісну оцінку швидкості плавлення кристалів льоду в них вивчали методом кріомікроскопії.

Кріомікроскопія є єдиним методом, який дозволяє в реальному масштабі часу в широкому температурному діапазоні візуально спостерігати за кінетикою процесів, що супроводжують заморожування-відігрівання живих чи нефіксованих біологічних об'єктів (клітинні суспензії, тонкі фрагменти тканини) [224].

На рис. 2.7 представлений загальний вигляд кріомікроскопічного комплексу, створеного СКТБ з ДВ ІПКіК НАН України на основі макетних зразків низькотемпературних столиків, розроблених у відділі низькотемпературного консервування Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України [225].



Рис. 2.7. Загальний вигляд кріомікроскопічного комплексу

Кріомікроскопічний комплекс складається з кріоприставки, встановленої на предметному столику світлового мікроскопа МБІ 15-У4.2; блоку програмного керування, що задає режим охолодження, відігрівання і стабілізації температури в робочій камері кріоприставки; системи постачання холодоагентом, який використовували як рідкий азот.

Важливою технічною особливістю кріоприставки є можливість керування переохолодженням в її робочій камері і переохолодженням біологічного об'єкта за допомогою спеціального пристрою, який є капіляром, що заповнений дистильованою водою (патент України №13671 «Пристрій для кріомікроскопічних досліджень») [225].

Реєстрацію температури при охолодженні контролювали в робочій камері кріостоліка. Реєстрацію кінетики процесу кристалізації і плавлення розчинів здійснювали з використанням відеокамери-окуляра DCM-300 в режимі фото- і покадрової відеозйомки зі швидкістю 1 кадр через 5 с, при цьому кожний наступний кадр відповідав зниженню (підвищенню) температури в робочій камері на $0,08^{\circ}\text{C}$.

2.3.4. Визначення фазових переходів вологи і стану води в напівфабрикатах при температурі нижче 0°C . Метод диференціальної скануючої калориметрії використовували для дослідження впливу стабілізатора «Астрі Гель» на фазові переходи і склування в білково-вуглеводних напівфабрикатах з додаванням пюре з моркви і пюре з гарбуза. Робота була проведена на диференціальному скануючому калориметрі, розробленому і виготовленому в ІПКіК НАН України [226]. Цей прилад, згідно з класифікацією Уендланта, можна віднести до приладів типу «ДСК» (ДТА) [227]. Принцип роботи такого калориметра заснований на реєстрації теплових потоків, що надходять до зразка у процесі його безперервного нагріву [227]. На відміну від звичайного ДТА, тут реєструється інтегральний тепловий потік одночасно в багатьох точках поза зразком.

Блок-схема основних вузлів даного калориметра представлена на рис. 2.8.

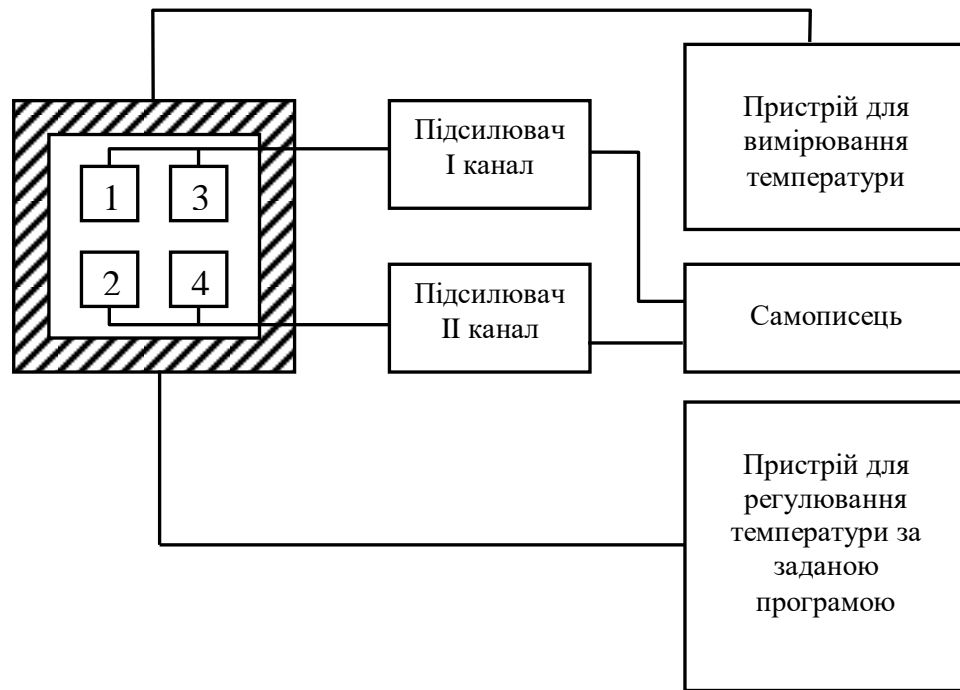


Рис. 2.8 – Блок-схема диференціального скануючого калориметра:

1-4 – комірки з термочутливими датчиками

Головними його елементами є ділянки з термочутливими датчиками 1 – 4, пристрої для регулювання температури за заданою програмою і її реєстрації, пристрої для посилення і реєстрації сигналів. Чотири термочутливі датчики дозволяють досліджувати одночасно два зразки за диференціальним методом. Детальний опис установки, її калібрування і роботи наведені в роботі [227].

Зразки напівфабрикатів масою 1 г поміщали в тонкостінну склянку з неіржавіючої сталі з товщиною стінок 0,1 мм і закривали кришкою. Охолодження зразків проводили шляхом занурення в рідкий азот з середньою швидкістю охолодження $200^{\circ}\text{C} / \text{хв}$. Температуру розклування і фазових переходів визначали на підставі термограм, отриманих при нагріванні зі швидкістю $0,5^{\circ}\text{C} / \text{хв}$ в діапазоні температур $0 - -150^{\circ}\text{C}$. Інтерпретацію термограм проводили так, як описано в роботах [226, 227].

2.3.5. Дослідження процесу піноутворення та стійкості пін БВМС, їх УФ-ретентатів, модельних сумішей на їх основі. Коефіцієнт флотації білків БВМС в піну визначали як відношення масової частки речовини в піні після збивання до його вмісту у вихідній системі.

Піноутворюючу здатність збитих систем визначали за формулою

$$ПС = \frac{V_{\text{піни}}}{V_{\text{суміші}}} \times 100, \quad (2.15)$$

де $ПС$ – піноутворююча здатність, %; $V_{\text{піни}}$ – об'єм піни після збивання, мл; $V_{\text{суміші}}$ – об'єм суміші, що збивається, мл [228].

Стійкість пінної структури систем визначали після 15-хвилинного вистоювання збитої суміші за формулою

$$СП = \frac{B_n^{15}}{B_n} \times 100, \quad (2.16)$$

де $СП$ – стійкість піни, %; B_n^{15} – висота піни після вистоювання, м; B_n – висота піни початкова, м [228].

Збитість морозива визначали за формулою

$$S = \frac{m_m - m}{m}, \quad (2.17)$$

де S – збитість морозива, %; m_m , m – маси відповідно морозива та суміші, взяті у рівних об'ємах, кг [229].

Об'ємну частку повітря у морозиві визначали за формулою:

$$V_a = \frac{S}{1 + S}, \quad (2.18)$$

де V_a – об'єм повітря, м³; S – збитість морозива, % [229].

Опір таненню визначали за допомогою пробника (d=35 мм, h=55 мм), яким відбирали зразки морозива і поміщали його у стаканчик із полімерним покриттям, по краям дна якого зроблені отвори для вільного витікання відталю

суміші. Стаканчик із морозивом підвішували у термостаті, де підтримувалась температура 25 °С. Відтала суміш стікала крізь отвори та збиралась у мірному стакані. Опір таненню визначали за часом накопичення 10 мл відталої суміші [229].

Дослідження дисперсності повітряної фази морозива. Визначення розміру повітряних кульок у морозиві під час фризювання проводили за методикою Фільчакової у модифікації Слюсар [230]. Зразки морозива поміщали під мікроскоп для мікрофотозйомки між двох стекол (предметним та покривним). У таких умовах лід у морозиві розтоплювався, волога у дисперсійному середовищі не випарювалась, завдяки чому плівки повітряних пухирців не зневоднювались та добре зберігались.

Мікроскопічний аналіз стану повітряної дисперсної фази дослідних зразків та її фіксацію проводили за допомогою мікроскопа, мікрофотонасадки МФП-7 та освітлювача СИ-19. Фотозйомку проводили у звичайних кімнатних умовах за допомогою мікрофотонасадки у прохідному світлі.

Підрахунок повітряних пухирців за фракціями та визначення їх середнього діаметру проводили на основі фотознімків за допомогою об'єктмікрометра. Для оцінки дисперсної повітряної фази визначали середньозважений діаметр часток:

$$d_{\text{ср.}} = \left[\sum_{i=1}^n d_i^3 \frac{N_i}{N} \right]^{\frac{1}{3}}, \quad (2.19)$$

де N_i – кількість часток у класовому інтервалі; N – загальна кількість часток за всіма класами; d_i – середній розмір часток дисперсної фази у класовому інтервалі.

2.3.6. Методи визначення харчової цінності та безпечності продуктів. Хімічний склад напівфабрикатів, а саме: вміст сирого протеїну,

сирого жиру, сухих речовин визначали в автоматичному режимі в одній пробі на інструментальному приладі «Bentley-150» за ISO 9001:2000 (Сертифікат IDA 0001461-1 від 16.12.2012 р.). Визначення вмісту азоту на даному приладі здійснюється методом К'ельдаля [231]. При цьому автоматично відбувається зважування зразка, його спалювання в концентрованій сірчаній кислоті, охолодження та розведення зразка дистильованою водою, нейтралізація кислоти, відгін аміаку і титрування кислотою його водного розчину. Кількість кислоти, що витрачається на титрування, пропорційна вмісту білкового азоту у зразку. Для перерахунку азоту на сирий протеїн у пам'ять приладу вводили коефіцієнт перерахунку, характерний для молочних виробів, що дорівнює 6,38.

Масову частку казеїну і сироваткових білків визначали рефрактометричним методом за ГОСТ 25179-90.

Амінокислотний склад білків визначали на автоматичному амінокислотному аналізаторі «Амінохром II», тип ОЕ-914.

Біологічну цінність розроблених виробів визначали за їх перетравленням «in vitro» за методом Покровського та Єртанова в модифікації Старожука [228].

Іншим показником біологічної цінності продуктів був розрахунок амінокислотного скору білка, який визначали за формулою:

$$\text{Амінокислотний скор} = \frac{\text{Кількість АК в 1 г досліджуваного білка}}{\text{Кількість АК в 1 г ідеального білка}} \times 100, \quad (2.20)$$

де АК – будь-яка незамінна амінокислота.

Рівень збалансованості незамінних амінокислот встановлювали шляхом порівняння їх скорів зі стандартним білком, запропонованим ФАО/ВООЗ [232, 232].

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу визначали за формулою:

$$U = \frac{C_{\min} \sum_{j=1}^k A_{ej}}{\sum_{i=1}^k A_j}, \quad (2.21)$$

де C_{\min} – мінімальний скор незамінних амінокислот білка, що оцінюється стосовно фізіологічно необхідної норми (еталону), частка одиниці; A_{ej} – масова частка j -ої незамінної амінокислоти в білковому еталоні, г /100 г білка; A_j – масова частка j -ої незамінної амінокислоти в продукті, г / 100 г білка.

Відносну біологічну цінність (ВБЦ) визначали тестуванням на інфузорії *Tetrahymena periformis* штаму Н-14 [234]. Метод засновано на визначенні інтенсивності розмноження інфузорій у середовищі з випробуваним продуктом за визначений проміжок часу.

Збалансованість виробів за співвідношенням незамінних речовин і їх відповідність формулі збалансованого харчування визначали відповідно до методики [228, 234].

Вміст цукру визначали за ГОСТ 8756.13.

Кількість кальцію та магнію у продуктах визначали трилонометричним методом [233], заснованим на утворенні в лужному середовищі комплексної сполуки елемента з трилоном Б. Кінцеву крапку титрування встановлювали за зміною забарвлення металіндикатора флуорексину (кальцеїну).

Визначення кількості фосфору проводили фотоколориметричним методом [236].

Вміст натрію і калію у продуктах визначали фотометричним методом на полум'яному фотометрі FLAFO-4 [237].

Кількість сірки визначали за методом Бенедикта-Деніса [233].

Вміст у зразках мікроелементів – цинку, міді, нікелю й марганцю – досліджували методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [238]. Кількість заліза і кобальту визначали за методикою [233].

Наявність у продуктах солей важких металів визначали за стандартними методиками [239-244].

Визначення тіаміну у продуктах проводили флюорометричним методом, заснованим на окислюванні тіаміну в лужному середовищі ферицианідом калію з утворенням сильно флюоресціюючої в ультрафіолетовому світлі сполуки – тіохрому, інтенсивність флюоресценції якого прямопропорційна вмісту тіаміну [233].

Кількісний вміст рибофлавіну визначали методом прямої флюорометрії, заснованим на визначенні інтенсивності флюоресценції до і після відновлення рибофлавіну гідросульфідом натрію [233].

Вміст ніацину досліджували хімічним колориметричним методом [233], заснованим на реакції взаємодії піридинового кільця нікотинової кислоти з бромистим роданом і утворенням забарвленого похідного глутанолового альдегіду в результаті взаємодії з ароматичними амінами. Інтенсивність забарвлення сполуки, що утворюється, прямопропорційна кількості ніацину.

Кількість токоферолу визначали хімічним методом, заснованим на колориметричному вимірюванні інтенсивності забарвлення, яке виникає при окислюванні токоферолів азотною кислотою у спиртовому розчині [233].

Мікробіологічні дослідження проводили відповідно до ГОСТ 9225-84 [245].

Визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, бактерій групи кишкових паличок, патогенних мікроорганізмів, у т. ч. бактерій роду *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* проводили відповідно до ГОСТ 9225 [246].

Параметри гострої токсичності напівфабрикатів білково-вуглеводних досліджували із використанням програмного пакету Probit Analysis за методикою Літчфілда та Вілкоксона [247]. Токсичність визначали наступними параметрами: максимально переносимою дозою ЛД₀, середньою смертельною дозою ЛД₅₀, також ЛД₁₆ і ЛД₈₄ для встановлення довірчих меж середньої

смертельної дози ЛД₅₀ і ЛД₁₀₀ за допомогою пробіт-аналізу з використанням комп'ютерної програми Probit Analysis v.2.0.0.6.

При доборі проб і їх підготовці до досліджень керувалися вимогами [248, 249].

2.3.7. Методи розрахунку економічної ефективності розробок. Для обґрунтування доцільності впровадження наукових розробок у практику діяльності використано комплексний показник ефекту впровадження наукової розробки, розрахований з дотриманням базових засад теорії нечітких множин та урахуванням науково-технічного, економічного, соціального, екологічного, маркетингового ефектів наукових розробок [250].

2.4. Обробка результатів досліджень

З метою запобігання впливу неконтрольованих факторів на результати досліджень усі експерименти проводилися в п'ятикратній повторності. Результати експериментальних досліджень піддавалися статистичній обробці методом найменших квадратів [251] для визначення похибки отриманих даних. За серіями кожного дослідження розраховувалася середня величина показника за формулою

$$\bar{Y} = \left[\sum_{i=1}^k N_i \times Y_i \right] \div N, \quad (2.22)$$

де \bar{Y} – середнє арифметичне значення результату; Y_i – значення результату в кожному досліді; N – кількість паралельних дослідів.

Далі аналізували дисперсії середнього арифметичного значення результату S^2 за кожною серією дослідів за формулою

$$S^2 = \left[\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2 \right] \div (N - 1), \quad (2.23)$$

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики з використанням ПЕОМ, зокрема використовували табличний процесор Excel 365 та проблемно-орієнтований пакет математичних обчислень MachCad.

Оформлення наукової роботи, побудову графіків і діаграм, що відображають експериментальні дані, робили за допомогою пакету прикладних програм Microsoft Office в операційному середовищі Windows.

Висновки за розділом

1. Для вирішення поставленої у дисертації наукової проблеми ми використали методологічні підходи – теоретичний аналіз, натурний експеримент і експеримент на базі ПЕОМ.

2. Визначено предмети досліджень – молоко знежирене, склотини, отримані методом збивання вершків на масловиготовлювачах безупинної дії, сироватка з-під кислого сиру, низькокальцієвий копреципітат зі склотин, молочно-білкові УФ ретентати БВМС з різним фактором концентрування, молоко коров'яче питне, вершки, морква сорту Шантене, гарбуз сорту Ждана, пудра цукрова, стабілізаційна система «Астрі Гель», желатин марки П-11, Gelita 180, Gelita 240, яєчний порошок, какао-порошок, плодови та пюре швидкозаморожені, цукор-білий, вода питна, модельні харчові системи, що містять зазначені види сировини, напівфабрикати білково-вуглеводні, продукція, виготовлена на основі напівфабрикатів білково-вуглеводних.

3. Обрано сукупність методів досліджень, що дозволяють отримати вірогідні результати. Описано методику планування експерименту, його математичної обробки, визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕОРЕТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ КОНЦЕНТРАТІВ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

3.1 Теоретичне обґрунтування та експериментальне визначення технологічних режимів одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин

3.1.1 Теоретичне обґрунтування термокислотного способу копреципітації білків сколотин. На сьогодні основні розроблені для промисловості методи виділення білкового комплексу (копреципітатів), засновані на термокальцієвій і термокислотній коагуляції, передбачають використання у якості сировинного джерела знежиреного молока, хоча сколотини не поступаються йому за якістю та властивостями. Своєрідність їх складу і технологічних властивостей – підвищена концентрація жиру й білків оболонок жирових кульок; часткова денатурація сироваткових білків унаслідок температурної обробки вершків перед виробництвом вершкового масла; коагуляційна м'якість – обмежує їх переробку. Але білкові продукти, отримані зі сколотин, на відміну від таких, що отримані зі знежиреного молока, мають велику здатність до утримання вологи і зберігають м'яку консистенцію, більш відповідну запитам споживачів, що може бути перевагою у їх використанні для виробництва продуктів харчування [252].

З даних літературного огляду відомо, що найбільш дешевим способом одержання молочно-білкових копреципітатів є використання високо-температурної коагуляції білків із застосуванням у якості осаджуючої речовини сироватки з-під кислого сиру. Проте, у вивченій літературі ми не виявили опис виробничих способів одержання копреципітату зі сколотин з використанням такої в якості коагулянту. Тому необхідно було виконати серію експериментів з розробки модифікованого способу виробництва

низькокальцієвого копреципітату (НКК) зі сколотин з метою його подальшого використання для виробництва кулінарної продукції.

За результатами аналізу літературного огляду та попередньої серії експериментів для проведення досліджень використовувались сколотини, отримані методом збивання вершків на масловиготовлювачах безупинної дії, та сироватка з-під кислого сиру (кислотністю 135...140°Т) у якості коагулянту [253].

Установлено, що мінімальна термостійкість білків у молочній сироватці спостерігається при рН 4,4...4,6 і температурі 93...95°С [254]. У цих умовах при достатній витримці відбувається повна коагуляція глобулярних молекул сироваткових білків і асоціація в досить великі агрегати усього β -казеїну, що знаходиться в сироватці. При витримці протягом 10 хвилин відбувається часткова чи повна денатурація практично всіх основних білкових фракцій. Однак, добре осаджується лише близько 29...46% сироваткових білків, інші утворюють дрібні колоїдні агрегати, що мають високу гідрофільність й стійкість в розчині, або частково денатурують. В останньому випадку відбувається неповне руйнування третинної структури, розгортання поліпептидних ланцюгів, експозиція сульфгідрильних груп; збільшується загальна поверхня часток і поверхнева гідрофобність; спостерігається помітне помутніння сироватки й ін. Стійкість сироваткових білків у розчині пояснюється їх низькою концентрацією, малою молекулярною масою і високою гідрофільністю.

Отже, для запобігання білкових утрат і використання сироватки з-під кислого сиру як додаткового джерела білка, необхідно вибрати інші параметри коагуляції білків, що забезпечують доосадження дестабілізованих термокислотою обробкою сироваткових білків, причому не тільки в складі сколотин, але й в складі самого коагулянта.

На думку закордонних учених [255], одним із шляхів запобігання цього недоліку може бути внесення додаткових центрів коагуляції, у якості яких можуть бути використані білки з молекулярною вагою більш 6000 і вмістом

гідрофобних груп більш 30%. У якості такого білка можна використовувати казеїн, тому що, за даними К. К. Горбатової [112], середня маса міцел казеїну складає 10800, а середній уміст в ньому гідрофобних груп – 34%. Крім того, зона рН 4,4...4,6, будучи оптимальною для термокоагуляції сироваткових білків, знаходиться поблизу ізоелектричної точки казеїну (рН 4,6...4,7).

Таким чином, наявність додаткових центрів коагуляції повинна сприяти доосадженню тієї частини дестабілізованих нагріванням сироваткових білків, що у силу малої концентрації білка в сироватці не змогли укрупнитися до великих часток. У молочній промисловості одним із джерел міцелярного казеїну є сколотини. Однак, сколотини крім міцелярного казеїну також містять сироватковий казеїн і сироваткові білки. Отже, для повного використання всіх білкових фракцій зі сколотин і сироватки з-під кислого сиру при одержанні НКК перед змішуванням необхідна їх попередня теплова обробка.

Авторами [256, 257] встановлено, що попереднє нагрівання сироватки з-під кислого сиру до температури 90...93°C і витримування при даній температурі протягом 30 хвилин сприяє більш повному використанню її білкового потенціалу. Сироватка з-під кислого сиру за таких умов виступає не тільки в ролі коагулянту, але й у ролі додаткового джерела білка.

Як встановлено рядом дослідників [257], зниження температури молока після його високотемпературної пастеризації з наступним внесенням коагулянту при більш низьких температурах призводить до одержання білкових мас із більш пластичною однорідною структурою, без крупчатости, близькою за консистенцією до жирного кислого сиру. Тому, на підставі отриманих авторами даних [258-261], і з метою забезпечення більш повного використання сухих речовин (СР), білка (Б), жиру (Ж) і одержання НКК із гарними органолептичними показниками треба передбачити здійснення охолодження сколотин і сироватки з-під кислого сиру після їх високотемпературної обробки (ВТО).

У процесі копреципітації білків сколотин, тобто при спільному осажденні казеїну, сироваткових білків і частково протеозо-пептонної фракції,

ступінь використання білків, як було відзначено раніше [258], складає близько 90 %. Це досягається завдяки одночасному впливу на білки двох факторів – теплового (висока температура осадження) і хімічного (використання сироватки з-під кислого сиру).

Відомо, що при температурі вище 70°C відбувається коагуляція сироваткових білків і утворення комплексу β -лактоглобуліну з χ -казеїном. Але, оскільки білки сколотин уже пройшли стадію високотемпературної обробки і частково денатуровані, при коагуляції вони утворюють ніжний згусток, що легко розбивається. Крім того, дрібнодисперсні сироваткові білки володіють високою здатністю до утримання вологи, а оболонкова речовина, звільнена при збиванні вершків, також обумовлює відносно низьку міцність згустку зі сколотин, знижуючи агрегативну здатність білкових часток [253]. В умовах подібного зниження стійкості колоїдних систем сколотин властивості осаду, що утворюється, і повнота осадження залежать від цілого ряду параметрів, серед яких основними можна вважати температурний режим процесу коагуляції, співвідношення маси коагулянту й сколотин, вид і температуру коагулянту. Таким чином, параметри технологічного процесу одержання й обробки білкового комплексу зі сколотин вимагають відповідного коректування з урахуванням специфіки вищезазначеної сировини.

3.1.2 Визначення технологічних параметрів і режимів одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин із заданими функціонально-технологічними властивостями. Визначення технологічних параметрів одержання НКК зі сколотин проводили у декілька етапів. Загальні результати проведених досліджень подані на рис. 3.1...3.4 та у табл. 3.1...3.5.

На першому етапі досліджень визначали вплив параметрів ВТО сколотин на ступінь переходу в концентрат сухих речовин, білка і жиру [262].

З метою встановлення оптимального інтервалу температури нагрівання сколотин, а також вивчення впливу різноманітних температур на фізико-

хімічні й органолептичні показники одержуваного концентрату – молочно-білкового концентрату – сколотини нагрівали до різноманітних температур в інтервалі 80...95°C протягом 10 · 60 с. Вносили в них невеликими порціями тонким струмком заздалегідь підготовлену сироватку з-під кислого сиру, обережно перемішуючи. Сироватку брали в кількості 30% від обсягу сколотин. Суміші давали спокій протягом 10 · 60 с, концентрат, що виділився, відфільтровували через лавсанову тканину і піддавали самопресуванню протягом (60...90) · 60 с. У якості об'єктивного показника консистенції НКК використовували показник ГНЗ.

Результати досліджень фізико-хімічних характеристик отриманих білкових мас подані на рис. 3.1 та у табл. 3.1.

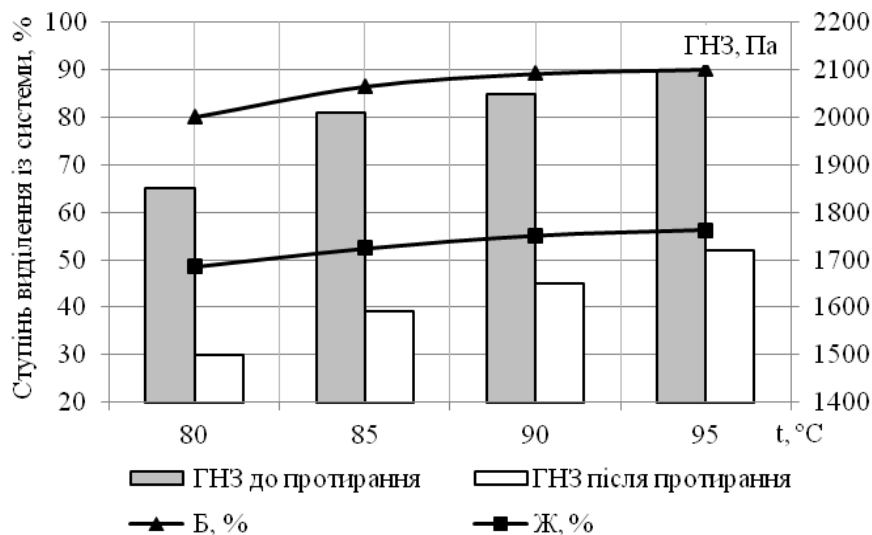


Рис. 3.1 Вплив температури ВТО сколотин на процес осадження і характеристики білкового концентрату

Аналіз отриманих даних свідчить, що температура ВТО сколотин істотно впливає на основні характеристики одержуваного білкового концентрату. Так, при підвищенні температури з 80 до 95°C ступінь виділення сухих речовин системи збільшується на 10,2%, білка – на 10,1%, жиру – на 7,7%. Про збільшення ступеня переходу СР, Б і Ж свідчить також зниження їх масових часток у сироватці, що утворюється. З підвищенням температури ВТО сколотин вологість білкового концентрату знижується.

Таблиця 3.1

Вплив температури обробки сколотин на якісні показники білкового концентрату та сироватки

Температура обробки сколотин, °С	Білковий концентрат				Сироватка		
	Вологість, %	Ступінь виділення сухих речовин, %	Консистенція	Смак, запах	Масова частка СР, %	Масова частка білка, %	Масова частка жиру, %
80	77,7±0,4	41,0±0,2	Ніжна, пастоподібна	Чисті, із легким запахом пастеризації	8,6±0,2	0,58±0,03	0,49±0,02
85	74,1±0,4	46,3±0,2	Ніжна, пластична, однорідна	Те ж	6,1±0,2	0,49±0,03	0,47±0,02
90	72,9±0,4	50,6±0,3	Однорідна, в міру щільна	-//-	5,7±0,2	0,42±0,03	0,45±0,02
95	71,1±0,4	51,2±0,3	Однорідна, у міру щільна, злегка крупчаста	-//-	5,2±0,2	0,37±0,03	0,42±0,02

Збільшення температури ВТО негативно позначається на водозв'язуючій спроможності згустку. На наш погляд, це пояснюється тим, що вплив високих температур (понад 90°C) призводить до денатурації сироваткових білків і їх агрегування з казеїном [262]. При впливі на білкові глобули молочної кислоти (після змішування склотин і сироватки) прискорюється синерезис гелю, що супроводжується інтенсивним випресовуванням вологи з полімерів молочно-білкової маси. Причому, чим вища температура, тим процес синерезису проходить інтенсивніше, отже, консистенція згустку стає щільнішою.

Відповідно до відзначеного, консистенція одержуваного НКК змінюється від пастоподібної до крупинчастої. ГНЗ продукту зі збільшенням температури ВТО підвищується від 1850 Па до 2100 Па. Протирання НКК поліпшує його консистенцію, знижуючи ГНЗ на 18...19%.

Слід також відзначити, що аналізований діапазон температур не має помітного впливу на органолептичні показники білкового концентрату (смак та запах).

Вплив тривалості ВТО склотин при температурі 95°C на основні характеристики білкового концентрату подані на рис. 3.2 та у табл. 3.2.

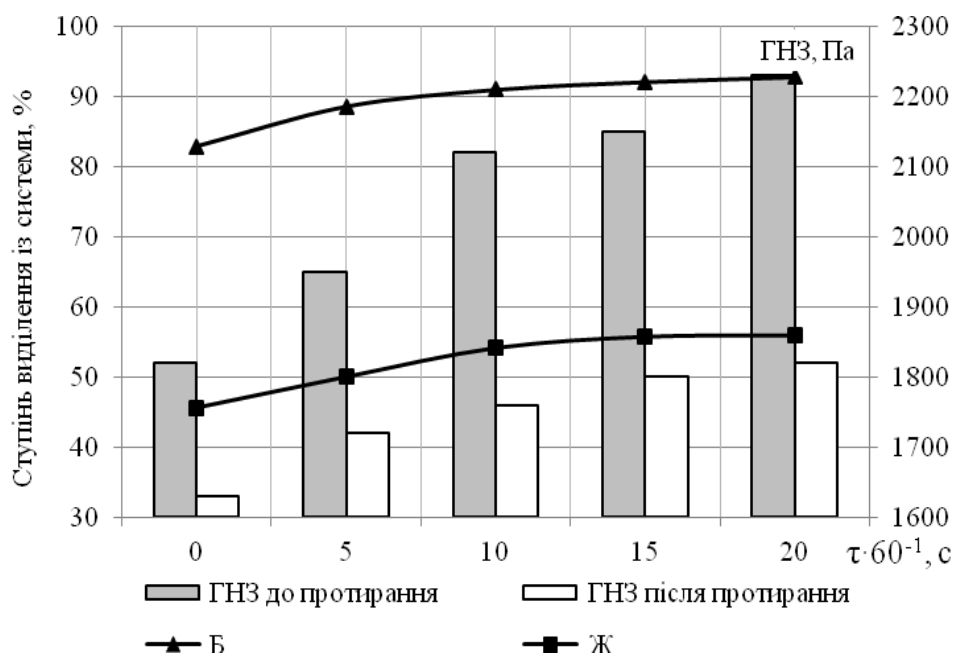


Рис. 3.2 Вплив тривалості високотемпературної обробки склотин на процес осадження і характеристики білкового концентрату

Таблиця 3.2

Вплив тривалості високотемпературної обробки сколотин на якісні показники білкового концентрату та сироватки

Тривалість ВТО сколотин, 60 с	Білковий концентрат				Сироватка		
	Вологість, %	Ступінь виділення сухих речовин, %	Консистенція	Смак, запах	Масова частка СР, %	Масова частка білка, %	Масова частка жиру, %
0	76,7±0,4	40,2±0,2	Дуже ніжна, пастоподібна	Чисті, із легким запахом пастеризації	7,4±0,2	0,52±0,04	0,47±0,01
5	74,3±0,4	43,1±0,2	Ніжна, пластична, однорідна	Те ж	5,9±0,2	0,42±0,04	0,47±0,01
10	72,4±0,4	47,6±0,3	Однорідна, у міру щільна	-//-	5,1±0,2	0,36±0,03	0,47±0,01
15	70,8±0,4	50,3±0,3	Однорідна, у міру щільна, злегка крупчаста	-//-	4,8±0,2	0,31±0,03	0,47±0,01
20	69,7±0,4	50,8±0,3	Щільна, крупчаста	Кислі, із надмірним запахом пастеризації	4,7±0,2	0,30±0,03	0,47±0,01

Як впливає з отриманих даних, із збільшенням тривалості ВТО ступінь виділення СР, Б і Ж з модельних систем збільшується. Найбільш інтенсивно збільшення ступеня виділення сухих речовин і білка спостерігається в діапазоні $(10...15) \cdot 60$ с, після чого темп збільшення ступеня виділення сухих речовин і високомолекулярних сполучень значно знижується. Так, при збільшенні тривалості ВТО склотин від 0 до $10 \cdot 60$ с ступінь виділення сухих речовин збільшився на 7,4%, білків – на 7,1%, жиру – на 8,5%, а подальша ВТО склотин протягом $(10...20) \cdot 60$ с призвела до збільшення ступеня виділення сухих речовин на 3,5%, білків – на 2,8 %, жиру – на 1,8 %.

Зменшення вологості копреципітату, як уже відзначалося, мабуть, є слідством інтенсивного протікання процесу синерезису внаслідок збільшення тривалості високотемпературного впливу на білки склотин при їхньому осадженні сироваткою з-під кислого сиру.

При тривалості ВТО склотин більш $(10...15) \cdot 60$ с значно погіршуються такі сенсорні показники якості НКК, як смак і запах. Приторні присмак і запах пастеризації утворюються внаслідок інтенсивного протікання реакції меланоїдиноутворення, тому що температура $93...95^{\circ}\text{C}$ є граничною для її початку, що значно погіршує якість одержуваного білкового концентрату.

Отже, найбільш оптимальними режимами високотемпературної обробки склотин, які сприяють максимальному виділенню сухих речовин і білків й не погіршують якісні показники одержуваного білкового концентрату, є температура ВТО $93...95^{\circ}\text{C}$ і тривалість $(10...15) \cdot 60$ с.

На наступному етапі досліджень визначали вплив зниження температури склотин після ВТО із наступним внесенням сироватки з-під кислого сиру на ступінь виділення із системи СР, Б і Ж. Результати досліджень наведені на рис. 3.3. та у табл. 3.3.

Як впливає з отриманих даних, при зниженні температури склотин до $75...80^{\circ}\text{C}$ консистенція білкового концентрату стає ніжною, однорідною, пастоподібною, що є слідством збільшення вологості продукту.

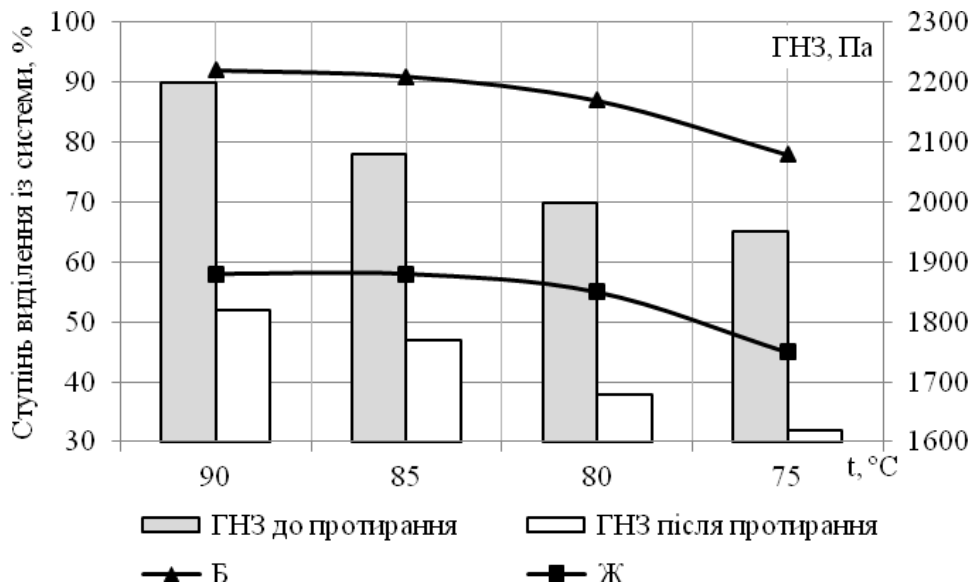


Рис. 3.3 Вплив температури охолодження сколотин, що піддавали ВТО, на процес осадження і характеристики білкового концентрату

Вміст вологи в НКК наближається до 76%, що відповідає вологості нежирного кислого сиру.

Зміна ГНЗ білкового концентрату відбувається убік зменшення його значень. Після протирання НКК значення ГНЗ знижуються на 15...20%.

Однак, при цьому значно знижується ступінь виділення СР із системи – на 7,8%. Ступінь виділення Б знижується з 95,8% до 85,7% (рис 3.3), відповідно збільшується вміст СР, Б і Ж у сироватці, що утворюється (табл. 3.3).

Охолодження сколотин до 85°C менш значно впливає на ступінь виділення СР, при охолодженні до 75°C ступінь виділення СР із системи знижується більш помітно, рівно як і накопичення СР і Б у сироватці відбувається більш інтенсивно. Аналогічні дані отримані і іншими авторами [259, 261].

Тому з метою забезпечення більш повного використання СР сколотин і одержання НКК з гарними органолептичними показниками було запропоновано охолоджувати сколотини після ВТО до 80...85°C.

Таблиця 3.3

Вплив температури охолодження сколотин, що піддавали високотемпературній обробці,
на якісні показники білкового концентрату і сироватки

Температура охолодження сколотин, що піддавались ВТО, °С	Білковий концентрат				Сироватка		
	Вологість, %	Ступінь виділення сухих речовин, %	Консистенція	Смак, запах	Масова частка СР, %	Масова частка білка, %	Масова частка жиру, %
90	69,7±0,4	51,2±0,2	Однорідна, в міру щільна, злегка крупчаста	Чисті, з легким запахом пастеризації	6,1±0,2	0,45±0,02	0,38±0,01
85	70,9±0,4	49,4±0,2	Однорідна, в міру щільна	Те ж	6,3±0,2	0,47±0,02	0,41±0,01
80	72,1±0,4	47,6±0,2	Ніжна, однорідна, пластична	-//-	6,7±0,2	0,50±0,02	0,45±0,01
75	75,8±0,4	43,4±0,2	Дуже ніжна пастоподібна	-//-	8,6±0,2	0,56±0,02	0,51±0,01

В наступній серії експериментів досліджували вплив співвідношення компонентів (сколотин і сироватки з-під кислого сиру) на процес осадження й основні характеристики одержуваного білкового концентрату [264]. Сироватку (титруємою кислотністю 135...140°Т) в кількості 20...50% від маси сколотин вводили після її ВТО і охолодження у відповідності з визначеними режимами, залишали суміш на 15·60 с і відфільтровували блковий концентрат, що утворився, через лавсанову матерію, як було вказано раніше.

Результати експериментів (табл. 3.4 та рис. 3.4) свідчать про значний вплив концентрації сироватки на ступінь виділення СР, Б і Ж сколотин і якісні характеристики білкового концентрату.

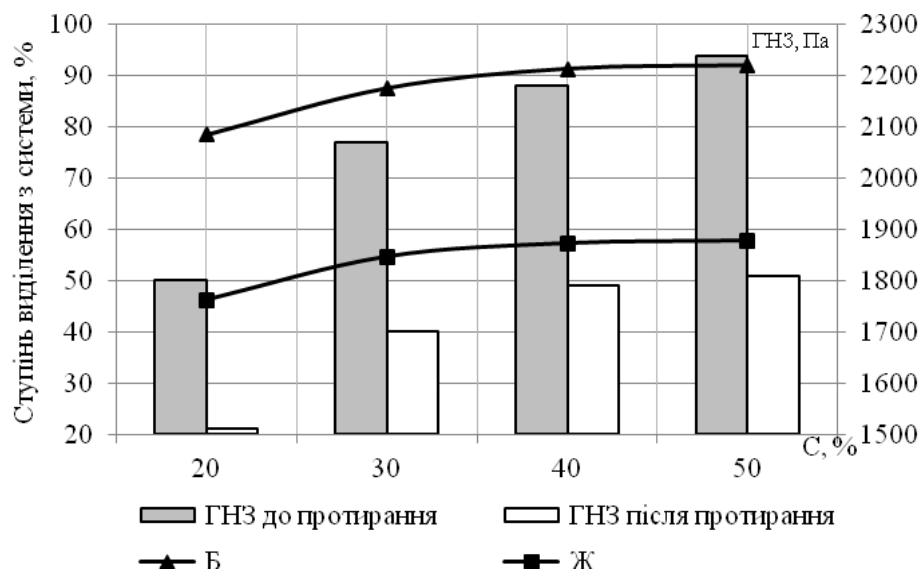


Рис. 3.4. Вплив концентрації сироватки з-під кислого сиру на процес осадження і характеристики білкового концентрату

Так, при введенні в сколотини 20% сироватки з-під кислого сиру ступінь виділення СР склала 42,7%, Б – 78,5%, Ж – 46,3%.

При введенні 50% сироватки ступінь виділення СР збільшується, хоча при цьому темп виділення указаних речовин значно знижується при введенні в сколотини більш ніж 40% сироватки з-під кислого сиру.

Таблиця 3.4

Вплив співвідношення сколотин і сироватки з-під кислого сиру на якісні показники білкового концентрату

Кількість коагулянту, % до маси сколотин	Білковий концентрат			
	Вологість, %	Ступінь виділення сухих речовин, %	Консистенція	Смак, запах
20	74,0±0,4	42,7±0,2	Дуже ніжна, однорідна, пастоподібна	Чисті, з легким запахом пастеризації
30	72,2±0,3	47,6±0,2	Ніжна, пластична, однорідна	Те ж
40	71,4±0,3	50,2±0,2	Однорідна, у міру щільна	-//-
50	67,6±0,3	50,8±0,3	Щільна, крупчаста	Кислі, із присмаком та запахом пастеризації

Консистенція концентрату зі збільшенням частки сироватки ущільнюється, стає більш пружною, що підтверджують результати дослідження ГНЗ (рис. 3.4).

На основі результатів досліджень був зроблений висновок про доцільність введення в якості раціональної кількості 30...40% сироватки з-під кислого сиру від маси сколотин, що піддавали ВТО, так як при достатньо високому ступені виділення СР, Б і Ж отримуваний концентрат має також гарні органолептичні показники.

На наступному етапі досліджень визначали вплив тривалості витримки суміші (τ) після введення коагулянту в сколотини, що піддавали ВТО, на повноту виділення СР і основні характеристики НКК. Результати досліджень приведені на рис. 3.5 і в табл. 3.5.

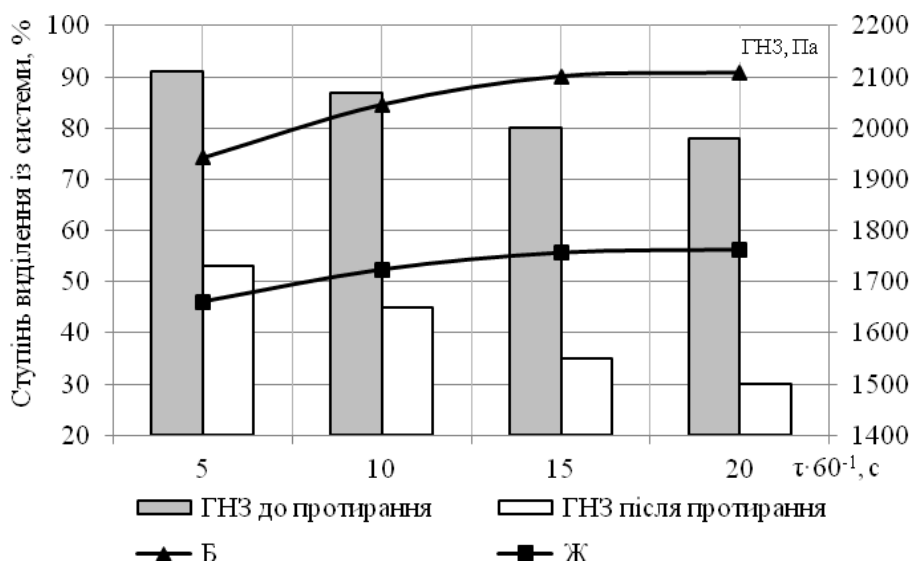


Рис 3.5 Вплив тривалості витримання суміші при температурі коагуляції на процес осаження та характеристики концентрату

Таблиця 3.5

Вплив тривалості витримування суміші при температурі коагуляції
на якісні показники білкового концентрату та сироватки

Тривалість витримуван ня суміші, · 60 с	Білковий концентрат				Сироватка		
	Вологість, %	Ступінь виділення сухих речовин, %	Консистенція	Смак, запах	Масова частка СР, %	Масова частка білка, %	Масова частка жиру, %
5	67,7±0,4	44,3±0,2	Однорідна, в міру щільна, злегка крупчаста	Чисті, з легким запахом пастеризації	8,9±0,2	0,58±0,02	0,48±0,01
10	69,8±0,4	46,4±0,2	Однорідна, в міру щільна	Те ж	6,7±0,2	0,51±0,02	0,45±0,01
15	71,2±0,4	50,1±0,2	Ніжна, однорідна	-//-	6,4±0,2	0,47±0,02	0,42±0,01
20	72,2±0,4	50,8±0,2	Дуже ніжна пастоподібна	-//-	6,2±0,2	0,44±0,02	0,40±0,01

Як впливає з отриманих даних, зі збільшенням витримки суміші ступінь виділення СР, Б, Ж із системи зростає, причому найбільш інтенсивне зростання відбувається при значенні τ до $(10...15) \cdot 60$ с. Так, у зазначених межах ступінь виділення СР складає 50,1%, Б – 90,1%, Ж – 55,7%. При подальшому витримуванні ступінь виділення СР збільшується усього на 0,7%, білка – на 0,7%, жиру – на 0,6%. Зниження вмісту СР, Б і Ж у сироватці, що утворюється, відбувається по аналогічній закономірності, тобто найбільшою мірою утримання зазначених речовин знижується при витримці суміші протягом $(10...15) \cdot 60$ с. При наступному витримуванні суміші зниження в сироватці вмісту СР, Б і Ж іде незначно.

У процесі збільшення тривалості витримки системи спостерігається зростання вологості НКК, що, на наш погляд, зв'язано зі збільшенням здатності білків сколотин до утримання вологи на фоні зниження температури системи. Збільшення вологості НКК є причиною незначного зниження значень ГНЗ (на 6%).

При одержанні НКК зі сколотин нами було помічено, що на його консистенцію впливають швидкість і інтенсивність охолодження білкового згустку, починаючи з температури 55°C і нижче.

З метою вивчення цього явища були проведені наступні дослідження.

Сколотини (відповідно до технології виробництва НКК) змішували із сироваткою при температурі $80...85^{\circ}\text{C}$. Після осадження й витримки білкового згустку протягом $10 \cdot 60$ с при цій температурі його охолоджували з 85 до 15°C , для чого сироватку поступово зливали, прохолоджували і знову повертали в ємність. Проби згустку в сироватці відбирали при різній температурі з інтервалом у 10°C , починаючи від 85 до 15°C , відфільтровували через лавсанову тканину і піддавали самопресуванню, після чого визначали вміст вологи й консистенцію отриманого концентрату.

Результати досліджень приведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Вплив температури охолодження НКК на його консистенцію та вміст води

Температура охолодження згустку, °С	Показники	
	вміст води, %	консистенція
85	69,8	В міру щільна, крупчаста
75	68,9	Щільна
65	69,5	Щільна
55	69,9	В міру щільна
45	70,9	Ніжна, пластична
35	71,5	Ніжна, пластична
25	72,7	Ніжна, пастоподібна
15	74,6	М'яка

Як випливає з табл. 3.6, при охолодженні до 75°C білковий згусток швидко зневоднюється (в ньому різко знижується вміст води), при цьому консистенція його помітно грубіє. Проби, відібрані в інтервалі температури 75...55°C, мали поступове збільшення вмісту води і задовільну консистенцію (вміст води НКК при цьому складав 69...70%). Охолодження від 85°C і до 15°C призводило до підвищення вмісту води в згустку до 75 %. При охолодженні згустку в інтервалі температури 45...30°C НКК має гарну м'яку консистенцію, раціональний вміст води – 71...73%, при подальшому охолодженні він стає зайво пухким, м'яким, мастким.

Можна припустити, що визначальну роль при цьому грає білок оболонки жирових кульок. Очевидно, при охолодженні відбуваються структурні перебудови білків у складі ліпопротеїнових комплексів оболонки.

Як указує Г.І. Клебанов [263], конформаційний перехід білків оболонки жирових кульок при охолодженні зрушується у бік низьких температур, структурні ж перебудови білків оболонки відбуваються у вузькому інтервалі температур, характерному для індивідуальних білків. Це погоджується з

даними, отриманими нами при охолодженні згустку зі сколотин при одержанні НКК.

Отже, для одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин гарної консистенції необхідно швидко охолодити згусток після коагуляції до 45°C. Подальше охолодження може з'явитися одним із способів регулювання вологості й консистенції НКК.

Таким чином, із метою забезпечення більш повного використання СР, Ж, Б сколотин й одержання низькокальцієвого копреципітату з гарними органолептичними показниками, максимально наближеними до сенсорних характеристик кислого сиру, були обрані такі режими термокислотної коагуляції [265]: ВТО сколотин при температурі 93...95°C протягом (10...15)·60 с, охолодження сколотин до 80...85°C, внесення 30...40% сироватки з-під кислого сиру кислотністю 135...140°Т, що має температуру 80...85°C, витримка отриманої суміші при температурі коагуляції (10...15)·60 с та інтенсивне охолодження її до 45°C з наступним відпресовуванням згустка.

3.1.3 Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та структурно-механічних показників низькокальцієвого копреципітату зі сколотин. На підставі серії попередніх експериментів і з урахуванням відомостей, що є у науково-технічній літературі, була розроблена технологічна схема одержання низькокальцієвого копреципітату зі сколотин, метою якої є максимальне використання сухих речовин сколотин з урахуванням структурно-механічних властивостей одержуваного продукту. Технологічна схема одержання НКК зі сколотин подана на рис. 3.6.

Спосіб одержання НКК здійснюється таким чином. Сколотини і сироватку з-під кислого сиру титруємою кислотністю 135...140°Т піддають ВТО окремо одне від одного при температурі 93...95°C та 90...93°C протягом (10...15)·60 с та (25...30)·60 с відповідно, після чого охолоджують до 80...85°C. Потім, у сколотини вносять сироватку з-під кислого сиру, в кількості 30...40%. Суміш після перемішування витримують протягом (10...15)·60 с, згусток

швидко охолоджують до $40...45^{\circ}\text{C}$ і відокремлюють самопресуванням у бязевих мішках [264, 265].

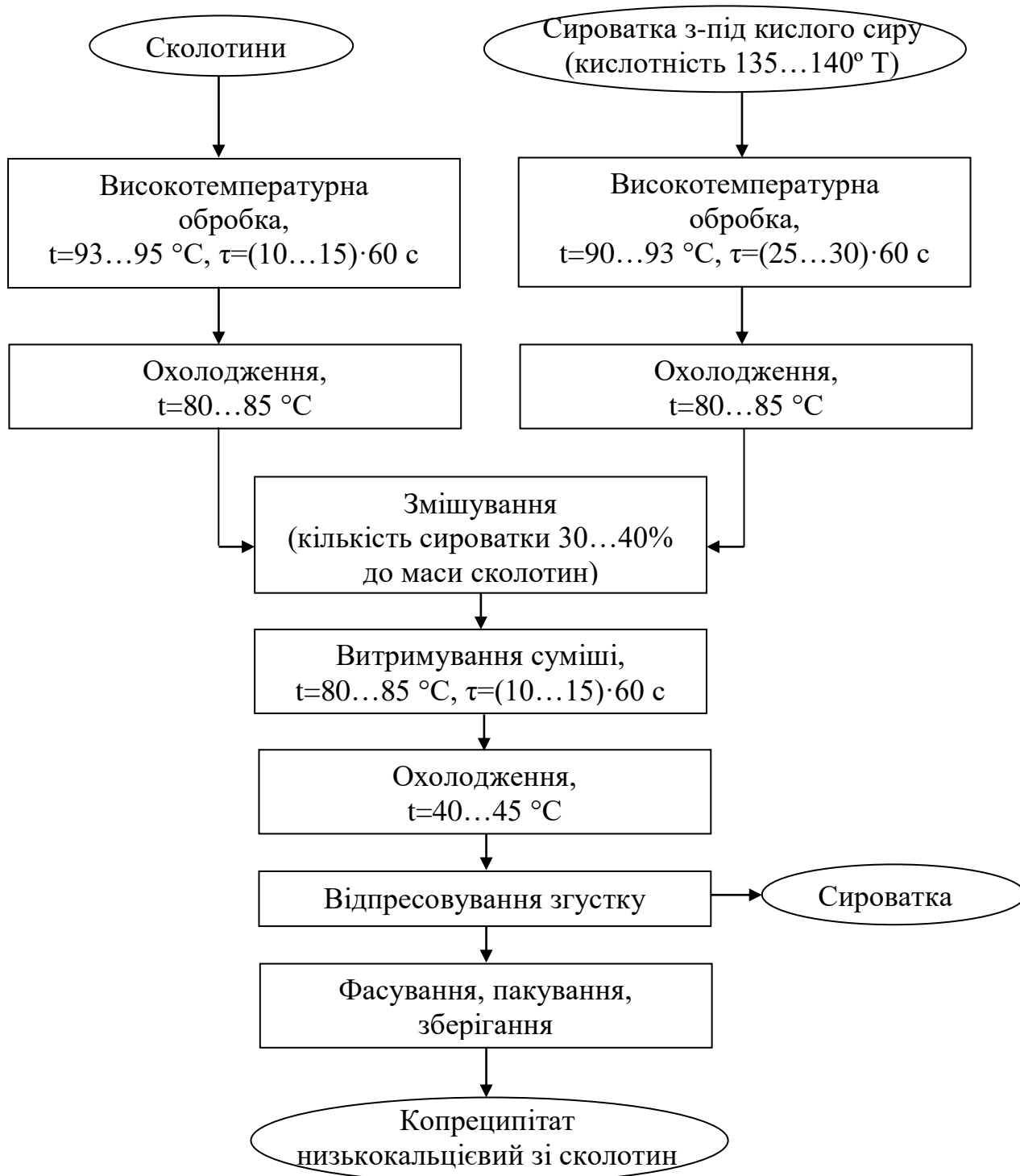


Рис. 3.6. Технологічна схема виробництва копреципітату низькокальцієвого зі сколотин

Запропонований спосіб одержання НКК дозволяє збільшити вихід молочних білків на 15...20% порівняно з традиційним нежирним кислим сиром, тому що при цьому використовуються сироваткові білки. Тому НКК, як сировина для виробництва кулінарної продукції, є більш доцільним. Крім того, тривалість процесу виробництва низькокальцієвого копреципітату зі сколотин у порівнянні з процесом отримання традиційного нежирного сиру значно скорочується – 1...1,5 години для НКК проти 10...12 годин для нежирного кислого сиру [264].

Оскільки одержуваний за розробленим способом низькокальцієвий копреципітат є нетрадиційним продуктом, що планується до подальшого використання при виробництві кулінарної продукції, було необхідно виконати дослідження його харчової цінності та функціонально-технологічних характеристик. Дослідження проводили паралельно з визначенням якісних характеристик нежирного кислого сиру, який використовували в якості контрольного зразка.

Досліджували органолептичні показники якості НКК (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Органолептичні показники молочно-білкових продуктів

Показники	Характеристика	
	НКК	Нежирний кислий сир
Зовнішній вигляд	Однорідна, пластична маса	Однорідна крупчаста маса
Смак і запах	Чисті, характерні для молочних продуктів, без сторонніх присмаків і запахів	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів
Консистенція	Однорідна, ніжна, така, що маститься	Однорідна, пухка
Колір	Однорідний, від білого до білого з кремовим відтінком	Білий, злегка синюватий
Органолептична оцінка якості, бал	5,0	4,8

Дані табл. 3.7 свідчать про високий рівень органолептичних показників НКК зі сколотин, що дає можливість його широкого використання при виробництві кулінарної продукції у закладах ресторанного господарства.

Хімічний склад низькокальцієвого копреципітату в порівнянні з нежирним кислим сиром приведений у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Хімічний склад молочно-білкових концентратів, %

Показник	НККС	Контроль
Волога	71,84±3,50	77,4
Сухі речовини	28,16±1,40	22,6
Білок	20,80±1,04	18,0
Жир	1,34±0,07	0,6
Зола	2,19±0,11	1,2
БЕР	1,01±0,05	0,8
Органічні кислоти	1,39±0,06	1,22
Вітаміни	1,43±0,07	0,78

Аналіз даних табл. 3.8 показує, що за вмістом сухих речовин НКК перевершує нежирний кислий сир на 24,6%, за вмістом білка – на 15,6%. Збільшується також у продукті вміст жиру, зольних елементів, безазотистих екстрактивних речовин, вітамінів.

Оскільки досліджувані продукти є високобілковими, значний вплив на їх харчову цінність має саме якість білка.

Дослідження форм азоту при одержанні НКК дозволило визначити склад його білків, поданий у табл. 3.9.

Як впливає з табл. 3.9, білки НКК містять у своєму складі крім казеїну і сироваткові білки, кількість яких складає 26% від маси протеїну. Нежирний сир, як і очікувалось, у складі білків містить тільки казеїн і не містить сироваткових білків.

Таблиця 3.9

Склад білків досліджених продуктів, %

Назва продукту	Білковий азот			Вміст білка		
	Усього	В тому числі		Усього	В тому числі	
		казеїновий	сироваткових білків		казеїн	сироваткові білки
НКК	3,26	2,41	0,85	20,8	15,4	5,4
Нежирний кислий сир	2,82	2,82	—	18,0	18,0	—

Дослідження амінокислотного складу білків молочно-білкових продуктів подано у табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Амінокислотний склад білків молочно-білкових продуктів,
% на натуральну речовину ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Назва амінокислоти	НКК	Нежирний сир
Незамінні:	7,769	7,680
лізин	1,417	1,450
треонін	0,912	0,800
валін	1,384	0,990
метіонін	0,502	0,480
ізолейцин	0,997	1,000
лейцин	1,742	1,850
фенілаланін	0,594	0,930
триптофан	0,221	0,180
Замінні :	12,767	10,270
гістидин	0,490	0,560
аргінін	0,605	0,810
аспарагінова	2,016	1,000
серин	2,348	0,820
глутамінова	4,311	3,300
пролін	1,004	2,000
гліцин	0,246	0,260
аланін	0,524	0,440
цистин	0,337	0,150
тирозин	0,886	0,930
Усього :	20,536	17,950

Як впливає з табл. 3.10, у білках обох продуктів ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, у тому числі всі незамінні. Молочно-білковий концентрат перевершує нежирний кислий сир як за кількістю замінних (на 29,2%), так і за кількістю незамінних амінокислот (на 1,16%). Частка останніх у білках НКК складає 37,8% від загальної суми амінокислот. Особливо великий вміст мають у концентраті лейцин (7,5...8,5% від загальної суми амінокислот і 21...22% від суми незамінних амінокислот), лізин (відповідно 6...7% і 16...18%), валін (відповідно 5,5...6,5% і 16...17%).

Із замінних амінокислот у НКК відмічено високий вміст аспарагінової (9... 10%), глутаминової (19...21%) кислот і серина (10...11% від загальної суми амінокислот), що є характерним для молочних продуктів.

Ще в минулому сторіччі дослідники прийшли до єдиної думки про те, що біологічну цінність білка необхідно виражати не в абсолютних, а у відносних одиницях (відсотках), тобто в порівнянні з аналогічними показниками стандартних білків, у якості яких прийняті білок суцільного курячого яйця або білки коров'ячого молока [112].

На практиці найбільше поширення для визначення біологічної цінності білків одержали методи амінокислотних шкал, засновані на використанні амінокислотного (хімічного) скору [266], інтегрованого амінокислотного показника Кюнау-Осера-Мітчелла [267] і індексу Корпачи [268]. Два останніх через велику складність розрахунків не знайшли широкого застосування і в даний час найчастіше використовують засіб визначення амінокислотних скорів у модифікації, запропонованій ФАО/ВООЗ [269], що дозволяє виявити так звані лімітуючі незамінні амінокислоти. Усі амінокислоти, скор яких складає менше 100%, є лімітуючими, а амінокислота з найменшим скором є головною лімітуючою амінокислотою.

Для визначення біологічної цінності й наявності лімітуючих амінокислот у досліджених продуктах розраховували скор незамінних амінокислот і порівнювали його зі стандартом ФАО/ВООЗ. У якості еталонного білка використовували гіпотетичну модель ФАО/ВООЗ, що рекомендує для

середньостатистичного дорослого споживача такі масові частки восьми незамінних амінокислот у 100 г цього білка: ізолейцин – 4,0 г; лейцин – 7,0 г; лізин – 5,5 г; метіонін+цистин – 3,5 г; фенілаланін+тирозин – 6,0 г; триптофан – 1,0 г; треонін – 4,0 г; валін – 5,0 г.

Розрахунок амінокислотного скору незамінних амінокислот досліджених продуктів і його зіставлення зі стандартними даними ФАО/ВООЗ наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Амінокислотний скор молочно-білкових продуктів

Найменування амінокислоти	Рекомендований ФАО/ВООЗ рівень утримання, мг у 1г білка	НКК		Нежирний кислий сир	
		мг	% до стандарту	мг	% до стандарту
Ізолейцин	40	47,9	120	55,6	139
Лейцин	70	83,8	120	102,7	147
Метіонін + цистин	35	40,3	115	35,0	100
Лізин	55	68,1	124	80,5	146
Фенілаланін+ тирозин	60	71,2	119	103,3	172
Треонін	40	43,9	110	44,4	111
Триптофан	10	10,6	106	10	100
Валін	50	66,5	133	55	110

Аналіз даних табл. 3.11 свідчить, що в складі білків НКК зі сколотин рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ, що само по собі свідчить про високу біологічну цінність продукту. Підвищений рівень сіркоутримаючих амінокислот (метіонін+цистин) у НКК є слідством наявності в ньому сироваткових білків.

Біологічна цінність продукту визначається з однієї сторони відповідністю розрахункового скору незамінних амінокислот стандарту ФАО/ВООЗ, а з іншого боку – ступенем гідролізуємості білків ферментами травного шляху.

Результати досліджень перетравлення НКК зі сколотин травними протеїназами приведені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12

Ступінь перетравлення і відносна біологічна цінність (ВБЦ)
молочно-білкових продуктів

Найменування виробів	Ступінь протеолізу, мкг/екв %			ВБЦ
	пепсином	трипсином	всього	
Казеїн-контроль	5,05	25,38	30,43	100
Низькокальцієвий копреципітат зі сколотин	5,09	22,38	27,47	127

Аналіз даних табл. 3.12 свідчить, що білки досліджуваних продуктів характеризуються високим ступенем гідролізуємості пепсином і декілька менше – трипсином, що пояснюється, на наш погляд, вищим в 2 рази вмістом молочного жиру у продукті.

Вивчення життєдіяльності клітин інфузорії *Tetrahymena periformis* показало повну відсутність загиблих інфузорій на витяжках із молочно-білкових продуктів.

Якість продуктів харчування визначається також утриманням у них мікро- та макроелементів. Характеристика мінерального складу досліджених продуктів подана в табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Мінеральний склад молочно-білкових концентратів

Макро-елементи	Вміст, г/кг		Мікроелементи	Вміст, мг/кг	
	НКК	Нежирний кислий сир		НКК	Нежирний кислий сир
Кальцій	1,62	1,2	Мідь	0,72	0,6
Фосфор	2,35	1,89	Кобальт	0,02	0,018
Калій	2,76	1,17	Марганець	0,31	0,78
Натрій	4,01	0,44	Цинк	2,37	3,64
Магній	0,42	0,24	Залізо	4,08	3,0

Як свідчать дані таблиці, вміст мінеральних речовин у НКК відрізняється широким спектром та високим відсотковим вмістом.

З табл. 3.13 очевидно, що за вмістом таких важливих макроелементів як кальцій, фосфор, магній, калій і натрій, розроблений продукт перевершує контрольний.

Співвідношення найбільш важливих макроелементів – Ca:P:Mg – для НКК із сколотин складає 1:1,45:0,26, що не зовсім відповідає формулі збалансованого харчування (1:1,5:0,5) – декілька занижений вміст магнію. Однак, такий рівень утримання магнію є характерним для молока та молочних продуктів. Наприклад, у контрольному зразку (нежирний кислий сир) це співвідношення складає 1:1,6:0,2; в сирі напівжирному - 1:1,4:0,14; в молоці стерилізованому – 1:0,8:0,12.

НКК зі сколотин також відрізняється значним утриманням таких мікроелементів, як залізо, кобальт, мідь, але уступає нежирному кислому сиру по кількості цинку та марганцю.

Вивчення вітамінного складу досліджених продуктів (рис. 3.14) показує, що НКК є гарним джерелом водорозчинних вітамінів. Так, по утриманню вітамінів групи В (В₁, В₂, В₁₂, В₆ та РР) розроблений продукт перевершує контроль на 45,4%. Збільшення водорозчинних вітамінів у НКК із сколотин пояснюється використанням при виробництві продукту сироватки з-під кислого сиру, яка багата на ці вітаміни.

Особливо слід відмітити високе утримання в НКК токоферолу (21%), що бере участь у процесах тканинного дихання і сприятливого засвоєння білків і жирів.

НКК, як і всі молочні продукти, відноситься до швидкопсувних [270]. У процесі зберігання в НКК можуть розвиватися патогенні мікроорганізми роду *St.aureus*, що викликають харчові отруєння; бактерії групи *Salmonella*; різноманітні види дріжджів, що надають продукту дріжджовий присмак; різноманітні види плісневих грибків; а також бактерії роду *Cytrifactor*, *Ceracia*, *Enterofactor*.

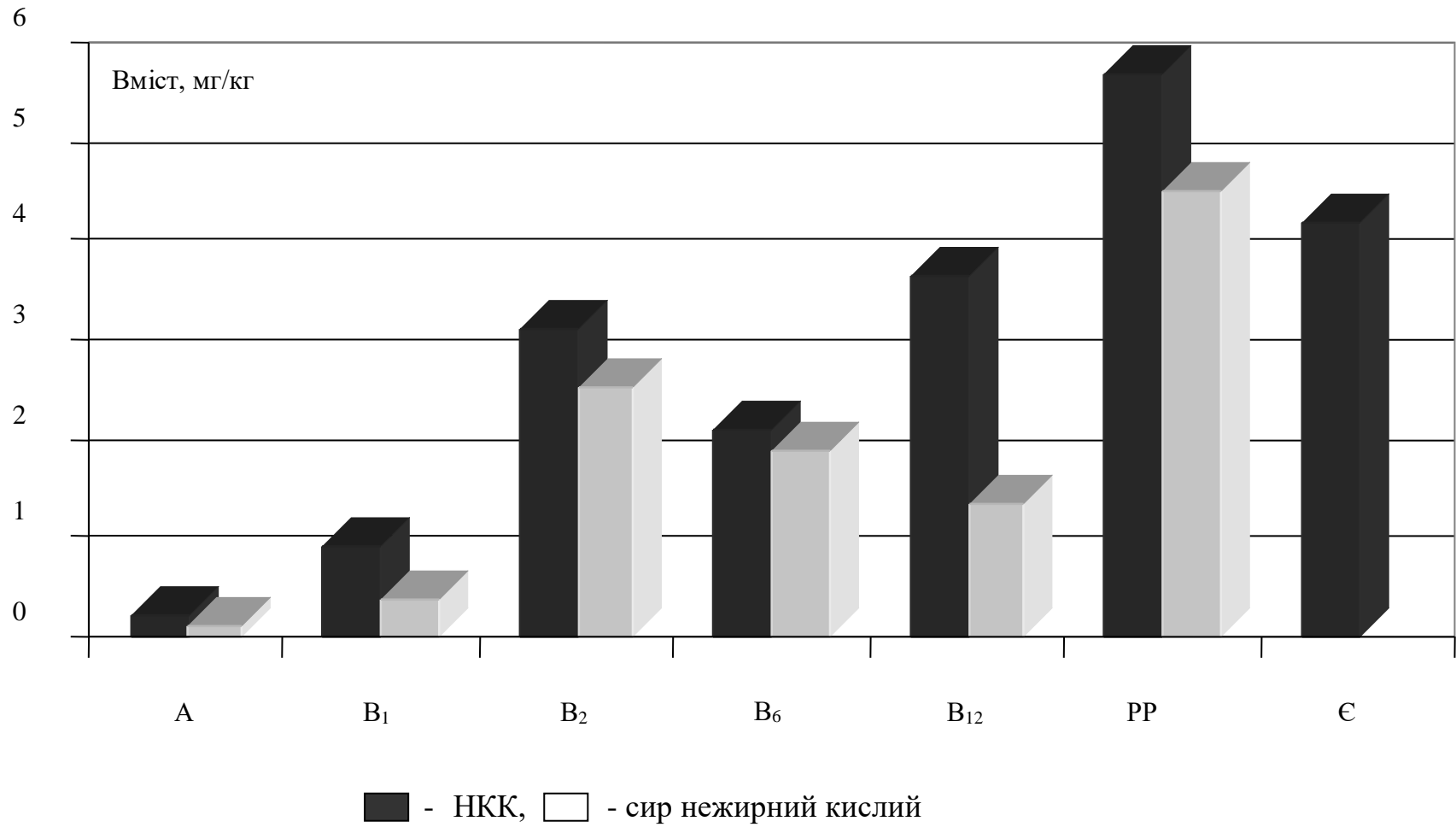


Рис. 3.14 Вітамінний склад молочно-білкових продуктів

Для запобігання розвитку цих процесів, а також уповільнення росту різноманітних мікроорганізмів НКК необхідно зберігати при температурі 2...4°C. Дана температура гнітюче впливає на ріст вищевказаних мікроорганізмів і бактерій у мікрофлорі НКК.

Для визначення термінів зберігання НКК були вивчені його мікробіологічні показники відразу після вироблення й у процесі його зберігання. Дані мікробіологічних досліджень подані в табл. 3.14.

Аналіз даних показує, що в момент виготовлення НКК, а також у процесі його зберігання при температурі 2...4°C протягом 36 годин, він має мікробіологічні показники, що відповідають якісному продукту. Патогенна мікрофлора протягом зазначеного проміжку часу в дослідженому продукті не виявлена, що дозволяє визначити цей проміжок часу як припустимий термін зберігання продукту.

Також для вибору оптимальних умов зберігання НКК були проведені дослідження з вивченням зміни його органолептичних і фізико-хімічних показників у процесі зберігання при температурі 2...4° С. Отримані дані подані в табл. 3.15.

Як витікає з табл. 3.15, органолептичні і фізико-хімічні показники НКК при зберіганні протягом 36 годин при температурі 2...4°C не змінюються.

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що припустимим терміном зберігання НКК є 36 годин при температурі 2...4°C.

Ще одним із показників якості продукту, що визначає його нешкідливість для організму, є рівень утримання граничноприпустимих концентрацій (ГПК) солей важких металів у даному продукті. Аналіз даних табл. 3.16 показує, що утримання солей важких металів у НКК знаходиться в припустимій для групи молока і молочних продуктів концентрації [264].

Таблиця 3.14

Мікробіологічні показники НКК під час його зберігання

НКК	Нормативи			Результати досліджень					
	Маса продукту, в якій не допускається наявність, г			БГКП		St aureus		Бактерії роду Salmonella	
	БГКП	St aureus	Бактерії роду Salmonella	засів, г	результат	засів, г	результат	засів, г	результат
у момент виготовлення	0,001	0,01	25	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	25	не виявлений
через 24 год	0,001	0,01	25	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	25	не виявлений
через 36 год	0,001	0,01	25	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	25	не виявлений
через 48 год	0,001	0,01	25	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений у 0,001 г – виявлений	0,1 0,01 0,001	не виявлений не виявлений не виявлений	25	не виявлений

Таблиця 3.15

Зміна органолептичних і фізико-хімічних показників НКК у процесі зберігання

НКК	Органолептичні показники НКК					Фізико-хімічні показники НКК			
	смак	запах	консистенція	колір	балл	кислотність, °Т	вологість, %	сухі речовини, %	pH
у момент виготовлення	Властивий молочним продуктам, без стороннього присмаку	Чистий властивий молочним продуктам, без стороннього запаху	М'яка, ніжна, однорідна, мастка	Білий рівномірний по всій поверхні	5±0,0	60,0±1,0	72,0±0,5	28,0±0,5	4,8±0,2
через 24 години	Властивий молочним продуктам, без стороннього присмаку	Чистий властивий молочним продуктам, без стороннього запаху	М'яка, ніжна, однорідна, мастка	Білий рівномірний по всій поверхні	5±0,0	65,0±1,0	72,0±0,5	28,0±0,5	4,8±0,2
через 36 годин	Властивий молочним продуктам, без стороннього присмаку	Чистий властивий молочним продуктам, без стороннього запаху	М'яка, ніжна, однорідна, мастка	Білий рівномірний по всій поверхні	5±0,0	72,0±1,0	71,0±0,5	29,0±0,5	4,7±0,2
Через 48 годин	Властивий молочним продуктам, з кислим присмаком	Властивий молочним продуктам, з кислим запахом	М'яка, ніжна, однорідна, мастка	Білий рівномірний по всій поверхні	4,5±0,0	90,0±1,0	70,0±0,5	30,0±0,5	4,5±0,2

Вміст солей важких металів у НКК

Найменування важких металів	ГПК для групи молочних продуктів, мг/кг, не більше	Вміст в НКК, мг/кг
Свинець	0,3	0,04
Миш'як	0,2	не виявлений
Кадмій	0,1	не виявлений
Ртуть	0,02	не виявлена
Мідь	5,0	1,2
Цинк	40,0	2,8

Отримані дані підтверджують високий рівень якості розробленого продукту і доцільність його використання в технологіях напівфабрикатів і кулінарних виробів на молочно-білковій основі.

3.2 Теоретичне та експериментальне обґрунтування технології ультрафільтраційних концентратів БВМС, отриманих за допомогою напівпроникних мембран типу ПАН

3.2.1 Теоретичний розгляд процесів концентраційної поляризації і гелеутворення на поверхні напівпроникних ультрафільтраційних мембран. Під час УФ-поділу рідких високомолекулярних полідисперсних систем (РВПС), в тому числі БВМС основною причиною, яка знижує ефективність процесу, є концентраційна поляризація високомолекулярних речовин на поверхні мембран. У зв'язку з цим вважаємо доцільним теоретичний розгляд даного явища з метою прогнозування можливих шляхів і методів його усунення або нівелювання.

Відомо, що характерною особливістю мембранних методів, зокрема, зворотнього осмосу і ультрафільтрації, є виникнення підвищеної концентрації затриманих речовин у поверхні мембрани. Це явище пояснюється тим, що кількість речовини, що підводиться конвективним потоком до мембрани, більше, ніж здатний відвести сумарний потік компонента, що затримується, за рахунок зворотної дифузії і перенесення через неї. Підвищення концентрації у

поверхні мембрани відбувається до тих пір, поки не встановиться динамічна рівновага між цими потоками. Збільшення концентрації затриманих речовин за рахунок зазначених явищ називається концентраційною поляризацією [271-273]. Величину концентраційної поляризації можна визначити як [274]:

$$\frac{C_m}{C_p} = \frac{\exp\left(G \cdot \frac{\delta_o}{D}\right)}{\varphi_u + (1 - \varphi_u) \cdot \exp\left(G \cdot \frac{\delta_o}{D}\right)}, \quad (3.1)$$

де C_m – концентрація речовини, що затримується у поверхні мембрани, мас. %; C_p – концентрація речовини, що затримується у ядрі потоку висхідної речовини, мас. %; G – проникність мембрани за фільтратом, м/с; δ_o – товщина пограничного дифузійного шару, м; D – коефіцієнт дифузії, м²/с; φ_u – істинна селективність ($\varphi_u = 1 - C_p$).

При перевищенні точки гелеутворення (розчини високомолекулярних речовин) або відтворення розчинності (в гідрофобних колоїдних системах) на поверхні мембран можуть формуватися гелевидні прошарки. Це призводить до значного збільшення гідравлічного опору масопереносу і до зміни початкових затримуючих властивостей мембран.

При фільтрації розчину на поверхні мембрани формується структура, що складається з двох шарів – граничного дифузійного і гелеподібного. Величина дифузійного приграничного шару характеризується таким значенням, в межах якого спостерігається помітна зміна концентрації речовини, що переноситься (рис. 3.15). Крім того, при обтіканні в'язкою рідиною твердих тіл епюра швидкості зміниться від граничного значення на мембрані до нульового значення на поверхні цього шару, так званого гідродинамічного приграничного шару. Його товщина залежить від режиму течії, що визначається числом Рейнольдса, і розраховується за виразами, запропонованим автором [275]. Для ламінарної течії рідини в фільтруючому каналі:

$$\delta_n = \frac{0,65 \cdot l}{\sqrt{Re}}, \quad (3.2)$$

для турбулентної течії:

$$\delta_n = 32,5 \cdot \frac{\nu}{\sqrt{u \cdot \lambda}}, \quad (3.3)$$

де l – довжина фільтруючого каналу, м; ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості, м²/с; u – швидкість руху рідини в каналі, м/с; $Re = \frac{u \cdot l}{\nu}$ – режим течії:

$$\lambda = 0,0032 + 0,221 \cdot Re^{0,237}. \quad (3.4)$$

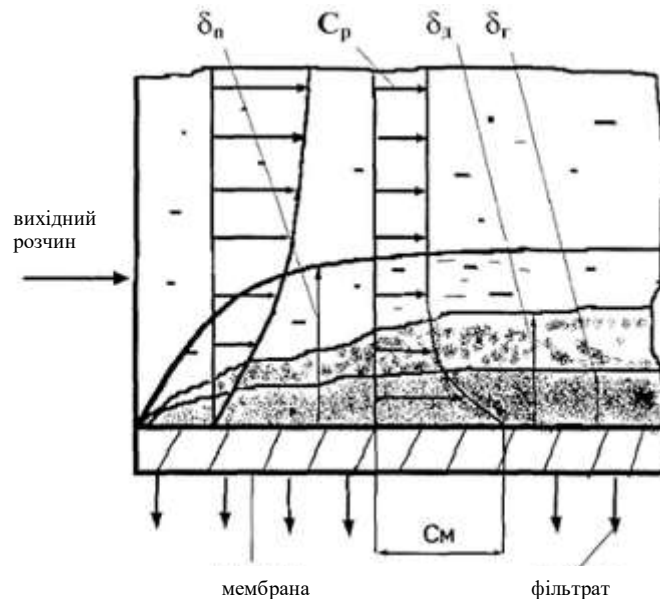


Рис. 3.15 Схематичне зображення гідродинамічного приграничного (δ_n), гелевого (δ_g) шарів

На величину дифузійного приграничного шару впливають гідродинамічні умови (Re), фізико-хімічні властивості робочого середовища (в'язкість і коефіцієнт молекулярної дифузії D), а також протяжність робочої ділянки мембрани. Фізико-хімічні властивості середовища враховуються критерієм Шмідта ($Sc = \frac{u}{D}$). Чим більше Sc , тим менша товщина дифузійного пограничного шару. При $Sc > 500$ дифузійний пограничний шар знаходиться в глибині гідродинамічного. Висота дифузійного шару по довжині мембрани

збільшується. Протяжність робочої ділянки мембрани в напрямку руху розчину, де товщина дифузійного приграничного шару досягає граничної величини, називається початковою дифузійною ділянкою.

Істотний вплив на процес перенесення розчинника через мембрану надає шар гелю, утворення якого найчастіше відбувається за стадією концентраційної поляризації. Це явище являє інтерес з точки зору оцінки можливого ступеня мембранного концентрування розчину і його впливу на опір в процесі масопереносу.

Можливість і умови гелеутворення вивчалися багатьма дослідниками. Модель гелеутворення найбільш наближена до реальних умов, що відбуваються на мембрані, запропонована автором [276]. Відповідно до цієї моделі, при досить великому значенні критерію Пекле і при виконанні умови

$Pe > \ln\left(\frac{C_z}{C_p}\right)$ процес гелеутворення починається з початкового моменту процесу

фільтрації. Критерій Пекле $Pe = \frac{v \cdot \delta_0}{D}$ – характеризує величину відношення конвективного потоку компонента, що затримується, до дифузійного (где v – швидкість фільтрації, м/с; D – коефіцієнт дифузії в шарі, м²/с; δ_0 – товщина дифузійного шару, м).

Якщо ця умова не виконується, процес протікає в два етапи: на першому відбувається накопичення високомолекулярних речовин на поверхні мембрани, на другому – виникнення гелю. Початок другого етапу визначається часом, τ_2 , який знаходиться так:

$$\tau_2 = \tau_0 \cdot \left(1 - C_p \cdot \exp\left(-\frac{Pe}{C_z}\right)\right), \quad (3.5)$$

де τ_0 – характерний час процесу.

За оцінкою авторів, за звичайних значень швидкості фільтрації присутні обидва етапи.

Інтерес заслуговує модель, в якій основним параметром оцінки гелеутворення є критичне число Pe^* . В цьому випадку, якщо розрахункове

значення Pe більше Pe^* , відбувається формування гелю. Якщо виконується умова $Pe > Pe^*$ – шар гелю на поверхні мембрани взагалі не утворюється. На думку дослідників, при великих значеннях Pe основна частина затриманих частинок несеться конвективним шляхом і утворення гелю прискорюється з одночасним зниженням його товщини. Критичне число Pe^* можна знайти з рівняння:

$$\frac{c_e}{c_p} = \frac{1 + \left(\frac{\gamma}{a} - 1\right) \cdot (1 - \exp[-Pe \cdot a \cdot v_m \cdot H])}{1 + \left(\frac{\gamma}{a} - 1\right) \cdot \exp[-Pe \cdot v] \cdot (1 - \exp[-Pe \cdot a \cdot v_m \cdot H])}, \quad (3.6)$$

де α – відміна середньої швидкості затриманих частинок в порах від швидкості води;

$$v = \frac{D_0}{D}; \quad v_m = \frac{D_0}{D_M}, \quad (3.7-3.8)$$

де D_0 – характерний коефіцієнт дифузії; D , D_M – коефіцієнт дифузії речовин, що затримуються у шарі, який переміщується та порах мембрани, m^2/c ;

$$H = \frac{h}{\delta_\delta}, \quad (3.9)$$

де h – товщина вихідної мембрани, м;

$$\gamma = \exp\Phi, \quad (3.10)$$

де γ – коефіцієнт розподілення; Φ – потенціал взаємодії затриманих частинок зі стінками мембранних пор; δ_δ – товщина дифузійного шару, м.

Введення в формулу рівноважного коефіцієнта розподілу γ , який пов'язаний із середнім значенням потенціалу адсорбції затриманих молекул Φ дозволяє зв'язати явище гелеутворення з основними фізико-хімічними параметрами системи мембрана – розчин. При $\gamma/\alpha \gg 1$ рівняння (3.6) спрощується та його можна привести до вигляду:

$$Pe > D_0 \cdot \ln \frac{C_2}{G \cdot \delta_0}, \quad (3.11)$$

де G – проникність вихідної мембрани, м/с.

У разі великих значень величини γ/α ($\gamma/\alpha=10$), як вважають автори, основну роль в проходженні частинок компонента, що затримується, грає дифузний механізм, який не в змозі істотно впливати на зростання товщини осаду.

3.2.2 Визначення технологічних параметрів і режимів одержання УФ-концентратів БВМС в тупиковому режимі і в режимі з барботуванням систем, що поділяються. З метою визначення характеристик процесу УФ-концентрування БВМС нами була використана математична модель за методом планування експерименту [277]. Рівняння регресії, отримане шляхом дослідження зміни параметрів УФ-концентрування БВМС, забезпечує вивчення процесів, які проходять під час УФ молочної сировини, а також визначення оптимальних умов УФ-концентрування БВМС для отримання їх ретентатів з різним значенням продуктивності УФ-мембран типу ПАН.

Розроблено математичну модель зміни продуктивності УФ-мембран (G) в процесі УФ-концентрування БВМС, яка дає можливість залежно від тиску (P), температури (t) та тривалості (τ) процесу УФ-концентрування визначити його оптимальні технологічні режими. Модель адекватна і описується рівнянням оптимізації:

$$G = 3,826 + 0,062 t + 4,299 P - 1,849 \tau + 8,828 \cdot 10^{-4} t^2 + 0,023 P^2 + 0,332 \tau^2 + 0,032 t \cdot P - 1,786 \cdot 10^{-3} t \cdot \tau - 0,08 P \cdot \tau \quad (3.12)$$

Аналіз отриманих рівнянь показав, що продуктивність УФ-мембран збільшується з підвищенням температури процесу УФ-концентрування БВМС і високого робочого тиску. Істотний вплив на продуктивність УФ-мембран і

тривалість процесу УФ-концентрування мають також парний вплив температури і тривалості, температури і робочого тиску.

В якості основних видів білково-вуглеводної молочної сировини використовували знежирене молоко, склотини і сироватку з-під кислого сиру. Оскільки кожен із зазначених видів БВМС отримують за різними технологічними схемами, спочатку вони відрізняються один від одного складом, властивостями, тому можна прогнозувати, що і процес ультрафільтрації кожного виду сировини матиме свої особливості.

У той же час, на підставі даних про хімічний склад БВМС і співвідношення розмірів пор УФ-мембран і розмірів молекул речовин, що входять до складу БВМС, можна прогнозувати, що в процесі ультрафільтрації до пермеату будуть проходити молекули лактози (молочного цукру), мінеральні речовини, вітаміни, органічні кислоти, розміри яких менше розмірів пор УФ-мембран типу ПАН. Досліджені мембрани будуть затримувати в ретентаті молекули білків ККФК, сироваткових білків, білків оболонки жирових кульок (у склотинах) і молочного жиру, розміри яких більше розмірів пор УФ-мембран типу ПАН.

З метою дослідження основних закономірностей процесу УФ білково-вуглеводної молочної сировини за допомогою мембран типу ПАН і впливу на нього додаткових інтенсифікуючих факторів експеримент проводили в кілька етапів [278, 279].

В результаті експерименту визначені раціональні технологічні параметри проведення УФ-розділення БВМС у тупиковому режимі з використанням УФ-мембран типу ПАН. Встановлено, що максимальна ефективність процесу ультрафільтраційного розділення всіх видів БВМС, що досліджувались, у тупиковому режимі має місце при значеннях тиску фільтрації – 0,4...0,5 МПа, температури поділюваних РВПС – 40...50 °С, тривалості процесу – (90...120) · 10⁻² с.

З метою інтенсифікації процесу УФ-поділу БВМС був запропонований спосіб удосконалення процесу шляхом барботування РВПС бульбашками

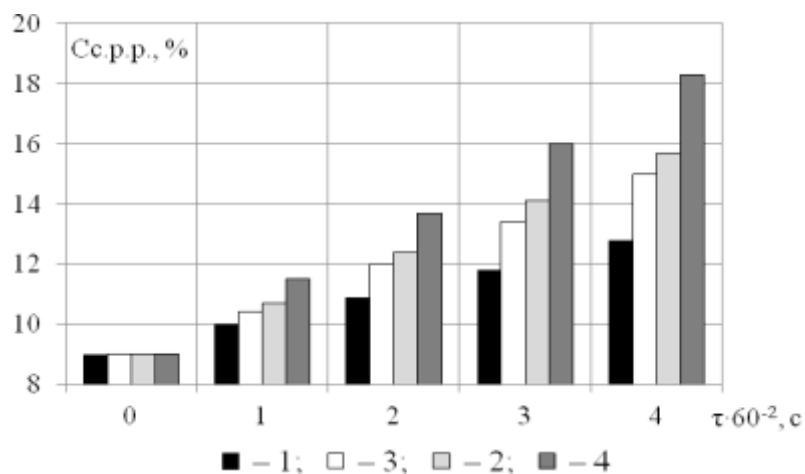
повітря або інертного газу в безпосередній близькості від поверхні напівпроникних ультрафільтраційних мембран [278]. Інтенсифікація процесу ультрафільтрації при цьому відбувається за рахунок сукупного впливу на гель, що утворився на поверхні мембрани, тиску барботування, турбулізації потоків РВПС і гідравлічного удару РВПС о поверхню УФ-мембрани.

На наступному етапі досліджували технологічні параметри проведення процесу ультрафільтрації БВМС в режимі барботування РВПС, що поділяються. Доведено, що найбільш ефективно проводити процес за температури 40...50 °С, тиску фільтрації – 0,4...0,5МПа. Барботування РВПС в безпосередній близькості від поверхні напівпроникної мембрани в значній мірі інтенсифікує процес ультрафільтрації БВМС і дозволяє збільшити його тривалість до 3,0...4,0 годин. Рекомендованими режимами барботування при цьому є частота барботування 0,10...0,15 хв⁻¹ і тиск барботування 0,56...0,58 МПа.

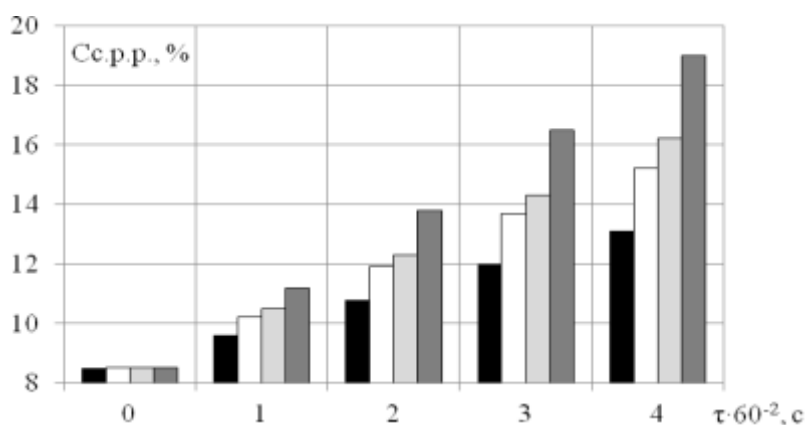
3.2.3 Якісні характеристики продуктів УФ-поділу БВМС за допомогою мембран типу ПАН. Як відомо, під час ультрафільтраційної обробки білково-вуглеводної молочної сировини отримують дві фракції – ретентат, який представляє собою збагачений високомолекулярними сполуками вихідний продукт, і пермеат, у водному середовищі якого знаходяться низькомолекулярні сполуки молока [279, 280]. Дослідження якісних характеристик продуктів УФ-поділу дає можливість оцінити ефективність ультрафільтраційної обробки БВМС.

Залежність вмісту сухих речовин (СР) в ультрафільтраційних ретентатах БВМС від тривалості ультрафільтрації в різних режимах обробки представлена на рис. 3.16.

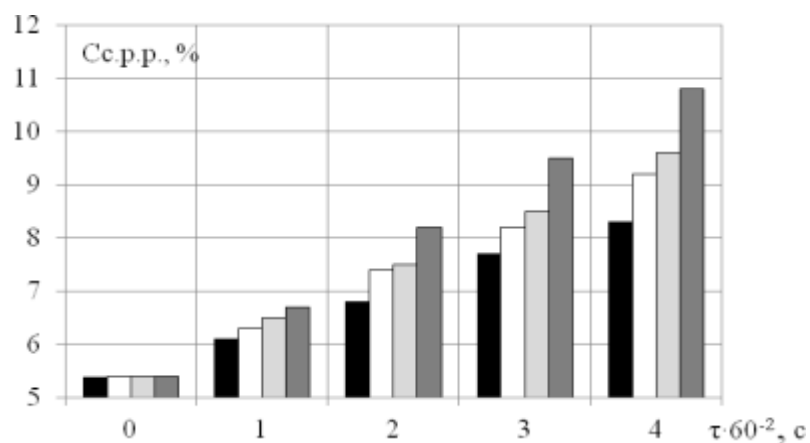
З даних рисунка витікає, що зі збільшенням тривалості процесу УФ як в тупиковому режимі, так і в режимі барботування вміст СР в УФ-ретентатах підвищується. Це відбувається за рахунок виведення з продукту розчинника (води) разом з низькомолекулярними речовинами, і, як наслідок цього, збільшення концентрації білка і жиру в одиниці об'єму ретентату БВМС.



а) СКОЛОТИНИ



б) знежирене молоко



в) сироватка з-під кислого сиру

Рис. 3.16 Залежність вмісту сухих речовин ($C_{\text{с.р.р.}}$) в ретентатах БВМС від тривалості (τ) мембраного розділення з використанням УФ-мембран ПАН-50 (1, 2) и ПАН-100 (3, 4) у тупиковому режимі (1, 3) та в режимі барботування (2, 4):

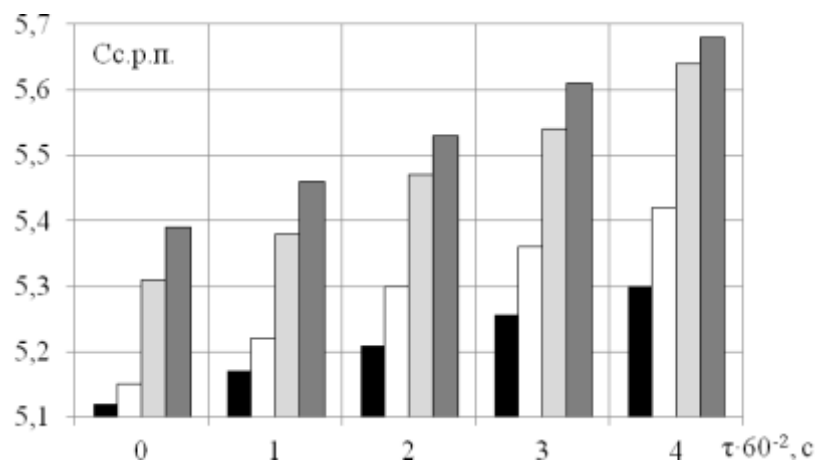
■ - 1; □ - 3; ▨ - 2; ■ - 4

При цьому підвищення вмісту СР в ретентатах всіх трьох видів БВМС при ультрафільтрації в тупиковому режимі відбувається повільніше, ніж при ультрафільтрації в режимі барботування. Використання барботування дозволяє підвищити вміст СР в УФ-ретентаті скотин – в 1,6...1,8 рази (рис. 3.16 а), в УФ-ретентаті знежиреного молока – в 1,6...1,7 рази (рис. 3.16 б), в УФ-ретентаті сироватки з-під кислого сиру – в 1,4...1,5 рази (рис. 3.16 в). Це ще раз підтверджує той факт, що застосування барботування РВПС, що поділяємо, перешкоджає утворенню на поверхні УФ-мембрани поляризаційного шару високомолекулярних речовин, внаслідок чого збільшується продуктивність мембрани і швидкість проходження через неї розчинника з низькомолекулярними речовинами, що містяться в ньому.

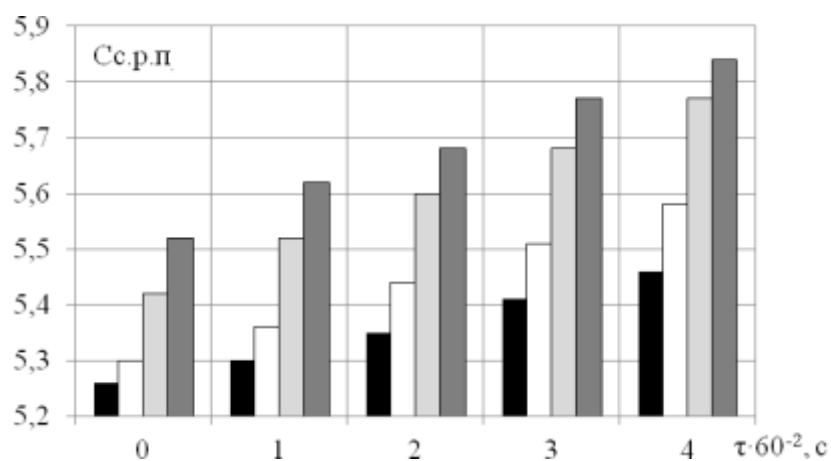
На рис. 3.17 приведена залежність вмісту СР в пермеаті БВМС від тривалості процесу їх ультрафільтрації з використанням напівпроникних мембран типу ПАН. З даних рисунка можна зробити висновок, що зі збільшенням тривалості процесу УФ вміст сухих речовин в пермеаті також незначно підвищується, причому всі отримані залежності носять лінійний характер. На нашу думку, це відбувається як внаслідок переходу в пермеат лактози, мінеральних елементів, вітамінів, органічних кислот, так і за рахунок проходження крізь пори мембрани окремих фракцій білків молока і поліпептидних обривків білкових молекул, розмір яких менше розміру пір УФ-мембрани [279].

Використання в процесі УФ-обробки барботування РВПС підвищує вміст сухих речовин в пермеаті всіх видів БВМС в середньому на 3...4%, що відбувається за рахунок збільшення швидкості проходження пермеата крізь пори мембрани, а також за рахунок підвищення кількості молекул високомолекулярних речовин, які потрапляють в пермеат внаслідок руйнування поляризаційного шару на поверхні мембрани під дією барботування РВПС.

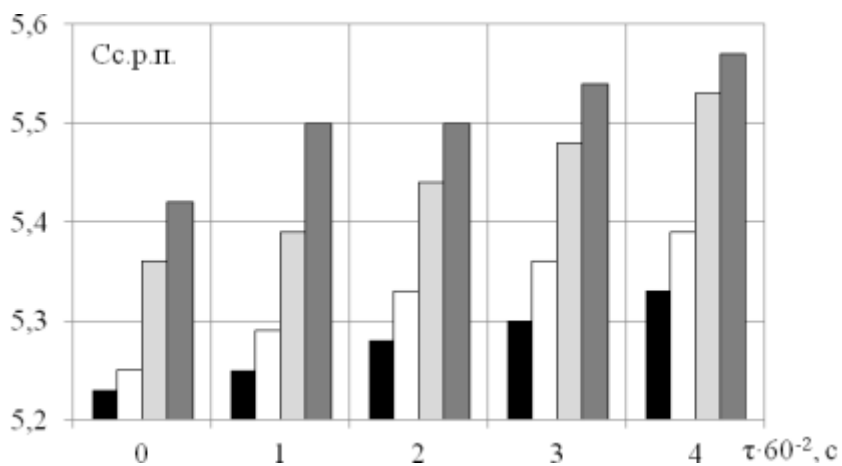
На рис. 3.18 представлена кінетика відношення вмісту сухих речовин у ретентаті до вмісту сухих речовин в пермеаті при мембранному розділенні БВМС з використанням УФ-мембран типу ПАН. Як показує аналіз графічних



а) сколотини



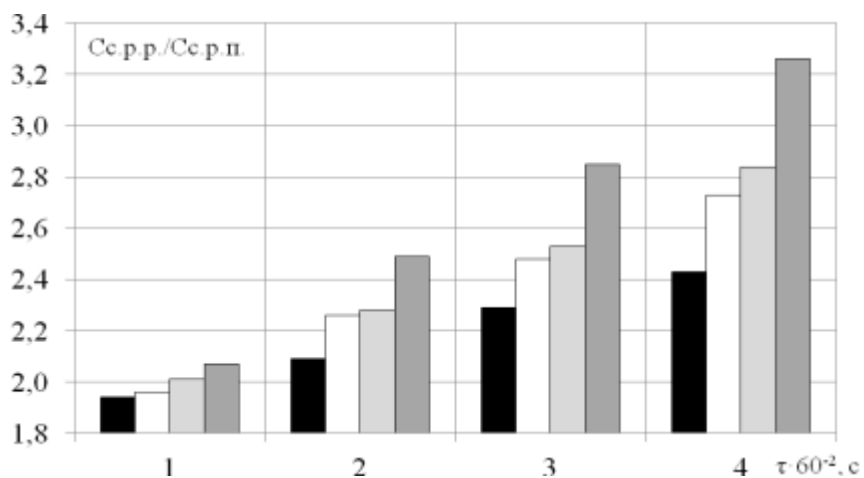
б) знежирене молоко



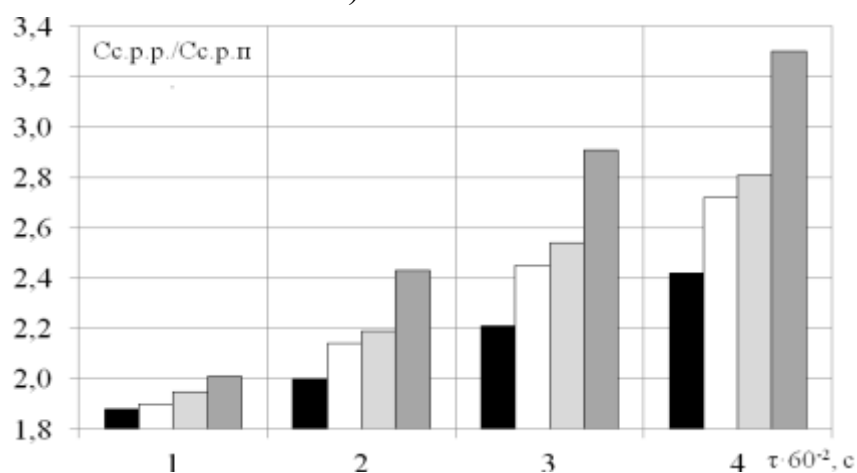
в) сироватка з-під кислого сиру

Рис. 3.17 Залежність вмісту сухих речовин ($C_{с.р.п.}$) в пермеаті від тривалості (τ) мембранного розділення БВМС з використанням УФ-мембран ПАН-50 (1, 2) та ПАН-100 (3, 4) в тупиковому режимі (1, 3) та в режимі барботування:

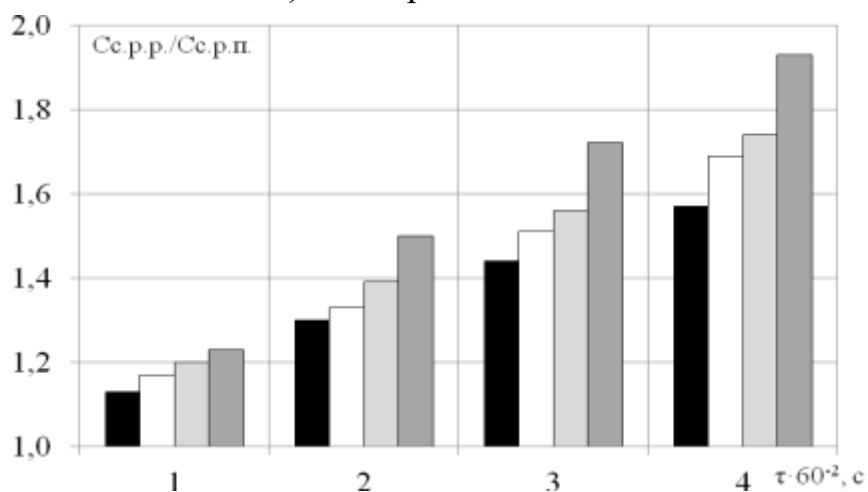
■ - 1; □ - 3; ▒ - 2; ▓ - 4



а) сколотини



б) знежирене молоко



в) сироватка з-під кислого сиру

Рис. 3.18 Кінетика відношення вмісту сухих речовин у ретентаті до вмісту сухих речовин в пермеаті ($C_{с.р.р.}/C_{с.р.п.}$) в процесі мембранного розділення БВМС з використанням УФ-мембран ПАН-50 (1, 2) и ПАН-100 (3, 4) в тупиковому режимі (1, 3) та в режимі барботування (2, 4):

■ - 1; □ - 3; ▒ - 2; ▓ - 4

залежностей, інтенсивність підвищення вмісту сухих речовин в ретентатах всіх видів білково-вуглеводного молочної сировини значно вище, ніж підвищення їх вмісту в пермеаті БВМС. У режимі барботування відношення $C_{с.р.р.}/C_{с.р.п.}$ в 1,3...1,7 рази більше при УФ сколотин, в 1,5...1,6 рази більше при УФ сироватки з-під кислого сиру, ніж в тупиковому режимі. Це ще раз свідчить про доцільність використання режиму барботування при ультрафільтраційному поділі досліджених видів БВМС.

Однією з основних характеристик процесу УФ-концентрування РВПС є фактор концентрування (ФК), який показує, в скільки разів збільшується вміст цільового компонента системи (при ультрафільтрації БВМС молочного білка) в ретентаті БВМС [281]. Результати досліджень зміни ФК за різних режимів УФ-обробки БВМС представлені на рис. 3.19.

З даних рис. 3.19 випливає, що динаміка збільшення фактора концентрації при тупиковому режимі є повільнішою, ніж в режимі барботування, причому ця закономірність є основною для обох мембран типу ПАН. Так, при ультрафільтрації сколотин (рис. 3.19 а) тільки через 2,5 години УФ-обробки за допомогою мембрани ПАН-50 фактор концентрації досягає значення 1,5. При використанні мембрани ПАН-100 ФК досягає зазначеного значення через 1,6 год. Значно підвищуються значення ФК при використанні режиму барботування. Так, фактор концентрації 1,5 досягається в режимі барботування через 0,8 години при використанні мембрани ПАН-50 і через 0,6 години при використанні мембрани ПАН-100, тобто час досягання встановленого значення ФК знижується на 68% і на 62,5% відповідно. Аналогічні залежності мають місце при УФ-обробці знежиреного молока (рис. 3.19 б) і сироватки з-під кислого сиру (рис. 3.19 в).

Аналізуючи графічні залежності рис. 3.19, можна зробити загальний висновок, що застосування режиму барботування РВПС, що поділяється, дозволяє інтенсифікувати процес УФ-поділу БВМС в порівнянні з УФ в тупиковому режимі в 1,5...1,6 рази при УФ-обробці сколотин, в 1,3...1,4 рази

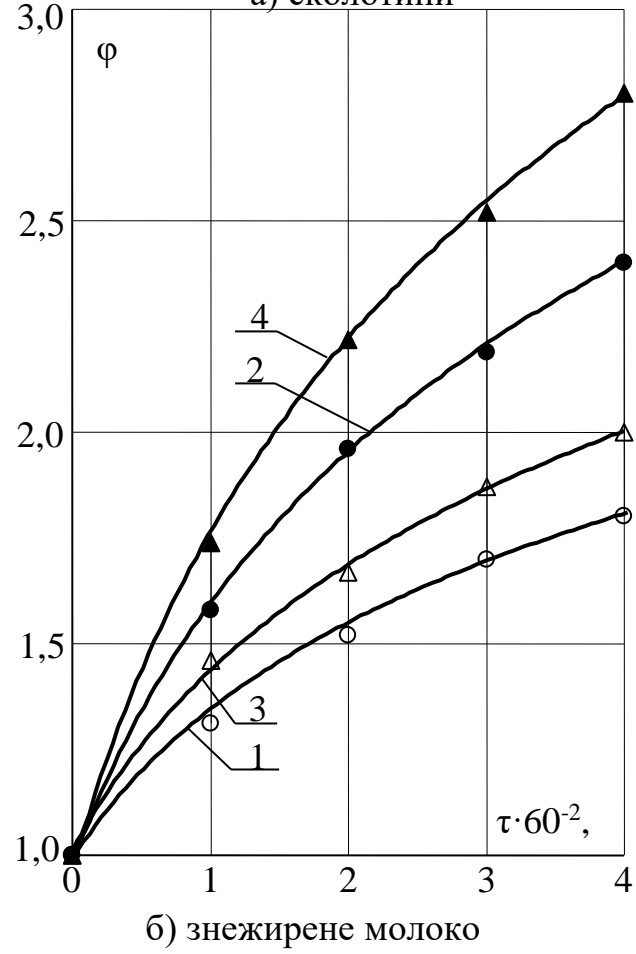
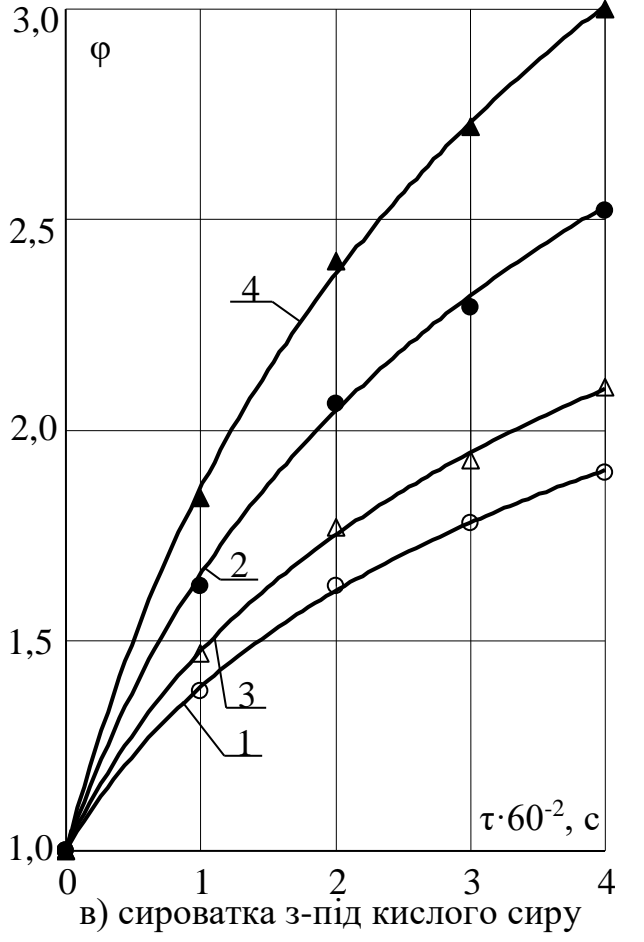
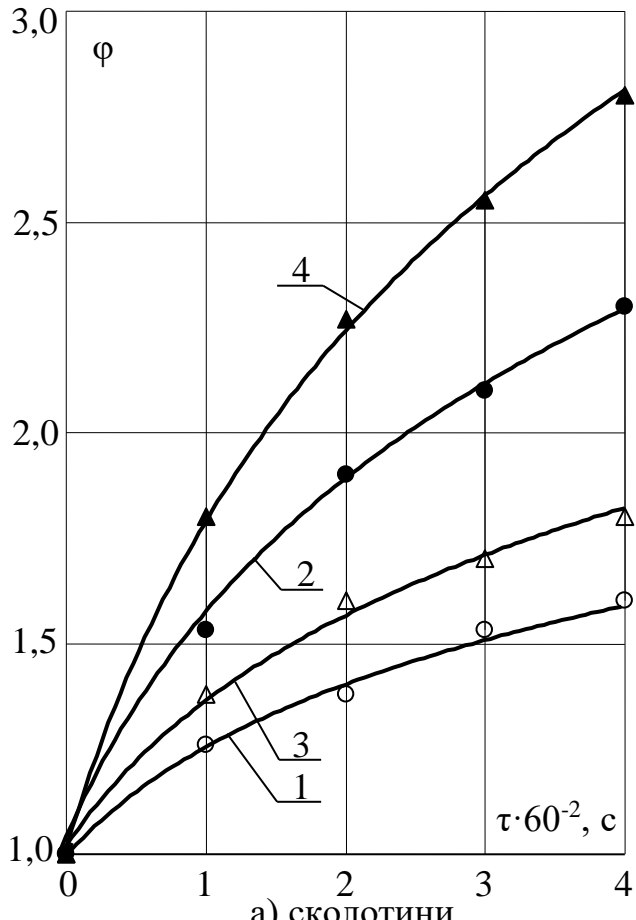


Рис. 3.19 Залежність фактора концентрації (ϕ) від тривалості (τ) мембранного розділення БВМС з використанням УФ-мембран ПАН-50 (1, 2) та ПАН-100 (3, 4) у тупиковому режимі (1, 3) та в режимі барботування (2, 4)

при УФ-обробці знежиреного молока, в 1,4...1,5 рази при УФ-обробці сироватки з-під кислого сиру [282].

Комплексна характеристика якості продуктів УФ-поділу білково-вуглеводного молочної сировини неможлива без дослідження загального хімічного складу кінцевих продуктів ультрафільтрації – ретентатів і пермеатів [283]. У табл. 3.17 представлений хімічний склад продуктів УФ-поділу досліджених видів БВМС. З даних таблиці випливає, що УФ-ретентати сколотин, знежиреного молока і сироватки з-під кислого сиру містять всі харчові нутрієнти, які притаманні досліджуваним видам сировини. При цьому слід зазначити, що вміст білка і жиру в ретентатах БВМС збільшується пропорційно зростанню фактора концентрації. Важливо констатувати, що при різних значеннях фактора концентрації співвідношення білок: жир в ретентатах всіх видів БВМС зберігається на рівні вихідної сировини. Вміст лактози в УФ-ретентатах сколотин і знежиреного молока в міру збільшення ФК незначно знижується внаслідок її переходу в фільтрат, а у ретентатах сироватки з-під кислого сиру незначно підвищується, що пояснюється підвищенням питомої ваги лактози в складі сухих речовин сироватки з-під кислого сиру. Вміст золи в ретентатах всіх видів БВМС з підвищенням ФК залишається практично незмінним з незначною тенденцією до зменшення.

Вміст сухих речовин в пермеаті всіх видів БВМС з підвищенням ФК збільшується, що є наслідком переходу при УФ в пермеат, перш за все лактози і зольних елементів [284]. Вміст молочного білка в пермеаті незначний і перебуває на рівні 0,16...0,26%. Молочний жир в зазначених продуктах УФ-поділу присутній у невеликій кількості. В цілому, отримані результати хімічного складу продуктів УФ-поділу досліджених видів БВМС узгоджуються з аналогічними дослідженнями інших авторів [72, 285].

Отримані дані обумовлюють доцільність використання продуктів ультрафільтраційного розділення БВМС у технологіях продукції ресторанного господарства.

Таблиця 3.17

Хімічний склад продуктів ультрафільтраційного розділення БВМС
($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Показник	Вихідна РВПС	Значення фактора концентрації					
		1,5		2,0		3,0	
		ретентат	пермеат	ретентат	пермеат	ретентат	пермеат
Вміст %:		сколотини					
сухих речовин	9,01	10,11	5,1	12,00	5,3	15,82	5,7
білка	3,10	4,65	0,19	6,20	0,21	9,30	0,26
жиру	0,60	0,91	сл.	1,20	сл.	1,80	сл.
лактози	4,5	4,15	4,27	4,05	4,31	3,92	4,37
золи	0,7	0,47	0,51	0,45	0,53	0,42	0,57
Вміст %:		знежирене молоко					
сухих речовин	8,5	9,9	5,3	11,1	5,4	14,9	5,6
білка	3,2	4,8	0,18	6,4	0,20	9,6	0,21
жиру	0,07	0,11	сл.	0,14	сл.	0,2	сл.
лактози	4,5	4,33	4,31	4,26	4,38	4,22	4,46
золи	0,7	0,51	0,62	0,50	0,65	0,49	0,71
Вміст %:		сироватка з-під кислого сиру					
сухих речовин	5,4	6,52	5,2	7,68	5,3	8,85	5,5
білка	1,1	1,65	0,16	2,2	0,18	3,3	0,19
жиру	0,2	0,31	сл.	0,4	сл.	0,6	сл.
лактози	3,5	4,01	4,12	4,09	4,24	4,15	4,43
золи	0,5	0,48	0,41	0,47	0,48	0,47	0,54

Під час розробки будь-яких нових технологій істотне значення мають не тільки хімічний склад, а й функціональні властивості вихідної сировини. Це визначає необхідність проведення досліджень у цьому напрямку

Висновки за розділом

1. Встановлено закономірності зміни агрегативної стійкості харчових систем на основі БВМС (сколотин та сироватки з-під кислого сиру) під впливом технологічних параметрів виробництва та компонентного складу системи. Визначений оптимальний режим процесу копреципітації казеїну та сироваткових білків із суміші сколотин та сироватки з-під кислого сиру, що дозволяє виділити з системи до 90% білків.

2. Встановлений вплив температурних, часових, масових чинників високотемпературної коагуляції та комплексного осадження білків сколотин, отриманих методом збивання вершків на масловироблювачах безупинної дії, з використанням в якості коагулянта сироватки з-під кислого сиру на ступінь виділення сухих речовин із системи та фізико-хімічні властивості концентрата, що отримується. Визначено, що найкращі органолептичні і структурно-механічні властивості має білковий концентрат, який отримуємо в результаті високотемпературної (93...95°C) обробки сколотин протягом (10...15)·60 с з наступним її охолодженням до 80...85°C, внесенням 30...40% коагулянту, витримуванням суміші при температурі коагуляції (10...15)·60 с та інтенсивним охолодженням її до 40...45°C.

3. Розроблена технологічна схема виробництва копреципітату низькокальцієвого із сколотин, реалізація якої забезпечує цільове використання нутрієнтів БВМС. Комплексними дослідженнями якісних показників розробленого продукту доведена його висока харчова цінність. НКК із сколотин містить 20,80 % білка, 1,34 % жиру, 0,162 % кальцію, 0,235 % фосфору, є гарним джерелом мікроелементів і водорозчинних вітамінів групи В, що обумовлює доцільність його використання в технологіях кулінарних виробів на молочно-білковій основі.

5. Теоретично доведено, що за основними експлуатаційними характеристиками напівпроникні мембрани другого покоління на основі сополімерів акрілометріла типу ПАН є перспективними для здійснення

процесу ультрафільтраційного концентрування БВМС – знежиреного молока, сколотин і сироватки з-під кислого сиру. Визначено раціональні технологічні параметри процесу УФ в тупиковому режимі. Встановлено, що максимальна ефективність процесу УФ всіх досліджуваних видів БВМС досягається при тиску фільтрації 0,4...0,5 МПа, температури РВПС, що поділяються – 40...50 °С, тривалості процесу – $(1,5...2,0) \cdot 60^2$ с.

6. Проведено теоретичний розгляд процесів концентраційної поляризації та гелеутворення над поверхнею напівпроникних ультрафільтраційних мембран. Визначено математичні залежності, що поетапно описують накопичення високомолекулярних речовин на поверхні мембрани і власне виникнення гелю. З метою інтенсифікації УФ-поділу БВМС запропоновано спосіб удосконалення процесу шляхом барботування РВПС бульбашками повітря або інертного газу в безпосередній близькості від поверхні напівпроникних ультрафільтраційних мембран. Встановлено, що інтенсифікація процесу ультрафільтрації при цьому відбувається за рахунок сукупного впливу на гель, що утворився на поверхні мембрани, тиску барботування, турбулізації потоків РВПС і гідравлічного удару РВПС о поверхню УФ-мембрани.

7. Визначені раціональні технологічні параметри проведення УФ-розділення БВМС з використанням УФ-мембран типу ПАН в режимі барботування РВПС. Встановлено, що максимальною є ефективність процесу ультрафільтраційного розділення в режимі барботування всіх видів БВМС, що досліджувались, за температури 40...50 °С, тиску фільтрації – 0,4...0,5 МПа, тривалість $(3,0...4,0) \cdot 60^2$ с. Рекомендованими режимами барботування при цьому є частота барботування 0,10...0,15 хв⁻¹ і тиск барботування 0,56...0,58 МПа. Зазначені конструктивні особливості і технологічні режими дозволяють інтенсифікувати процес ультрафільтраційного концентрування знежиреного молока в порівнянні з УФ в тупиковому режимі в 1,3...1,4 разів, сколотин – в 1,5...1,6 разів, сироватки з-під кислого сиру – в 1,4...1,5 разів.

8. Досліджені якісні характеристики продуктів УФ-розділення білково-вуглеводної молочної сировини за допомогою напівпроникних мембран типу ПАН. Отримані дані про хімічний склад ретентатів та пермеатів сколотин, молока знежиреного, сироватки з-під кислого сиру за різних значень фактору концентрування підтверджують наукову концепцію роботи щодо цільового використання нутрієнтів БВМС. Вищезазначене обумовлює доцільність застосування продуктів ультрафільтраційного розділення БВМС у технологіях продукції ресторанного господарства.

РОЗДІЛ 4

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА І СКЛАДУ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КОНЦЕНТРАТІВ БІЛКОВО-ВУГЛЕВОДНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

При використанні БВМС та продуктів їх переробки у виробництві харчових продуктів не тільки підвищується харчова і біологічна цінність останніх, але разом із тим вони впливають на технологічний процес виробництва певних продуктів. Дослідженнями багатьох учених встановлено, що молочні білкові концентрати здатні стабілізувати такі дисперсні системи, як гелі або піни, утворювати і стабілізувати емульсії, зв'язувати і стабілізувати жир. Вони мають добру розчинність, водопоглинаючу здатність і вологоємність. Отже виникає необхідність дослідження та розробки вимог до властивостей БВМС і продуктів їх переробки відповідно цільового використання – виробництва структурованої десертної продукції.

Кінцевий продукт повинен мати певні (сталі) показники якості та високі споживні властивості: задану консистенцію, здатність не розшаровуватись, пролонговані терміни зберігання тощо. Незначні коливання кількості та якості рецептурних компонентів можуть негативно вплинути як на функціонально-технологічні показники полідисперсних систем, так і на органолептичні показники кінцевої продукції. Це визначає необхідність дослідження впливу технологічних факторів на якість продукції, що розробляємо.

У даному розділі наведені результати вивчення фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей полідисперсних систем з використанням БВМС та продуктів її переробки; обґрунтовано технології напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням овочевих пюре, структурованої десертної продукції на основі УФ-ретентатів знежиреного

молока та сколотин, напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру.

4.1 Обґрунтування параметрів одержання напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини

4.1.1 Дослідження складу та властивостей пюре з каротиновмісної рослинної сировини з метою використання їх у технологіях НБВКРС. Відомо, що молочні продукти мають чимале значення в раціоні харчування людини. Сьогодні велика увага приділяється багатокомпонентним продуктам на основі білково-вуглеводної молочної сировини. Такі продукти відрізняються високою харчовою цінністю, оптимальним амінокислотним складом та високою засвоюваністю.

Під час розробки рецептур комбінованих молочних продуктів, а саме напівфабрикатів на основі білково-вуглеводної молочної сировини, важливим є правильний підбір рослинних компонентів як наповнювачів за їх якісними та кількісними характеристиками.

По-перше, використовуючи рослинні компоненти, можна значно підвищити харчову та біологічну цінність готової продукції. По-друге, використання рослинної сировини впливає на смакові та ароматичні показники готової продукції. По-третє, продукт набуває характерного для тої чи іншої рослинної сировини кольору. До того ж рослинна сировина багата на баластні речовини, що поліпшують перистальтику шлунково-кишкового тракту [286].

Застосування рослинної сировини, зокрема овочевого пюре, при виробництві харчових продуктів обумовлене їх високою харчовою цінністю.

Важливим етапом приготування багатокомпонентних продуктів на молочної основі, що впливає на органолептичні та фізико-хімічні показники, є приготування овочевого пюре. Пюре являє собою протерту однорідну масу;

внесення його до рецептури молочних продуктів покращує якість харчової продукції за рахунок підвищення органолептичних показників та харчової цінності, а також консистенції продукту.

Для виготовлення пюре використовували свіжі, стиглі овочі: моркву сорту Шантене та гарбуз сорту Ждана (доцільність використання яких обґрунтовано у розділі 1). Їх піддавали попередній обробці: моркву та гарбуз мили за температури 15...18°C, далі очищали та нарізали кубиками. Овочі бланшували у воді при температурі 85...87°C протягом 60...80 с; при температурі 80±2°C протирали та охолоджували до температури 18...20°C.

Для визначення діаметру отворів сита, при яких пюре має високі органолептичні та фізико-хімічні характеристики, протирання підготовлених овочів здійснювали на ситах з діаметром отворів від 0,7 до 1,4 мм. Досліджували граничну напругу зсуву пюре – величину, що характеризує здатність системи здійснювати опір деформації зсуву. Результати досліджень надано у табл. 4.1, 4.2.

Таблиця 4.1

Гранична напруга зсуву морквяного пюре

Діаметр отворів сита, мм	Гранична напруга зсуву, Па
0,7...0,8	329,0±8,0
0,9...1,0	345,0±9,0
1,1...1,2	353,0±10,0
1,3...1,4	364,0±10,0

Таблиця 4.2

Гранична напруга зсуву пюре з гарбуза

Діаметр отворів сита, мм	Гранична напруга зсуву, Па
0,7...0,8	238,0±5,0
0,9...1,0	254,0±6,0
1,1...1,2	269,0±6,0
1,3...1,4	276,0±6,0

Результати аналізу даних табл. 4.1, 4.2 показали, що з підвищенням розміру часток пюре, що формують структуру кінцевого продукту, при протиранні відбувається збільшення значень напруги зсуву: для пюре з моркви – на 35±0,5 Па, для пюре з гарбуза – на 38±0,5 Па.

Однак під час візуального аналізу отриманих фракцій було встановлено, що пюре, отримане протиранням крізь сита з діаметром отворів 1,1 мм та більше, є неоднорідною, грубодисперсною системою. Високі органолептичні показники були у пюре, отриманого шляхом протирання крізь сита діаметром отворів 1,0 мм і менше, тому саме такий параметр треба використовувати в технології, що розробляється.

На наступному етапі ми досліджували склад та властивості рослинних добавок [287]. Результати досліджень наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Склад та властивості пюре з рослинної сировини

Показники	Пюре	
	морквяне	гарбузове
Масова частка, %: сухих речовин	10,6±0,3	8,0±0,2
моно- та дисахаридів	6,5±0,2	4,65±0,1
пектинових речовин	0,7±0,01	0,85±0,01
клітковини	0,9±0,01	0,4±0,01
β-каротин, мг в 100 г	7,5±0,15	12,6±0,2
Масова частка аскорбінової кислоти, мг/100г	5,1±0,12	12,2±0,2
pH	5,5±0,14	5,4±0,14
Гранична напруга зсуву, Па	345,0±9,0	254,0±6,0

На основі аналізу даних, наведених у табл. 4.3, було зроблено висновки про особливості складу та властивостей рослинної сировини, яку плануємо надалі використовувати у напівфабрикатах на основі концентратів БВМС.

Морквяне пюре містить сухих речовин – 10,3...10,9 %, пюре з гарбуза – 7,8...8,2 %. Обидва пюре – з моркви та гарбуза містять багато клітковини. Вона нерозчинна у воді, шлунком людини не перетравлюється, але підсилює перистальтику кишечника, виводить з організму холестерин і запобігає розвитку атеросклерозу.

Пюре з моркви та пюре з гарбуза багаті на пектинові речовини (0,7...0,85%), що мають протипроменеві властивості і зменшують наслідки радіаційного опромінювання.

До складу пюре з гарбуза входить 12,0...12,4 мг / 100г вітаміну С (аскорбінова кислота). Вміст вітаміну С у пюре з моркви нижчий – 5,0...5,2 мг / 100 г. При цьому, добова потреба у вітаміні С складає 75...100 мг / 100 г.

Пюре з моркви та пюре з гарбуза відрізняється підвищеним вмістом β -каротину: $7,5 \pm 0,15$ та $12,6 \pm 0,2$ мг у 100 г. β -каротин є антиоксидантом та імуномодулятором. Він впливає на зміцнення імунітету, запобігає інфекційним захворюванням і шкідливому впливу навколишнього середовища, такому як хімічні або радіоактивні забруднення, а також збільшує захисні властивості організму в цілому. Оскільки, даний вітамін надходить тільки з їжею, організмом він не синтезується, доцільним є використання вищезазначених пюре у технологіях кулінарної продукції.

Отже, вищезазначені види пюре є перспективною сировиною для використання у технологіях білково-вуглеводних напівфабрикатів з використанням каротиновмісної рослинної сировини.

Під час розробки будь-яких нових технологій істотне значення має не тільки хімічний склад, а й функціональні властивості вихідної сировини, вплив фізичних та хімічних факторів, що є метою подальших досліджень у цьому напрямку.

4.1.2 Дослідження протекторної дії стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини каротиновмісної овочевої сировини. Аналіз літературних джерел та дослідження складу пюре з овочів показали, що пюре з моркви та пюре з гарбуза містить високу кількість біологічно активних речовин, зокрема каротиноїдів. Каротиноїди з хімічної точки зору належать до полієнів з протяжною системою кон'югованих подвійних зв'язків. Вони також відносяться до ліпідів, тому розчиняються тільки в органічних розчинниках [288, 289].

Залежно від будови молекули й кількості подвійних зв'язків вони мають забарвлення від світло-жовтого до насиченого червоного. Максимум поглинання основних каротиноїдів знаходиться в діапазоні 410...540 нм.

У вільному стані каротиноїди дуже чутливі до дії світла, температури, кислот. Встановлено, що під дією кислот відбувається знебарвлення розчинів каротиноїдів [290-294]. Висока температура також призводить до знебарвлення розчинів, оскільки відбувається руйнування системи подвійних зв'язків унаслідок окисних процесів.

Дослідження вчених показали, що дія лугів й іонів металів суттєво не впливає на зміну кольору каротиноїдів [293, 294].

Таким чином, основний вплив на перетворення каротиноїдів спричиняє дія високих температур, кислот та сильного окислювача – кисню повітря.

У літературних джерелах детально наводяться способи попередження руйнування каротиноїдного комплексу овочевої сировини [288]. Відомо, що каротиноїди у вільному стані, тобто не зв'язані у комплекси з білками або ліпідами, доволі лабільні. Протекторними властивостями по відношенню до окислення цих речовин наділені гідрохінон, пірогалол, сантонін і його водорозчинні солі, дилудин тощо.

Крім вищезазначених методів для захисту β -каротину від руйнування бразильські вчені пропонують використовувати цитрати, тартрати, фосфати і кальцій, оскільки вони сповільнюють руйнування β -каротину темно-зелених листових овочів [295].

Учені Інституту органічної хімії (м. Бішкек) запропонували спосіб отримання натурального барвника з морквяного соку: з метою стабілізації кольору у сік ввели яблучний пектин. Отриманий морквяно-пектиновий порошок виявляє стійкість забарвлення при нагріванні до 85 °С у діапазоні рН 2...10 [296].

Відомий спосіб стабілізації каротинового барвника за допомогою обробки сировини (моркви, гарбуза, персиків, абрикосів) NaCl, цукровим сиропом, оцтовою, лимонною, аскорбіною, молочною, сорбіною кислотами, бензоатами або їх композиціями. Отримані результати показали високу ефективність обробки консервантами і можливість збільшення термінів зберігання овочевих напівфабрикатів [297, 298].

Враховуючи вищезазначене, зокрема те, що до складу стабілізатора «Астрі Гель» входять: цитрати калію та натрію, фосфати калію, лимонна кислота, желюючі компоненти (каррагенан, пектини), згущувачі (гуміараб'їк, камедь ріжкового дерева, декстроза), ми припускаємо, що додавання «Астрі Гель» буде сприяти стабілізаційній дії на БАР, барвні речовини та колір розроблених НБВКРС.

З метою визначення ефективності протекторної дії стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини пюре з овочевої сировини, використане для розробки НБВКРС, було проведено вимірювання спектрів дифузного відбиття дослідних зразків протягом певного часу зберігання [299]: інтервал вимірювання 0, 14 та 28 діб у діапазоні 400...800 нм, спектральна роздільна здатність – 1 нм, накопичення спектрів для отримання середнього значущого – 5 разів.

Ми провели дослідження ефективності протекторної дії стабілізатора на біологічно активні речовини морквяного пюре з додаванням стабілізатора за допомогою спектрів дифузного відбиття протягом вказаного часу зберігання (рис. 4.1) та розрахованих параметрів кольору (табл. 4.4).

Спектральні криві морквяного пюре з додаванням стабілізатора мають незначне відбиття у діапазоні 400...500 нм, коефіцієнти відбиття R_f не перевищують 10...15%; появу більш інтенсивного відбиття при довжині хвиль, що відповідають жовто-червоному діапазону видимої області спектру, для якого домінуючий тон або домінуюча довжина хвилі знаходиться у межах 550...800 нм. Коефіцієнти відбиття зразка, знятих після терміну зберігання 0, 14, 28 діб, знаходяться у вказаному діапазоні в межах 50...80 %.

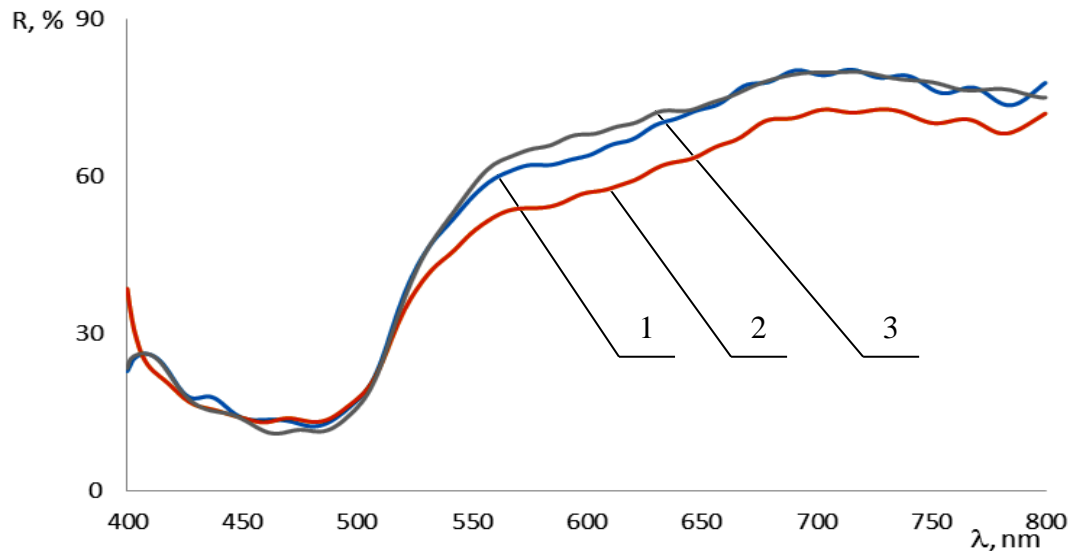


Рис. 4.1. Спектри дифузного відбиття морквяного пюре з додаванням стабілізатора «Астрі Гель», зняті після терміну зберігання:
1 – 0 діб, 2 – 14 діб, 3 – 28 діб

Таблиця 4.4

Кольорові характеристики пюре з моркви з додаванням стабілізатора «Астрі Гель» за системами CIEXYZ та CIELab ($Sr= 0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Термін зберігання, діб		
	0	14	28
Система CIEXYZ			
Домінуюча довжина хвилі, нм	579,3	579,1	579,4
Спектральний колір (домінуючий тон)	жовтий	жовтий	жовтий
Чистота тону, %	69,12	68,5	71,68
Яскравість, %	42,77	42,35	43,37
Система CIELab			
L	77,0	73,4	78,0
a	7,3	6,4	8,1
b	52,1	47,2	56,9
dE	0	6,1	5,0

Порівнюючи результати розрахунків параметрів кольору зразка до і після зберігання як за системою CIEXYZ, так і за системою CIELab, необхідно зазначити, що вони практично не змінилися: чистота тону збільшилась несуттєво – з 69,12 % до 71,68 %, яскравість – з 42,77 % до 43,37 %. Домінуюча довжина хвилі залишилася незмінною – 579,1...579,4 нм, спектральний колір (домінуючий тон) також залишився незмінним –

жовтий. Розраховані параметри L, a, b за системою CIELab дозволяють зробити аналогічні висновки.

Для порівняння були ми зняли спектральні характеристики морквяного пюре без стабілізатора за тих самих умов (рис. 4.2) та розраховані параметри кольору (табл. 4.5). Перевищення коефіцієнтом відбиття R значень більше 100 % у діапазоні 650 нм (рис. 4.2) обумовлене додатковим блиском від вологи зразка, оскільки порівняльний стандарт має матову поверхню.

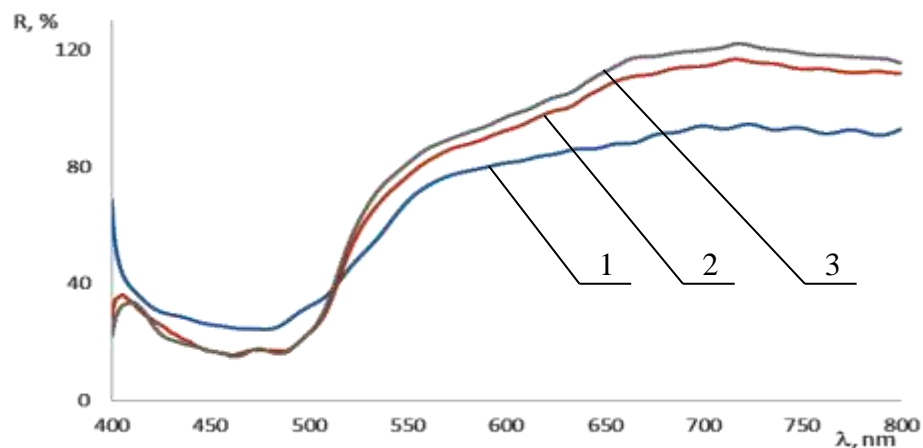


Рис. 4.2. Спектри дифузного відбиття пюре з моркви, зняті після терміну зберігання: 1 – 0 діб, 2 – 14 діб, 3 – 28 діб

Таблиця 4.5

Кольорові характеристики пюре з моркви за системами CIEXYZ та CIELab ($S_r = 0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Термін зберігання, діб		
	0	14	28
Система CIEXYZ			
Домінуюча довжина хвилі, нм	580,7	579,7	579,3
Спектральний колір (домінуючий тон)	жовто-оранжевий	жовтий	жовтий
Чистота тону, %	57,2	72,5	74,6
Яскравість, %	40,35	43,21	43,76
Система CIELab			
L	84,2	88,0	89,8
a	9,7	9,9	9,1
b	42,8	62,7	66,7
dE	0	20,2	24,6

Наявність блиску від вологи на зразку пюре з моркви, на відміну від матової поверхні пюре з моркви з додаванням стабілізатора, свідчить також про високу вологостійку здатність стабілізатора «Астрі Гель».

Із табл. 4.5 видно, що домінуюча довжина хвилі зменшується несуттєво – з 580,7 нм до 579,3 нм, тоді як чистота тону суттєво зростає – з 57,2% до 74,6%. За системою Lab параметр L збільшується з 84,2 до 89,8.

Порівнюючи параметри dE , розраховані для зразків пюре з моркви з додаванням стабілізатора та пюре з моркви під час зберігання, які зображені графічно як залежність $dE=f$ (термін зберігання) на рис. 4.3, можна зробити наступні висновки: зважаючи на той факт, що значення параметру «Спектральна різниця кольору» для зразка пюре з моркви з терміном зберігання 28 діб лежить на рівні $dE=5$, колір зможе візуально розрізнити від вихідного лише тренувана людина.

Отже, протягом зберігання суттєвих змін у кольорі морквяного пюре з додаванням стабілізатора не спостерігається.

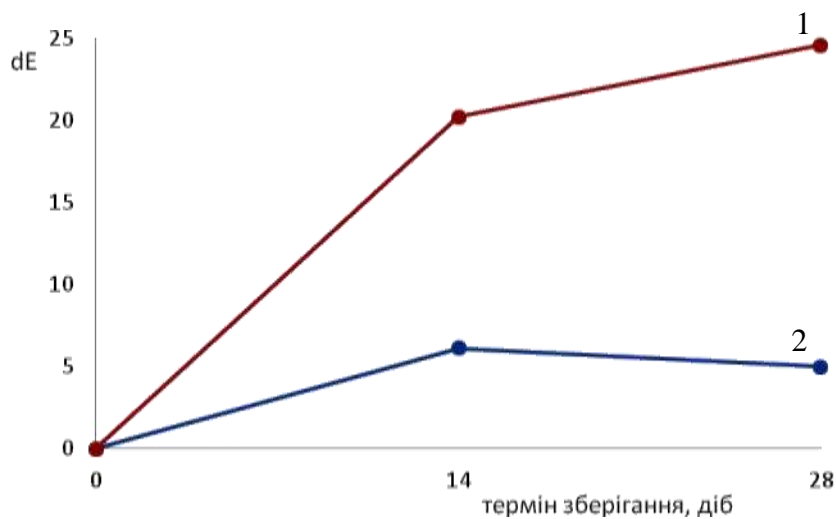


Рис. 4.3. Спектральна різниця кольору dE від терміну зберігання зразків пюре моркви з додаванням (1) та без додавання (2) стабілізатора «Астрі Гель»

Для пюре з моркви без стабілізатора видно суттєву зміну кольору при збільшенні терміну зберігання. Оскільки $dE_{14}=20,2$, а $dE_{28}=24,6$, тобто dE

є значно більше п'яти, то колір зразків на 14 та 28 добу можна візуально відрізнити від вихідного.

Таким чином, через відсутність стабілізатора колір зразка змінюється більш суттєво, що свідчить про протекторні властивості стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини пюре з овочевої сировини.

Аналогічні дослідження ми провели для зразків пюре з гарбуза з додаванням та без додавання стабілізатора «Астрі Гель». За допомогою знятих спектрів дифузного відбиття протягом терміну зберігання (рис. 4.4) були розраховані параметри кольору пюре з гарбуза з додаванням стабілізатора за системами CIEXYZ та CIELab (табл. 4.6).

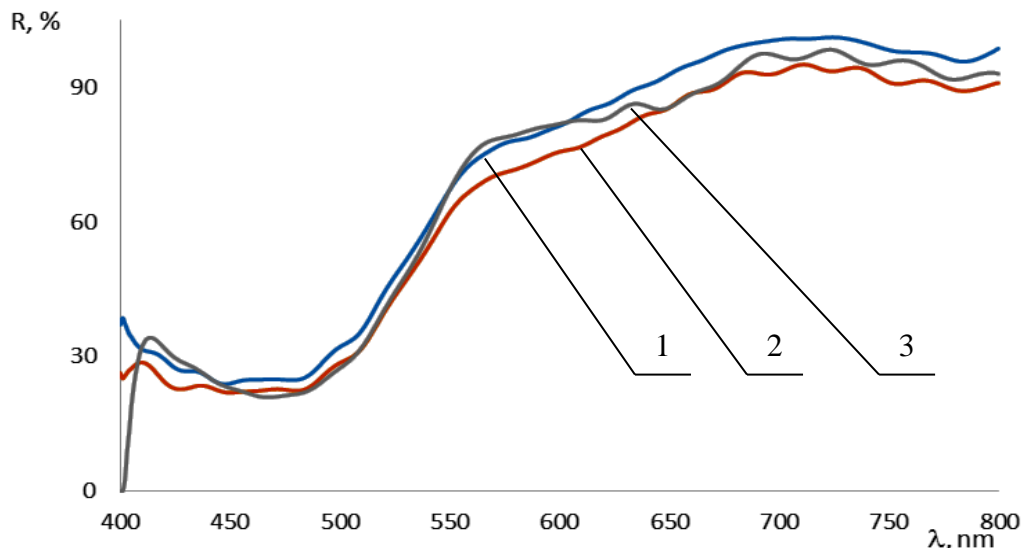


Рис. 4.4. Спектри дифузного відбиття пюре з гарбуза з додаванням стабілізатора «Астрі Гель», зняті після терміну зберігання: 1 – 0 діб, 2 – 14 діб, 3 – 28 діб

Коефіцієнти відбиття R_f зразка пюре з гарбуза з додаванням стабілізатора у діапазоні 400...500 нм знаходяться на рівні 30 %. Спектральні криві мають більш інтенсивне відбиття при довжині хвиль, що відповідають жовто-червоному діапазону видимої області спектру, для якого домінуючий тон або домінуюча довжина хвилі знаходиться у межах 550...800 нм.

Таблиця 4.6

Кольорові характеристики пюре з гарбуза з додаванням стабілізатора за системами CIEXYZ та CIELab ($S_r=0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Термін зберігання, діб		
	0	14	28
Система CIEXYZ			
Домінуюча довжина хвилі, нм	581,0	581,1	581,1
Спектральний колір (домінуючий тон)	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий
Чистота тону, %	59,1	60,2	61,2
Яскравість, %	40,56	40,71	40,85
Система CIELab			
L	84,2	81,4	83,7
a	10,8	10,8	11,3
b	44,8	44,6	46,7
dE	0	2,8	2,8

Зважаючи на невелику різницю між спектрами дифузного відбиття (рис. 4.4), результати моделі CIEXYZ статистично незначущі, оскільки різниця значень домінуючої довжини хвилі менша заданої спектральної роздільної здатності:

$$\Delta\lambda = \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = 581,1 - 581,0 = 0,1 \text{ нм} < 1 \text{ нм}. \quad (4.1)$$

Чистота тону знаходиться в межах 59,1...61,2 %. Відповідні параметри L, a, b за системою CIELab дозволяють зробити аналогічні висновки.

Для порівняння були зняті спектральні характеристики пюре з гарбуза без додавання стабілізатора у тих самих умовах (рис. 4.5) та розраховані параметри кольору (табл. 4.7).

Перевищення коефіцієнтом відбиття R_f значень, більших ніж 100 % у діапазоні більше 650 нм, обумовлене додатковим блиском від вологи зразка, оскільки порівняльний стандарт має матову поверхню.

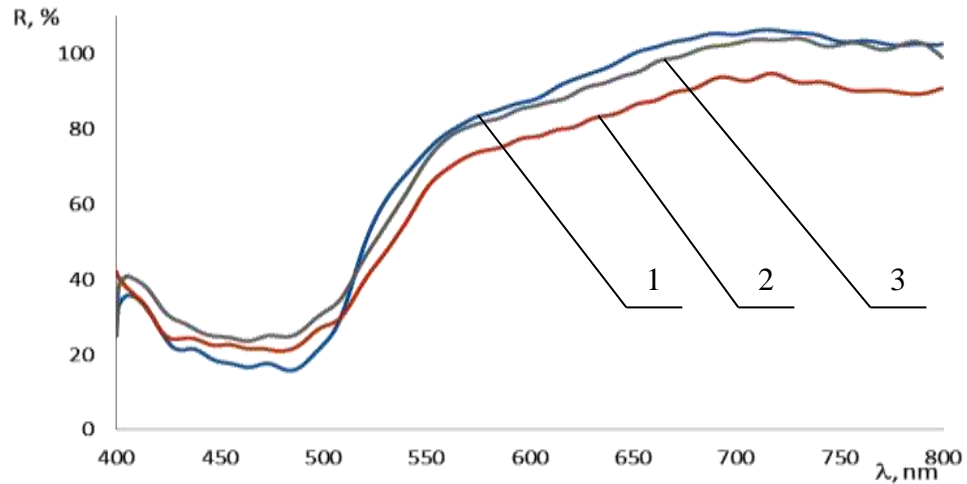


Рис. 4.5. Спектри дифузного відбиття пюре з гарбуза, зняті після терміну зберігання: 1 – 0 діб, 2 – 14 діб, 3 – 28 діб

Таблиця 4.7

Кольорові характеристики пюре з гарбуза за системами CIEXYZ та CIELab ($S_r=0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Термін зберігання, діб		
	0	14	28
Система CIEXYZ			
Домінуюча довжина хвилі, нм	579,6	581,3	580,8
Спектральний колір (домінуючий тон)	жовтий	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий
Чистота тону, %	70,7	60,4	59,9
Яскравість, %	42,94	40,68	40,73
Система CIELab			
L	86,6	82,0	85,7
a	9,1	11,5	10,7
b	59,4	45,1	46,3
dE	0	15,2	13,2

Результати розрахунків параметрів кольору зразка до і після зберігання як за системою CIEXYZ, так і за системою CIELab показали, що домінуюча довжина хвилі несуттєво коливається – з 579,6 нм у вихідній пробі до 580,8 нм на 28 добу зберігання, у той час як чистота тону падає з 70,7 % до 59,9 %. Спектральний колір (домінуючий тон) поступово змінюється з

жовтого на жовто-оранжевий. Розраховані параметри L , a , b за системою CIE L ab дозволяють зробити аналогічні висновки.

Ми розрахували різницю кольорів dE відносно вихідного зразка, для якого $dE=0$. Залежність $dE=f$ (термін зберігання) наведено на рис. 4.6, на якому зображено суттєву зміну кольору зразка пюре з гарбуза при збільшенні терміну зберігання. Оскільки спектральна різниця dE є більше п'яти, то колір зразка на 14 та 28 добу можна візуально відрізнити від вихідного.

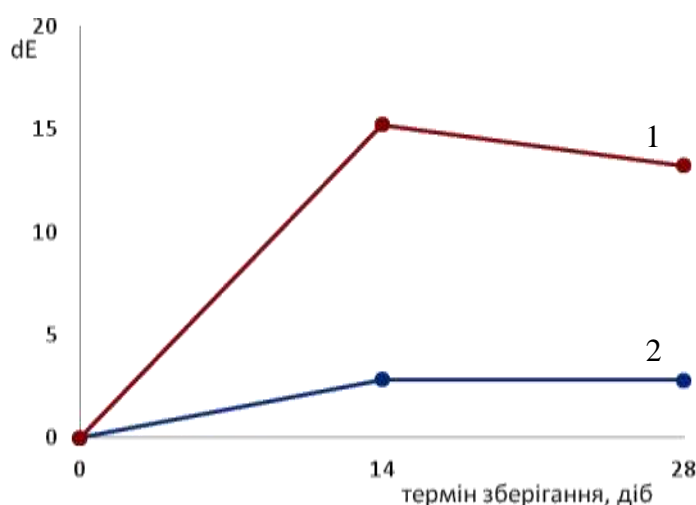


Рис. 4.6. Спектральна різниця кольору dE від терміну зберігання пюре з гарбуза з додаванням (1) та без додавання (2) стабілізатора «Астрі Гель»

Із збільшенням терміну зберігання пюре з гарбуза з додаванням стабілізатора суттєвих змін у кольорі не спостерігається. Зважаючи на той факт, що dE є менше п'яти, колір зразка на 14 та 28 добу не можна візуально відрізнити від вихідного.

Отже, через відсутність стабілізатора колір пюре з гарбуза змінюється суттєво.

Таким чином, проведені нами дослідження дозволяють встановити закономірності, що свідчать про ефективність використання стабілізатора «Астрі Гель» з метою збереження БАР, речовин-барвників та кольору розроблених пюре з моркви і пюре гарбуза. Протекторні властивості

стабілізатора «Астрі Гель» потенційно можуть бути використані у технологіях НБВМ і НБВГ.

4.1.3 Оптимізація рецептурного складу білково-вуглеводних напівфабрикатів. Одним із ключових чинників, що формує параметри відповідності харчової системи властивостям, які від неї очікують, виступає спосіб оптимізації співвідношення її рецептурних компонентів. Для виконання завдання щодо оптимізації треба провести цільове комбінування рецептурних інгредієнтів відповідно до комплексу бажаних нативних властивостей.

Ми ставили своїм завданням спроектувати рецептурний склад білково-вуглеводних напівфабрикатів із заданими органолептичними і структурно-механічними властивостями. За основні компоненти, відповідно до обґрунтування у розділах 1, 3, ми взяли низькокальцієвий копреципітат зі сколотин, пюре з моркви, пюре з гарбуза і цукрову пудру.

Одним із основних рецептурних інгредієнтів НБВ є низькокальцієвий копреципітат зі сколотин. Первинну обробку НКК проводили відповідно до результатів досліджень [300], і як наслідок – найбільш раціональним процесом технологічної обробки НКК є дворазове протирання, що призводить до одержання найкращих показників структурно-механічних властивостей продукту без значних часових витрат.

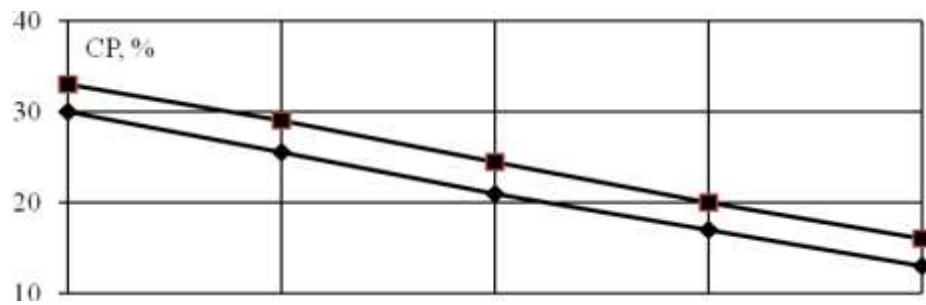
Для первинної обробки цукрової пудри ми використали традиційну методику [301]: просіювали її крізь сито з діаметром отворів 1...2 мм.

Для оцінки консистенції пластичних напівфабрикатів зручно використовувати показник ГНЗ. Порівняно із зміною величин інших реологічних властивостей ГНЗ є найбільш чутливим показником щодо зміни технологічних і механічних факторів [300, 301], зокрема рецептури продукту. Як показали дослідження [302, 303], цей показник можна використовувати для оцінки фаршів та напівфабрикатів з пластичною структурою у процесі їх виготовлення.

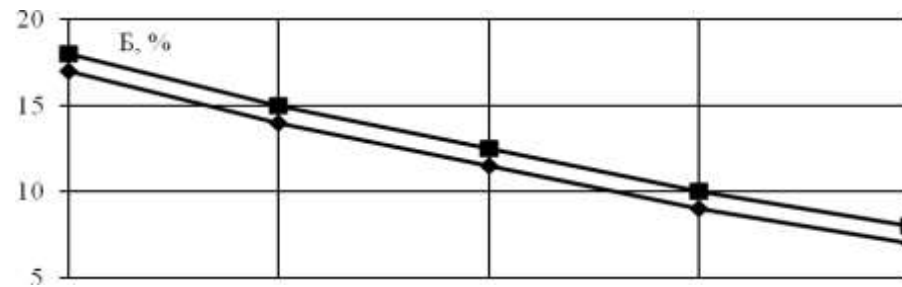
На першому етапі досліджень ми вивчали залежність основних

характеристик модельних двокомпонентних систем «НКК-овочеve пюре».

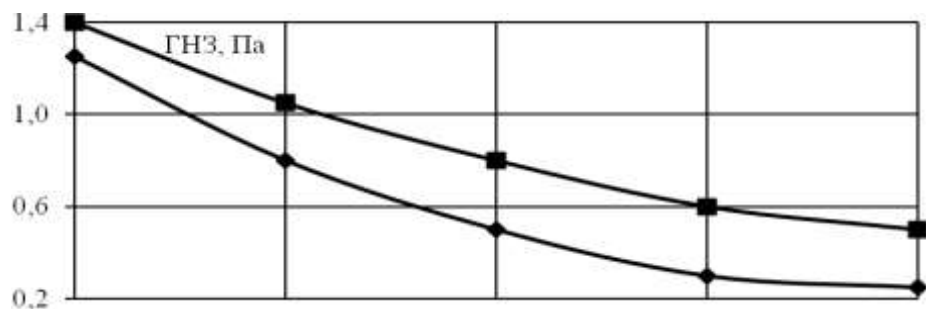
Результати досліджень наведені на рис. 4.7.



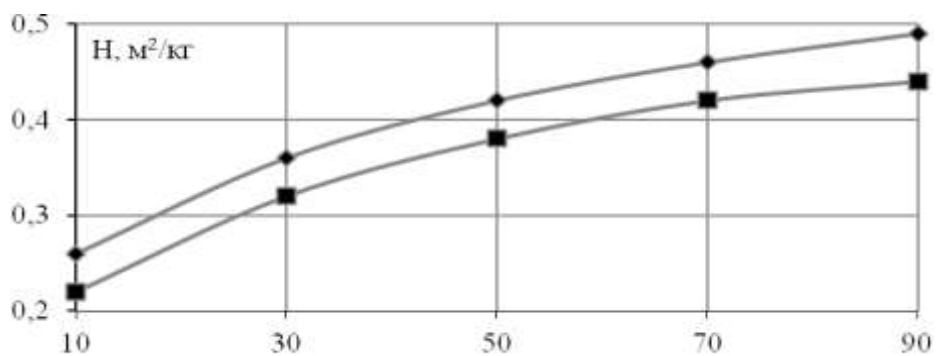
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.7. Зміни основних характеристик модельних двокомпонентних систем «НКК-овочеve пюре»: сухих речовин (а), білка (б), граничної напруги зсуву (в), пластичності (г):

♦ — пюре з моркви; ■ — пюре з гарбуза

Як свідчать дані рис. 4.7, за збільшення вмісту овочевих пюре в складі модельних систем їх функціонально-технологічні властивості змінюються за однаковими закономірностями. Збільшення вмісту овочевих пюре в системах призводить до зменшення кількості СР на 40...42%. Також зменшується кількість білка в системах в 2,5...2,6 рази. Означені залежності мають лінійний характер.

Підвищення вмісту в модельних системах овочевих пюре призводить до зміни їх структурно-механічних характеристик. Так, при збільшенні вмісту пюре з моркви в системі з 10% до 90% її ГНЗ зменшується в 3,0...3,1 рази, для модельної системи з пюре гарбуза зменшення складає 3,7...3,8 рази. І нарешті пластичність модельних систем змінюється зворотно пропорційно змінам ГНЗ – від 0,22 м²/кг, за 10 % концентрації до 0,44 м²/кг за 90% концентрації пюре з моркви; для систем з пюре з гарбуза це зростання складає з 0,26 м²/кг до 0,49 м²/кг відповідно.

На наступному етапі досліджень ми ставили своїм завданням дослідити зміни ГНЗ у модельних системах з овочевим пюре залежно від співвідношення НКК, овочевого пюре та цукру. З цією метою були сплановані та проведені повнофакторні експерименти за методикою типу 2³ [304, 305], де 3 – кількість інгредієнтів, вибраних для кожного напівфабрикату. Нижні та верхні рівні змінних факторів були вибрані відповідно до накладених обмежень за органолептичними показниками. Матриці планування експериментів наведені в табл. 4.8, 4.9. Апроксимацію експериментальних даних про зміну ГНЗ проводили поліномами другого ступеня за допомогою пакету Mathcad (Додаток Б).

Відповідність розроблених математичних моделей перевіряли за допомогою критерію Фішера при 5%-му рівні значимості [306].

Таблиця 4.8

Матриця планування експерименту при дослідженні системи
«НКК+ПМ+цукор»

Номер досліджу	Значення фактору					
	Натуральне			Кодоване		
	С _{НКК} , Г	С _{ПМ} , Г	С _ц , Г	X ₁	X ₃	X ₄
1	50	50	20	+	+	+
2	30	50	20	-	+	+
3	50	30	20	+	-	+
4	30	30	20	-	-	+
5	50	50	5	+	+	-
6	30	50	5	-	+	-
7	50	30	5	+	-	-
8	30	30	5	-	-	-

Таблиця 4.9

Матриця планування експерименту при дослідженні системи
«НКК+ПГ+цукор»

Номер досліджу	Значення фактору					
	Натуральне			Кодоване		
	С _{НКК} , Г	С _{ПГ} , Г	С _ц , Г	X ₁	X ₂	X ₄
1	50	50	20	+	+	+
2	30	50	20	-	+	+
3	50	30	20	+	-	+
4	30	30	20	-	-	+
5	50	50	5	+	+	-
6	30	50	5	-	+	-
7	50	30	5	+	-	-
8	30	30	5	-	-	-

Після спрощення рівнянь за рахунок незначних коефіцієнтів ми отримали рівняння, що характеризують ГНЗ модельних систем залежно від вмісту інгредієнтів у кПа:

– модельна система «НКК+ПМ+цукор»

$$Q = -1,077 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_4 + 7,662 \cdot 10^{-6} \cdot X_3 \cdot X_4 + 3,815 \cdot 10^{-5} \cdot X_4^2 + 2,728 \cdot X_4 - 2,381 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 \cdot X_3 - 1,184 \cdot 10^{-4} \cdot X_3^2 + 0,017 \cdot X_3 + 5,639 \cdot 10^{-3} + 1,562 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,561 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2$$

– модельна система «НКК+ПГ+цукор»

$$Q = 1,375 \cdot 10^{-4} \cdot X_1 \cdot X_4 + 1,708 \cdot 10^{-4} \cdot X_2 \cdot X_4 + 2,943 \cdot 10^{-4} \cdot X_4^2 - 0,023 \cdot X_4 - 3,720 \cdot 10^{-4} \cdot X_4 \cdot X_2 - 2,451 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 + 0,028 \cdot X_2 + 0,016 + 3,430 \cdot 10^{-3} \cdot X_1 + 1,316 \cdot 10^{-4} \cdot X_1^2$$

Враховуючи, що у трикомпонентній системі, якщо задана відсоткова кількість двох компонентів, кількість відсотків третього компонента буде встановлена автоматично, ми побудували графіки залежності ГНЗ модельних систем від кількості овочевих компонентів у системі й кількості цукру (рис. 4.8 і 4.9).

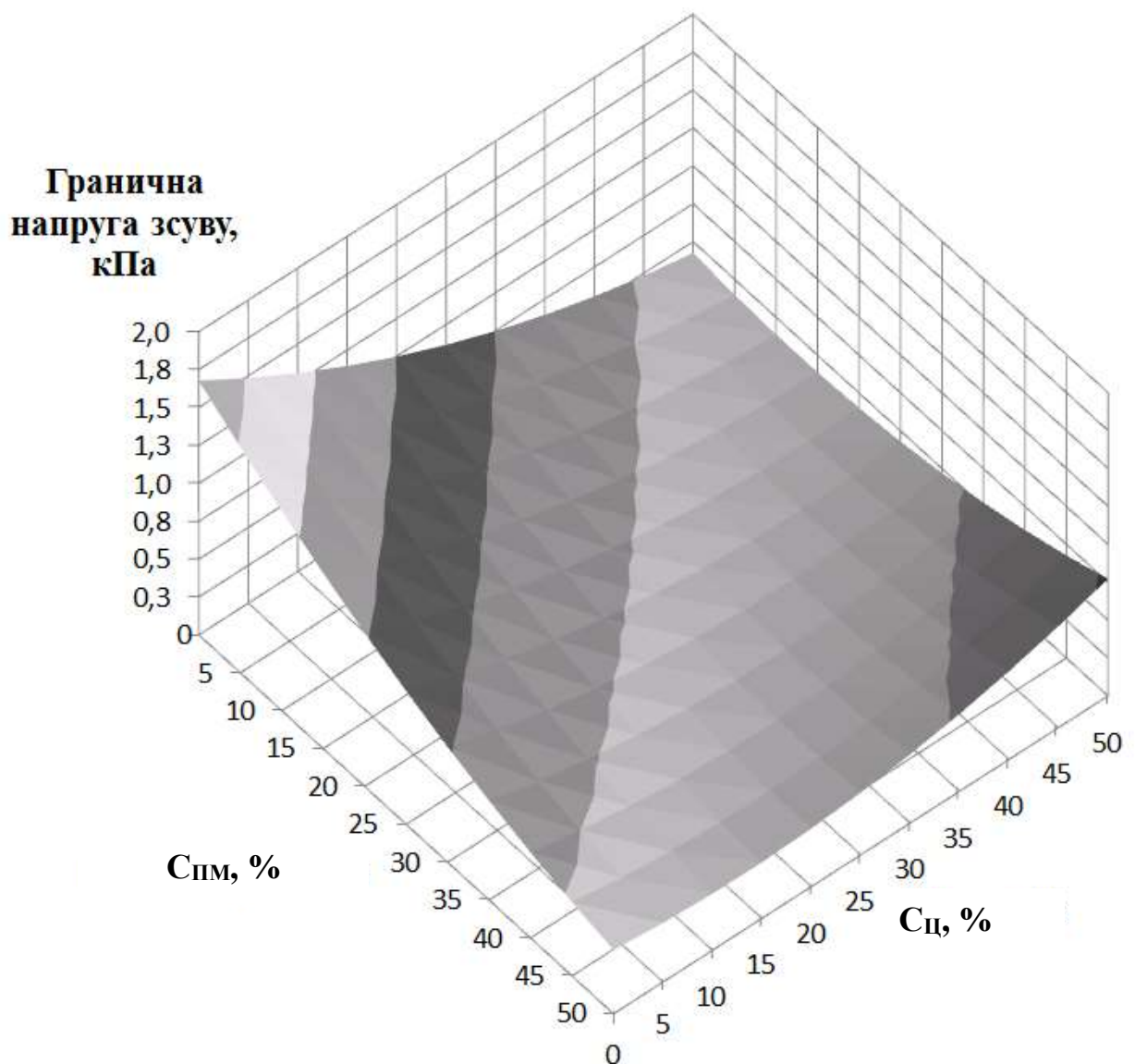


Рис. 4.8. Зміна ГНЗ модельної системи «НКК+ПМ+цукор» залежно від кількості в рецептурі пюре з моркви та цукру

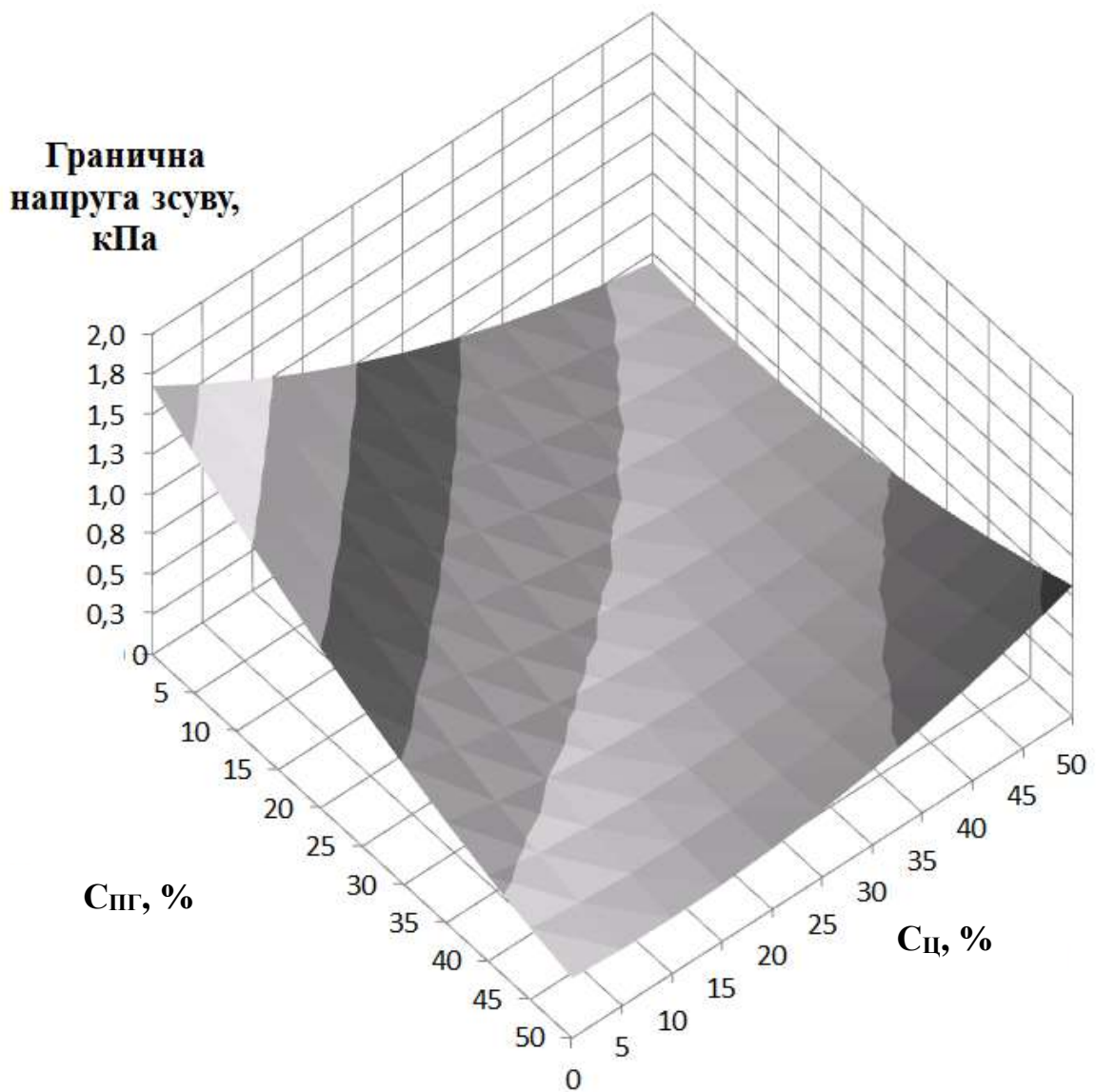


Рис. 4.9. Зміна ГНЗ модельної системи «НКК+ПГ+цукор» залежно від кількості в рецептурі пюре з гарбуза та цукру

За даними на рис. 4.8 і рис. 4.9 підвищення концентрації цукру в обох модельних системах призводить до зниження показника ГНЗ. Це можна пояснити тим, що в системі відбувається перерозподіл вологи. При додаванні цукру молочні білки втрачають вологу, яку поглинають полісахариди системи та утворюють драгли, що мають більш низькі показники ГНЗ й знижують загальне значення ГНЗ системи. Також зберігається тенденція впливу овочевого пюре на зниження показника ГНЗ як у двокомпонентних, так і в трикомпонентних системах. При підвищенні концентрації овочевого пюре і цукру в системі від 0% до 30% ГНЗ системи «НКК+ПМ+цукор»

зменшується на $75,6 \pm 3,8\%$, а системи «НКК+ПГ+цукор» – на $74,3 \pm 3,7\%$. На нашу думку, це можна пояснити тим, що пектинові речовини пюре з гарбуза утворюють при взаємодії з цукром драглеподібні структури більш інтенсивно, ніж пектинові речовини пюре з моркви.

Зміни ГНЗ обох систем мають однакові тенденції, які обумовлені перерозподілом вологи в системах. Під впливом цукру білки молочного концентрату втрачають вологу, що призводить до зниження показника ГНЗ, а волога починає зв'язуватися полісахаридами та пектиновими речовинами овочевого компоненту, що поступово призводить до підвищення цього показника.

Якщо проаналізувати інтервал зміни ГНЗ $0,45 \dots 0,70$ кПа, який найбільш характерний для фаршевих мас та начинок [307], то можна зазначити, що співвідношення кількості пюре з гарбуза та цукру в цьому інтервалі складає відповідно $0 \dots 40 : 0 \dots 45 \%$ та $30 \dots 50 : 30 \dots 50 \%$. Для модельної системи «НКК+ПМ+цукор» співвідношення овочевого пюре до цукрової пудри складає $0 \dots 45 : 0 \dots 45 \%$ та $30 \dots 50 : 35 \dots 50 \%$.

Тобто можна зробити висновок про подібні процеси в обох системах під впливом зміни співвідношення компонентів.

На наступному етапі ми спробували оптимізувати співвідношення рецептурних компонентів відповідно до харчової цінності, органолептичних показників і структурно-механічних властивостей напівфабрикатів, які ми розробляємо. З цією метою нами було визначено раціональний інтервал ГНЗ для напівфабрикатів, що проектуються.

Білково-вуглеводні напівфабрикати можна використовувати для виготовлення таких виробів, як сирники, вареники, начинки тощо, а також зберігати шприцьованими в целофановій оболонці. Зважаючи на галузь використання і методи пакування, за показники ГНЗ ми скористалися вимогами до фаршевих напівфабрикатів.

На основі літературних джерел контрольні показники ГНЗ для ковбасних фаршів коливаються від 450 Па для свинячих сардельок до 700 Па

для ковбаси любительської [307]. Для фаршевих напівфабрикатів з рослинної сировини оптимальні показники ГНЗ знаходяться в межах від 100 до 700 Па [18]. Проведені автором [223] дослідження свідчать, що ГНЗ пастоподібних виробів на основі кислого сиру знаходиться в межах 370...490 Па. Дослідження ГНЗ фаршу на основі молочно-харчового білка свідчать, що цей показник змінюється від 380 до 630 Па залежно від кількості молочного білка [308]. За доцільний інтервал ГНЗ для молочно-білкових фаршів автор обрав інтервал 300...500 Па [309]. Фаршу з рибної сировини більше відповідає інтервал ГНЗ, який при формуванні з фаршів штучних напівфабрикатів складає 500...700 Па [303]. Зважаючи на наведені дані, ми прийняли обмеження для ГНЗ, напівфабрикатів, що проектуються, в інтервалі 450...700 Па.

Згідно з рекомендаціями дослідників [308], значне перевищення масової частки рослинних компонентів вище 30% у складі продуктів на основі молочного білка призводить до погіршення структурно-механічних й органолептичних показників виробів, тому обмежували максимальну кількість протертого пюре в рецептурі напівфабрикату 35%. Максимальну кількість цукру обмежуємо за смаком до 20%, так як велика кількість цукру надає солодкого смаку й обмежує використання напівфабрикатів. Мінімальну кількість цукру обмежували 5%, оскільки менша кількість цукру не буде надавати напівфабрикату солодкого смаку.

За цільову функцію, яку зводили до максимуму, ми обрали вміст білка. Відповідно, білок у напівфабрикатах міститься в НКК та овочевому пюре, тому для НБВГ функція буде мати вигляд:

$$20,8 \cdot X_1 + 1,2 \cdot X_2 \rightarrow \max, \quad (4.2)$$

а для НБВМ:

$$20,8 \cdot X_1 + 1,4 \cdot X_3 \rightarrow \max. \quad (4.3)$$

Для визначення оптимального рецептурного складу НБВ ми використали спосіб розв'язання компромісних задач багатопараметричної оптимізації методом сполучених градієнтів [310]. Для розрахунку ми використали надбудову «Пошук рішень» пакету MS Excel. Метод полягає у виборі цільової функції, лімітованої до встановленого значення, та описі обмежень із системи рівнянь.

Факторами оптимізації було обрано:

X_2 – вміст пюре з гарбуза;

X_3 – вміст пюре з моркви;

X_4 – вміст цукру;

X_1 – вміст НКК залежить від значень X_2, X_3, X_4 і визначається як

$$X_1 = 100 - \sum_{i=1}^{n=2} X_i \quad (4.4)$$

Функціями, що характеризують обмеження вмісту рецептурних компонентів, є:

$$10 \leq X_2 \leq 35 \quad (4.5)$$

$$10 \leq X_3 \leq 32 \quad (4.6)$$

$$5 \leq X_4 \leq 20 \quad (4.7)$$

Вміст усіх інгредієнтів повинен бути позитивним числом:

$$0 \leq X_1 \quad (4.8)$$

$$0 \leq X_2 \quad (4.9)$$

$$0 \leq X_3 \quad (4.10)$$

$$0 \leq X_4 \quad (4.11)$$

Сума мас інгредієнтів повинна відповідати кінцевій масі готового продукту і для даного завдання складає 100 г, тому накладали умову вмісту рецептурних інгредієнтів за загальною масою суміші у грамах:

$$\text{для НБВГ} - X_1 + X_2 + X_4 = 100; \quad (4.12)$$

$$\text{для НБВГ} - X_1 + X_3 + X_4 = 100; \quad (4.13)$$

З урахуванням рівнянь (4.2) і (4.3), для яких були встановлені обмеження (min – 450 Па, max – 700 Па), рівняння (4.4) і (4.5) були зведені до

максимуму. Отримані результати наведено у табл. 4.10.

Таблиця 4.10

Оптимальні співвідношення компонентів модельних систем НБВКРС

Назва рецептурних компонентів	Кодоване значення	Масова частка компонентів, г	
		НБВМ	НБВГ
НККС	X_1	58	54
Пюре з гарбуза	X_2	-	35
Пюре з моркви	X_3	31	-
Цукор	X_4	11	11

Оптимальний відсоток використання стабілізатора «Астрі Гель» у складі молочних продуктів за рекомендаціями дослідників складає 10%. Тому на наступному етапі ми вивчили вплив стабілізатора на ГНЗ розроблених модельних систем. Результати досліджень наведені на рис. 4.10.

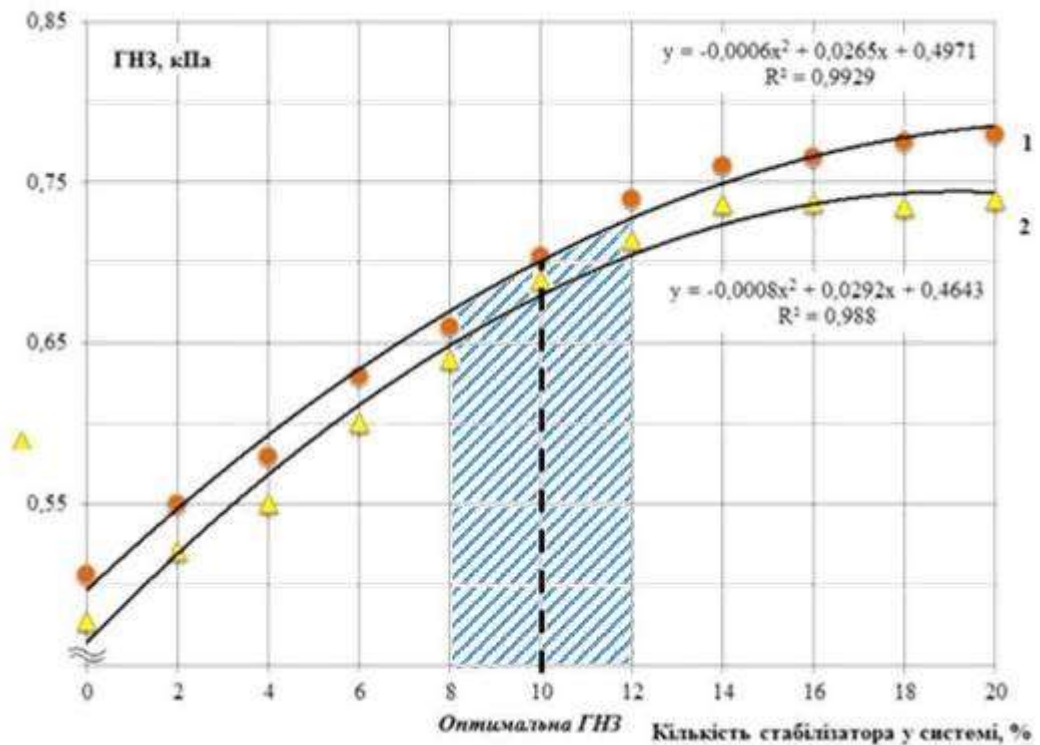


Рис. 4.10. Вплив добавки стабілізатора на ГНЗ модельних систем НБВКРС з:
1 – пюре з моркви; 2 – пюре з гарбуза

За даними рис. 4.10, добавка стабілізатора призводить до підвищення

показника ГНЗ модельних систем. Найбільш інтенсивно цей процес відбувається в інтервалі концентрації стабілізатора від 0 до 14 %. У наведеному інтервалі ГНЗ зростає для модельної системи НБВГ на 35,2 %, для модельної системи НБВМ – на 28,1 %. При наступному підвищенні концентрації стабілізатора зростання ГНЗ уповільнюється. Враховуючи, що максимальна межа ГНЗ, яка відповідає нашим вимогам, складає 700 Па, ми приймаємо для використання у складі НБВКРС 10% стабілізатора [311, 312]. Остаточне оптимізоване співвідношення компонентів НБВКРС наведено у табл. 4.11.

Таблиця 4.11

Оптимальні співвідношення компонентів модельних систем НБВКРС

Назва рецептурних компонентів	Масова частка компонентів, г	
	НБВМ	НБВГ
НККС	52	48
Пюре з моркви	28	-
Пюре з гарбуза	-	32
Цукор	10	10
Стабілізатор	10	10

4.1.4 Оптимізація процесу диспергування компонентів НБВКРС. З метою спрощення процесу виготовлення НБВКРС були проведені дослідження процесу сумісного диспергування їх компонентів. Для цього ми обрали подрібнювач ROBOT COUPE R2 з робочою камерою 2,9 дм³ та частотою обертання леза 1500 об/хв., який часто використовують у закладах ресторанного господарства. Подрібнювач комплектується ножами з гладким та карбованими лезами.

Визначали зміну комплексних реологічних характеристик напівфабрикатів від тривалості (ступеня) здрібнювання і виду встановленого ножа. У процесі здрібнювання відбирали проби напівфабрикатів для визначення їх реологічних і технологічних характеристик. Відбір проб починали після десятої секунди здрібнювання, коли маса набувала однорідного виду.

Як свідчать дослідження [313], при диспергуванні змінюються реологічні й технологічні показники, такі як в'язкість, ГНЗ, липкість, вологоутримуюча й жирутримуюча здатність і т.д. Однак найбільш ефективно, на думку Косого В.Д. [303], оцінювати ефективність процесу здрібнювання за зміною зсувних властивостей, які характеризують енергію взаємодії між елементами структури, тобто властивості всього обсягу системи в умовах напруженого стану. Тому ми досліджували зміни показників ГНЗ і в'язкості. Динаміка зміни в'язкості й граничної напруги зсуву в НБВКРС представлена на рис. 4.11...4.14.

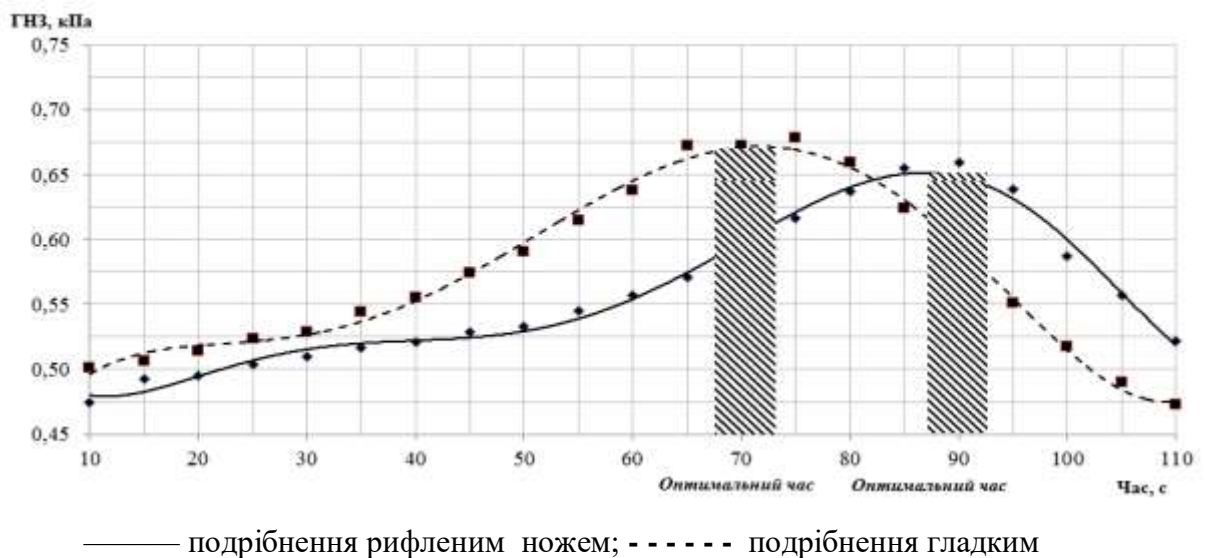


Рис. 4.11. Динаміка зміни ГНЗ під час диспергування НБВМ

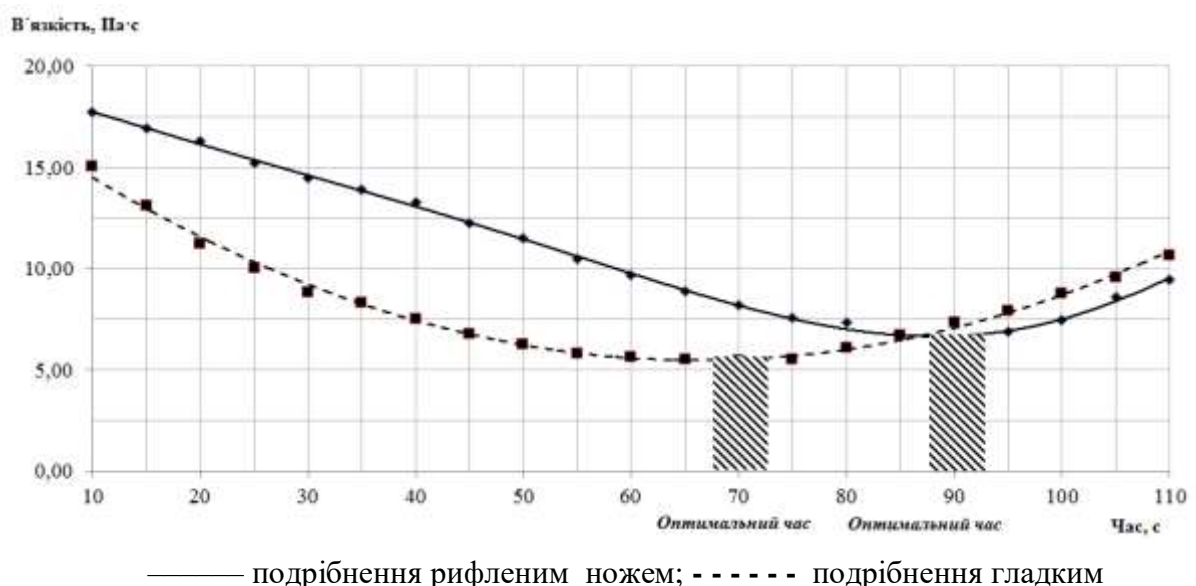


Рис. 4.12. Динаміка зміни в'язкості під час диспергування НБВМ

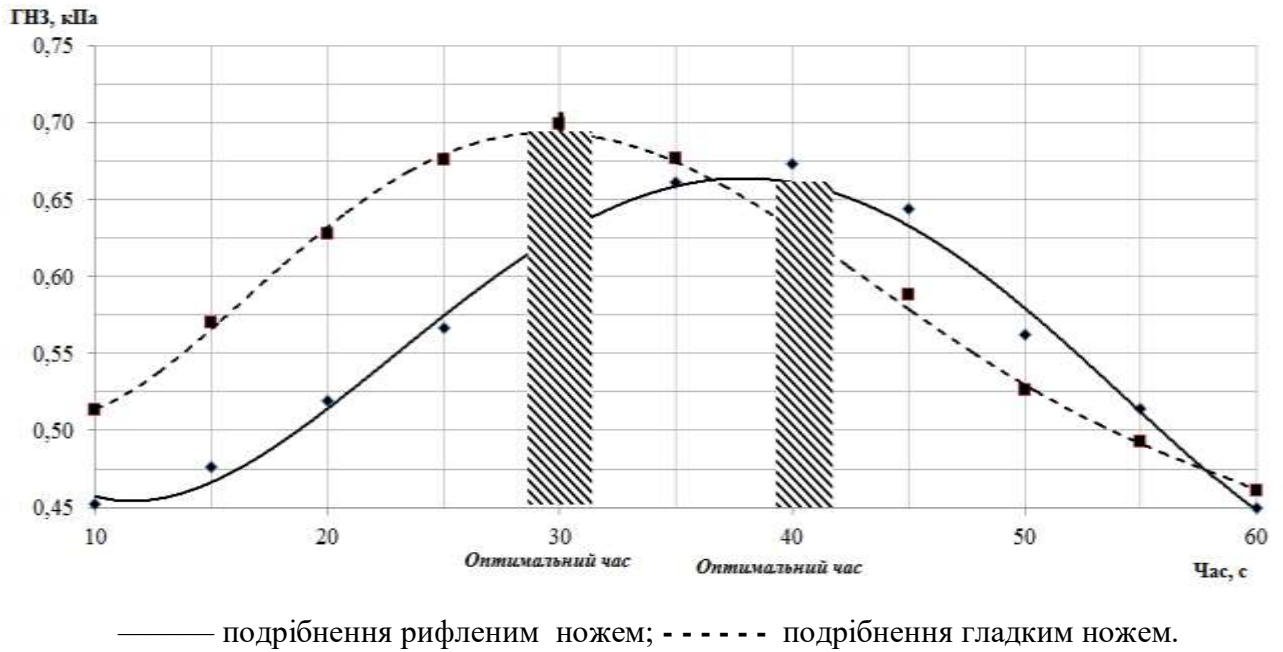


Рис. 4.13. Динаміка зміни ГНЗ під час диспергування НБВГ

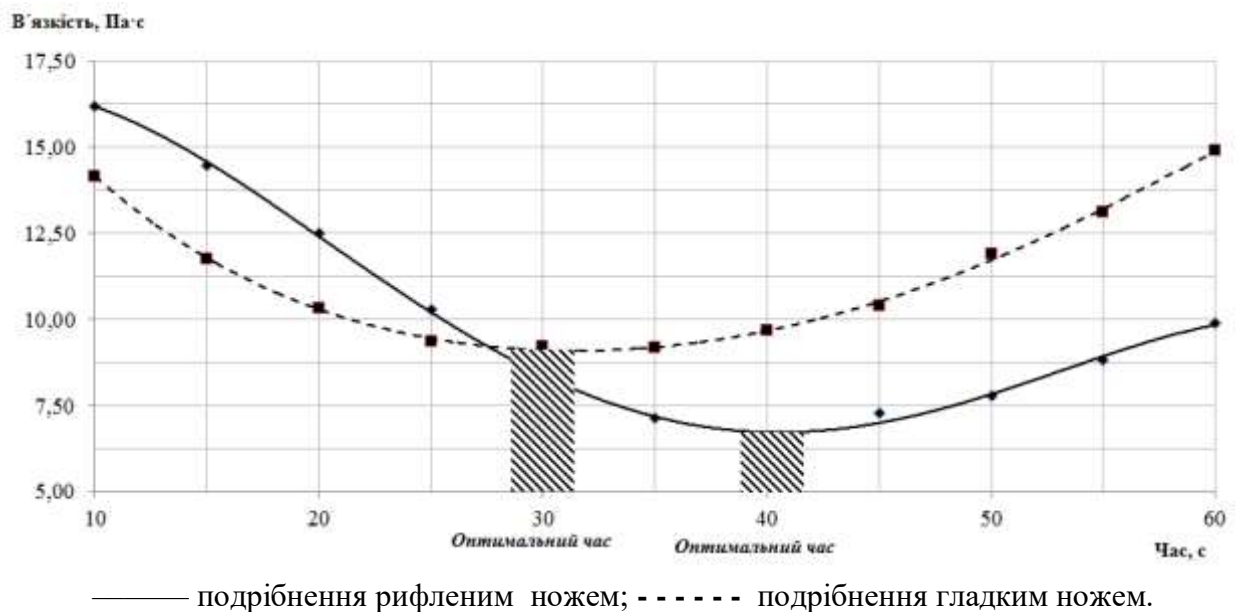


Рис. 4.14. Динаміка зміни пластичної в'язкості під час диспергування НБВГ

За даними дослідження, динаміка зміни реологічних показників НБВКРС схожа для НБВМ і НБМГ. При диспергуванні маси на початковому періоді, коли частки здрібнюються до розміру, дещо меншого за початковий, і додана волога утворює товсті прошарки, що полегшують деформацію, величина ГНЗ починає зростати для НБВМ на 12,2...17,9%, для НБВГ – на

5,3...11,1%, а пластична в'язкість знижується для НБВМ на 44,5...49,1%, а для НБВГ – на 10,8...16,9%. Тривалість цих процесів у системі НБВМ становить 40-50 с, а в системі НБВГ – 9...10 с, що, на нашу думку, пов'язано з більшою механічною міцністю протопектину та екстенсину клітковинних стінок моркви в порівнянні з аналогічними структурами гарбуза. При збільшенні тривалості диспергування (перший період) відбувається інтенсивне розрізування часток, їх загальна поверхня збільшується, волога з вільної переходить у поверхнево-зв'язану. У цей період величина ГНЗ зростає й досягає максимального значення: для НБВМ – 34,5...36,4%, для НБВГ – 40,5...44,6%, а пластична в'язкість зменшується до мінімальних значень: для НБВМ – 63,4...63,6% і для НБВГ – 44,9...49,6%. Утворення первинної структури маси НБВКРС закінчується. За дослідженнями процесу диспергування ковбасних фаршів на кутерах різних марок [185], саме цей час є оптимальним для процесу диспергування, при цьому втрати рідини при наступній термообробці ковбасних виробів зводяться до мінімальних значень.

При продовженні процесу диспергування (другий етап) відбувається роздрібнення волокон овочевого компонента, температура маси продовжує підвищуватися, збільшується кількість дрібних часток, аерування маси призводить до вторинного структуроутворення, а також до зменшення величини ГНЗ: для НБВГ – до 33,1...34,0%, а для НБВМ – до 20,8...29,6%, що в подальшому може призвести до втрат маси при термообробці. Одночасно відбуваються колоїдно-хімічні зміни – перерозподіл часток та адсорбування вологи, утворення драглеподібних структур.

Отже, оптимальна тривалість диспергування НБВМ на подрібнювачі ROBOT COUPE R2 із застосуванням гладких ножів складає 70 ± 2 с, із застосуванням рифлених ножів – 90 ± 2 с. Оптимальна тривалість диспергування для НБВГ складає 30 ± 2 с і 40 ± 2 с.

На наступному етапі ми досліджували динамічний коефіцієнт в'язкості НБВКРС, диспергованих на подрібнювачі ROBOT COUPE R2 з карбованим

ножем за обраними нами режимами. Результати досліджень наведені на рис. 4.15, 4.16.

Отже, за даними рис. 4.15, 4.16 можна зробити висновок, що за структурою НБВКРС відносяться до не ньютонівських рідин. З кривих видно, що обидві харчові системи мають статичне граничне напруження зсуву, для НБВМ воно складає 400 ± 4 Па, для НБВГ – 300 ± 5 Па, а також динамічне граничне напруження зсуву – 650 ± 4 Па і 700 ± 5 Па. Це відповідає інтервалу ГНЗ, за яких пластичні напівфабрикати можуть добре формуватися та зберігати форму.

Найбільша гранична в'язкість незруйнованої структури складає для НБВМ 870 ± 3 Па·с, для НБВГ – 510 ± 5 Па·с, а найменша в'язкість складає 98 ± 3 Па·с і 105 ± 2 Па·с відповідно.

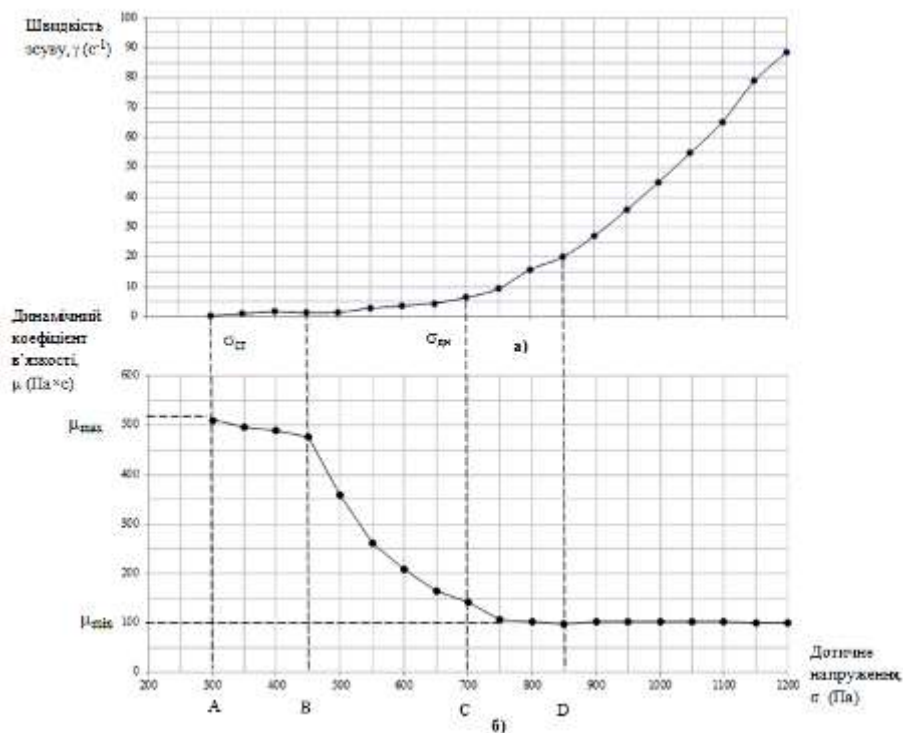


Рис. 4.15. Крива течії (а) та повна реологічна крива (б) НБВГ:
 АВ – зона деформації типу повзучості;
 ВС – зона лавинного руйнування структури;
 CD – зона в'язко-пластичної течії

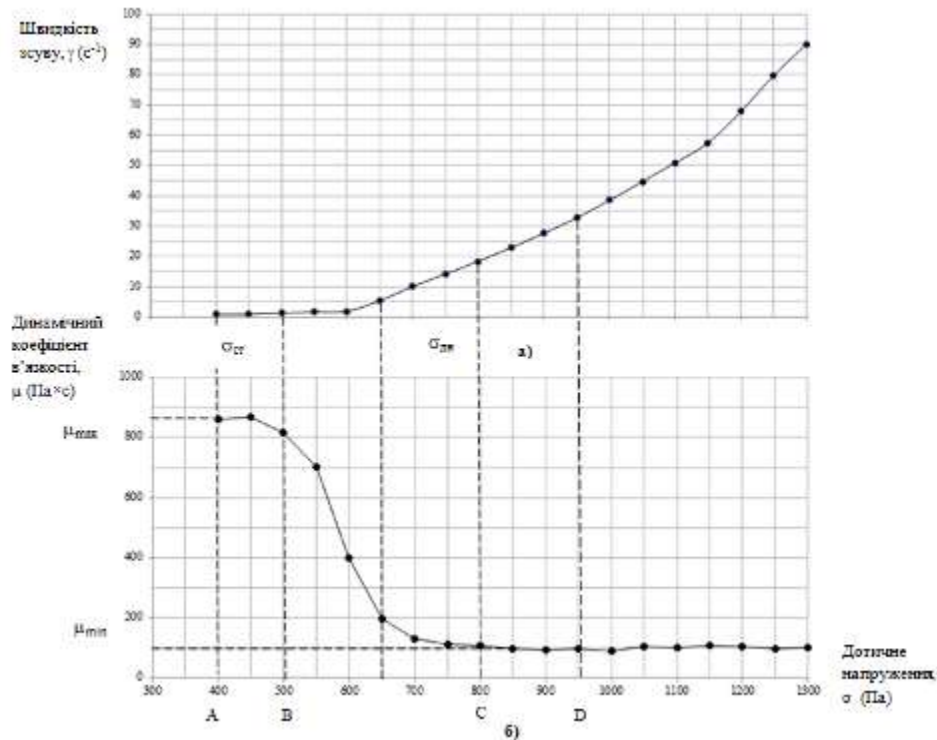


Рис. 4.16. Крива течії (а) та повна реологічна крива (б) НБВМ:
 АВ – зона деформації типу повзучості;
 ВС – зона лавинного руйнування структури;
 CD – зона в'язко-пластичної течії

Отримані результати можуть бути використані під час підбору та конструювання обладнання для формування і транспортування розроблених напівфабрикатів.

4.1.5. Обґрунтування раціональних технологічних режимів заморожування та зберігання білково-вуглеводних напівфабрикатів. Відомо, що спосіб заморожування та режими зберігання молочних продуктів впливають на їх кінцеву якість. Високу якість продуктів забезпечує швидке заморожування, під час якого температуру продукту доводять до температури зберігання за 1 год і менше [314].

Враховуючи переваги швидкого заморожування, ми прийняли швидкий спосіб заморожування нових напівфабрикатів. Нашим завданням було дослідити фізико-хімічні процеси при заморожуванні, зокрема фазову поведінку вологи у НБВМ і НБВГ, кінетику заморожування-відігрівання НБВКРС та визначити оптимальні режими їх заморожування.

Фазова поведінка вологи у НБВКРС з додаванням стабілізатора «Астрі Гель» за температури нижче 0°C . У зв'язку з потенційно широким використанням білково-вуглеводних напівфабрикатів у харчовій промисловості виникає потреба в їх тривалому зберіганні. Однак, при зберіганні їх споживчі якості можуть знижуватися залежно від способів зберігання, що використовуються. В останні десятиріччя широко розвиваються технології приготування виробів із заморожених напівфабрикатів з метою збереження їх технологічних і смакових якостей [315].

Вода відіграє роль пластифікатора харчових продуктів [316]. Молочні продукти містять воду в різному стані: вільному, адсорбційно і хімічно зв'язаному. У зв'язку з цим при заморожуванні білково-вуглеводних напівфабрикатів можливий розвиток фазових переходів (кристалізації, плавлення) і склування. З метою зменшення розмірів кристалів льоду і формування склоподібних елементів доцільно додавати в харчові напівфабрикати речовини для зв'язування води (стабілізатори).

Таким чином, з метою вдосконалення технології виробництва заморожених напівфабрикатів є актуальним проведення наукових досліджень, спрямованих на вивчення фазових переходів рідини і стану води в харчових продуктах і напівфабрикатах при температурі нижче 0°C . Для цих завдань важливо мати аналітичну техніку для термічного аналізу продуктів харчування. Різноманітна аналітична техніка дозволяє стежити за змінами фізичних властивостей компонентів харчових продуктів, які відбуваються в результаті контрольованих змін температури. До аналітичних методів термічного аналізу належить термогравіметрія, дилатометрія, реологічний термічний аналіз, диференційний термічний аналіз (ДТА) і диференціальна скануюча калориметрія (ДСК). ДТА і ДСК ґрунтуються на зміні теплопоглинання або тепловиділення речовини при зміні температури з контрольованою швидкістю [317]. Ці зміни відбуваються в компонентах харчових продуктів при розвитку фазових переходів (кристалізація,

плавлення, склування, конформаційні зміни) або протіканні хімічних реакцій. Метод ДСК широко застосовується під час досліджень фазових переходів і склування харчових продуктів різного типу [318-323]. У нашій роботі для дослідження теплофізичних властивостей білково-вуглеводних напівфабрикатів використовували ДСК. Досліджували процеси кристалізації, склування і плавлення вологи в складі НБВКРС з додаванням $28 \pm 1,4\%$ пюре з моркви та $32 \pm 1,6\%$ пюре з гарбуза, а також впливу стабілізатора «Астрі Гель» на фазову поведінку напівфабрикатів за температури нижче 0°C [324].

Враховуючи складний склад харчової суміші «Астрі Гель», що містить солі лимонної кислоти, фосфат калію, желюючі агенти та інші компоненти, які зв'язують воду, варто очікувати зміни температури й інтенсивності фазових переходів у напівфабрикатах, що досліджуються, при охолодженні та нагріванні. Ми проводили дослідження за допомогою низькотемпературного диференціального скануючого калориметра. Термограми ДСК білково-вуглеводного напівфабрикату з додаванням гарбузового пюре як контрольного зразка (а) і цього ж зразка з додаванням харчової суміші «Астрі Гель» (б) наведено на рис. 4.17.

Проаналізуємо вищезазначені на термограмах процеси:

1. Стрибок теплопоглинання ми розглядаємо як перехід зразка з переохолодженої рідини у склоподібний стан при охолодженні і назад – зі склоподібного у стан переохолодженої рідини, тобто відповідає процесу силування / розсклування при охолодженні / нагріванні.

2. Подальше підвищення температури призводить до розвитку завершення кристалізації льоду на етапі нагріву, при цьому на термограмі реєструється розмитий слабоінтенсивний екзотермічний пік 2.

3. Інтенсивний ендотермічний пік 3 відповідає плавленню білково-вуглеводних напівфабрикатів, що досліджуються (t_m).

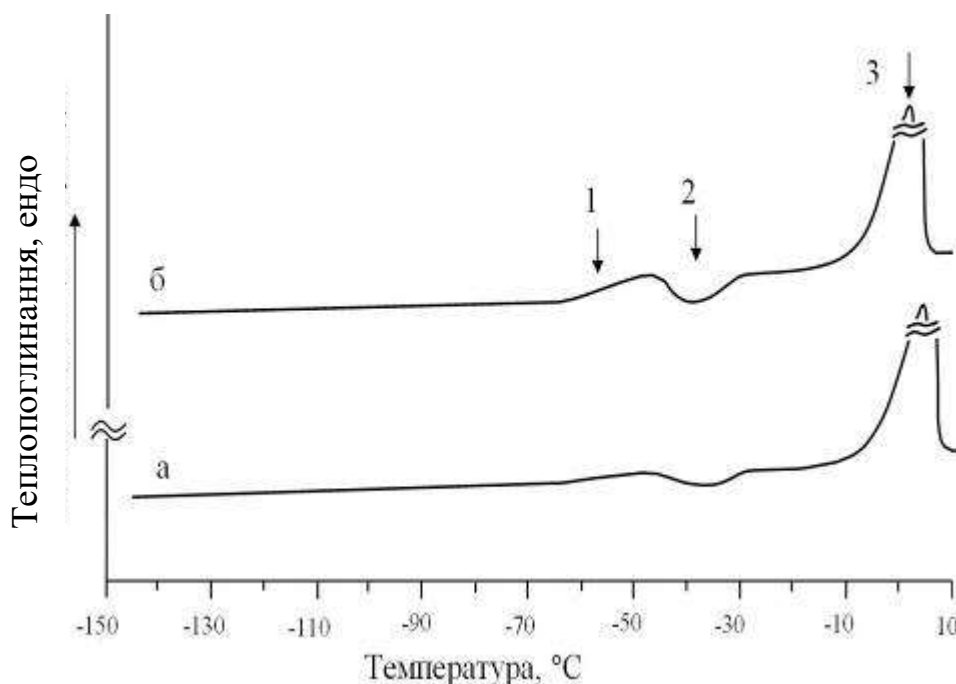


Рис. 4.17. ДСК-термограми: а – напівфабрикат білково-вуглеводний + пюре з гарбуза; б – напівфабрикат білково-вуглеводний + пюре з гарбуза + «Астрі Гель». Стрілками і цифрами на термограмах позначені наступні процеси: 1 – розклування; 2 – завершення кристалізації льоду при нагріванні; 3 – плавлення системи

Усі зразки були попередньо заморожені в рідкому азоті поза калориметром, потім їх помістили в попередньо охолоджену калориметричну блоці. При цьому середня швидкість охолодження складала 200 град / хв. Термограми реєстрували при нагріванні зі швидкістю 0,5° С / хв. Екзо- і ендотермічні піки, а також стрибок теплопоглинання на термограмах інтерпретували відповідно до класифікації, наведеної у працях [325-327].

Аналогічні термограми були зареєстровані для білково-вуглеводного напівфабрикату з додаванням пюре з моркви (рис. 4.18 а) і з додаванням до напівфабрикату харчової суміші «Астрі Гель» (рис. 4.18 б). На них спостерігаються ті ж фазові переходи і склування.

На основі термограм ми визначили температуру фазових переходів і склування дослідних зразків, значення яких наведені в табл. 4.12.

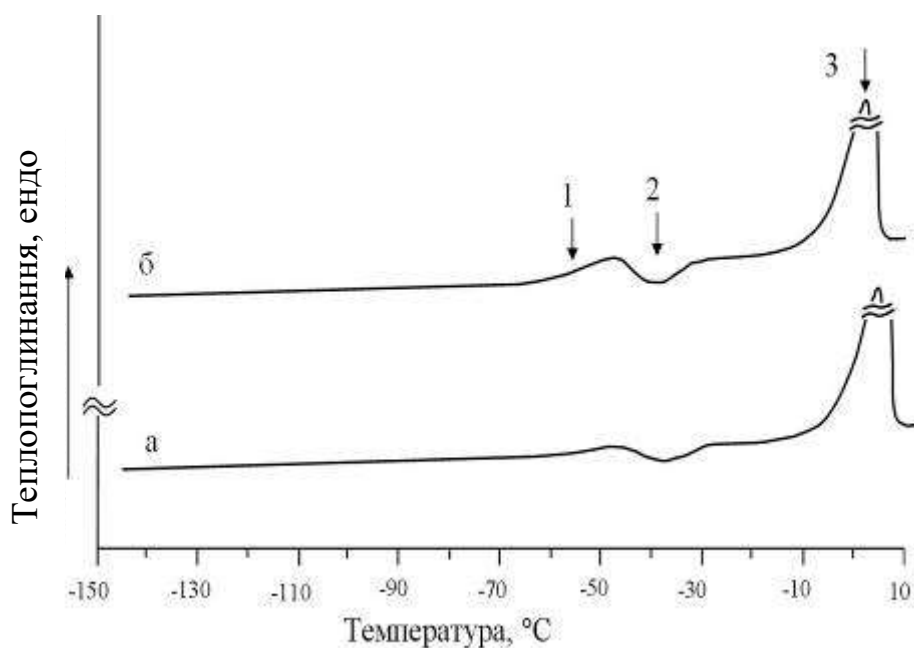


Рис. 4.18. ДСК-термограми: а – напівфабрикат білково-вуглеводний + пюре з моркви; б – напівфабрикат білково-вуглеводний + пюре з моркви + харчова суміш «Астрі Гель». Стрілками і цифрами на термограмах позначені наступні процеси: 1 – розклування; 2 – завершення кристалізації льоду при нагріванні; 3 – плавлення системи

Таблиця 4.12

Температура фазових переходів і склування у зразках НБВКРС

Напівфабрикат білково-вуглеводний		$T_g^-, ^\circ\text{C}$	$T_g, ^\circ\text{C}$	$T_g^+, ^\circ\text{C}$	$T_c, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$T_{m \text{ пик}}, ^\circ\text{C}$
з пюре моркви	без стабілізатора	-57,6	-54,5	-46,2	-36,9	-3,5	5
	з додаванням «Астрі Гель»	-63,3	-55,1	-47,4	-38,4	-5,8	2,5
з пюре гарбуза	без стабілізатора	-57,3	-54,1	-46,4	-36,6	-5	4,6
	з додаванням «Астрі Гель»	-63,5	-55,2	-47,5	-38,9	-7,7	2,2

Таким чином, режими охолодження призводять до формування складних гетерогенних структур при заморожуванні напівфабрикатів, що досліджуються. Як контрольні зразки, так і напівфабрикати з додаванням харчової суміші «Астрі Гель», у твердій фазі містять кристалічні і

склоподібні елементи. Це підтверджується наявністю стрибка теплопоглинання на термограмі при нагріванні заморожених напівфабрикатів.

Як зазначено вище, цей процес називається розклуванням і фізичний зміст його полягає в тому, що в цьому температурному діапазоні зразок, який перебуває в твердому аморфному стані, унаслідок зростання молекулярної рухливості і пониження в'язкості з твердоаморфного переходить у рідкий переохолоджений стан. Процес розклування відбувається в діапазоні температур (рис. 4.19), а температура розклування t_g при цьому визначається за крапкою перегину. Зазначимо, що за вищої температури можливе протікання фізичних і біохімічних процесів, а це може призвести до погіршення харчових якостей продукту при тривалому їх зберіганні вище температури силювання.

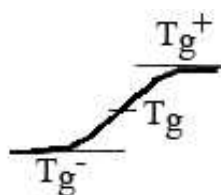


Рис. 4.19. Калориметричний запис стрибка теплопоглинання при розклуванні модельних систем

У контрольних дослідних зразках розклування відбувається за температури, що не відрізняється в межах похибки, і становить для напівфабрикату з додаванням пюре з моркви $-54,5 \pm 2,7^\circ \text{C}$, а з додаванням пюре з гарбуза – $-54,1 \pm 2,7^\circ \text{C}$. Наявність склоподібних елементів у контрольних зразках напівфабрикатів обумовлена, ймовірно, присутністю цукру як в НККС, так і в овочевому пюре. Саме в цьому температурному діапазоні відбувається процес склування цукру [328].

Температура розклування в напівфабрикатах при додаванні харчової суміші «Астрі Гель» знижується на $0,6^\circ \text{C}$ і $0,9^\circ \text{C}$ для напівфабрикату з морквяним і гарбузовим пюре, відповідно. З вищенаведених термограм видно, що стрибок теплоємності під час розклування харчової добавки

«Астрі Гель» у напівфабрикатах більш виражений. Це можна пояснити утворенням більшої кількості склоподібних елементів у зразках унаслідок зв'язування води компонентами харчової добавки. Тривале зберігання контрольних напівфабрикатів необхідно проводити за нижчої температури - $57,6^{\circ}\text{C}$, а напівфабрикатів, з додаванням «Астрі Гель», - $-63,5^{\circ}\text{C}$, оскільки така температура відповідає початку процесу склування (табл. 4.12).

При подальшому підвищенні температури молекули води стають рухливими та мають змогу брати участь у різних молекулярних перебудовах. Як видно на термограмах, після розклування в температурному діапазоні - $48\dots-30^{\circ}\text{C}$ реєструється розмитий ендотермічний пік з температурним максимумом за температур $-36,9^{\circ}\text{C}$ і $-36,6^{\circ}\text{C}$ для напівфабрикату з додаванням морквяного та гарбузового пюре, відповідно. За результатами наукових досліджень [325-327], розмитий екзотермічний пік можна інтерпретувати як завершення кристалізації льоду на етапі нагріву. Саме низька швидкість нагріву, що використовується в дослідженні, сприяє процесу завершення кристалізації льоду, що не закристалізувався на етапі охолодження при використанні високій швидкості. Розмитий пік кристалізації обумовлений високою в'язкістю переохолодженої рідини, що виникла після розклування.

Відомо, що стабілізатори, гелеутворювачі та інші компоненти харчової суміші впливають на стан води в харчових продуктах, а також призводять до змін фазової поведінки біологічних систем. Так, на ДСК термограмах білково-вуглеводних напівфабрикатів при додаванні стабілізатора «Астрі Гель» спостерігається збільшення інтенсивності процесу завершення кристалізації на етапі нагріву (пік 2, рис. 4.17 б, 4.18 б) і зниження температури його розвитку на $1,5^{\circ}\text{C}$ і $2,3^{\circ}\text{C}$ (табл. 4.12) для напівфабрикату з додаванням морквяного пюре й гарбузового пюре, відповідно.

Таким чином, додавання «Астрі Гель» до білково-вуглеводних напівфабрикатів зв'язує воду у зразку, що, у свою чергу, призводить до збільшення кількості склоподібної фази, яка утворюється на етапі

охолодження зразка. Істотний вплив цієї добавки на стан води в харчових напівфабрикатах підтверджується збільшенням на термограмах стрибка теплопоглинання при розкльованні та інтенсивності піку завершення кристалізації при нагріванні, а також зсувом температур їх розвитку.

Експерименти з термічної передісторії на дослідних зразках напівфабрикатів проводили з метою оцінки оборотності дослідних термічних процесів [329]. Для цього зразки піддавали термічному відпалу. Схема експерименту: зразки охолоджували до -150°C в рідкому азоті, потім напівфабрикати нагрівали зі швидкістю $0,5^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$ до кінця екзотермічного переходу завершення кристалізації і витримували протягом 30 хв. Для контрольних зразків це значення становило -30°C (рис. 4.20, 4.22), а для зразків з додаванням «Астрі Гель» – -32°C (рис. 4.21, 4.23).

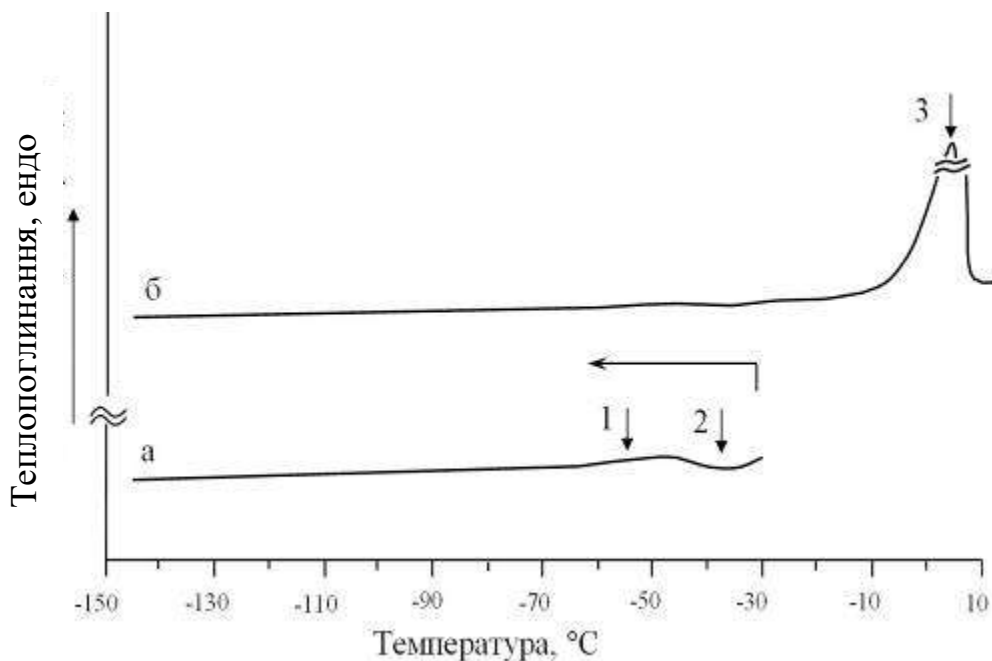


Рис. 4.20. ДСК-термограми термічного циклування напівфабрикату білково-вуглеводного з додаванням гарбузового пюре: а – заморожений напівфабрикат нагрівали в калориметрі до -30°C ; б – зразок повторно охолоджували до -150°C і реєстрували термограму при нагріванні після циклу охолодження-нагріву. Стрілками і цифрами на термограмах позначені наступні процеси: 1 – розкльовання; 2 – завершення кристалізації льоду при нагріванні; 3 – плавлення системи

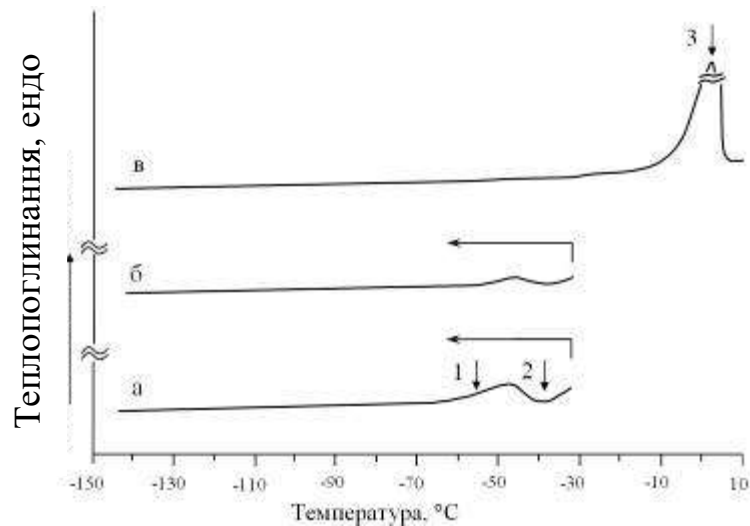


Рис. 4.21. ДСК-термограми термічного циклування білково-вуглеводного напівфабрикату з додаванням гарбузового пюре й «Астрі Гель»: а – заморожений напівфабрикат нагрівали в калориметрі до -32°C ; б – зразок повторно охолоджували до -150°C і знову нагрівали до температури завершення екзотермічного ефекту кристалізації льоду; в – зразок повторно охолоджували до -150°C і реєстрували термограму при нагріванні після другого циклу охолодження-нагріву. Стрілками і цифрами на термограмах позначені наступні процеси: 1 – розклування; 2 – завершення кристалізації льоду при нагріванні; 3 – плавлення системи

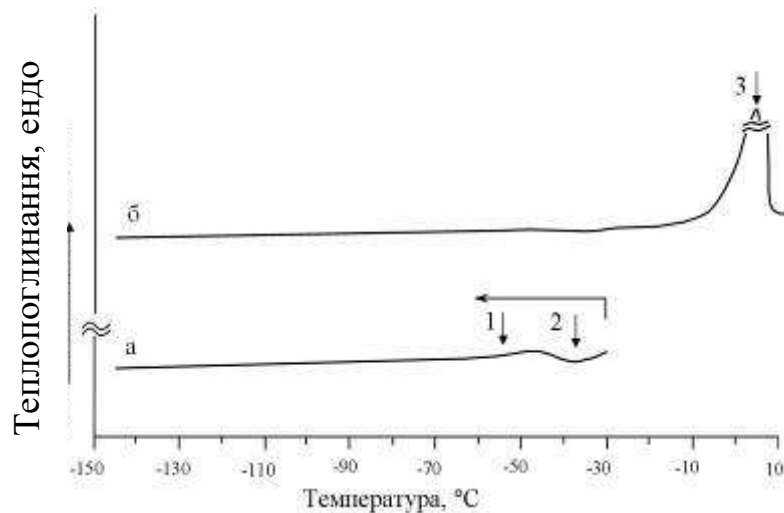


Рис. 4.22. ДСК-термограми термічного циклування білково-вуглеводного напівфабрикату з додаванням пюре з моркви: а – заморожений напівфабрикат нагрівали в калориметрі до -30°C ; б – зразок повторно охолоджували до -150°C і реєстрували термограму при нагріванні після циклу охолодження-нагріву. Стрілками і цифрами на термограмах позначені наступні процеси: 1 – розклування; 2 – завершення кристалізації льоду при нагріванні; 3 – плавлення системи

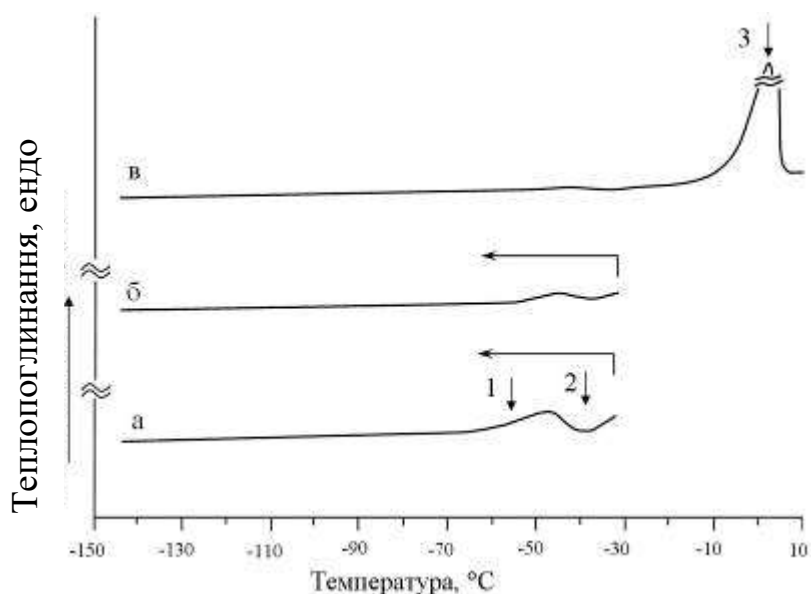


Рис. 4.23. ДСК-термограми термічного циклування напівфабрикату білково-вуглеводного з додаванням пюре моркви і «Астрі Гель»: а – заморожений напівфабрикат нагрівали в калориметрі до -32°C ; б – зразок повторно охолоджували до -150°C і знову нагрівали до температури завершення екзотермічного ефекту кристалізації льоду; в – зразок повторно охолоджували до -150°C і реєстрували термограму при нагріванні після другого циклу охолодження-нагріву. Стрілками і цифрами на термограмах позначені наступні процеси: 1 - розклування; 2 - завершення кристалізації льоду при нагріванні; 3 – плавлення системи

Потім зразки швидко охолоджували до температури, нижчої температури склування, і повторно реєстрували термограму ДСК при повільному нагріванні зразка. За вищенаведеними термограмами, після першого циклу охолодження-нагрівання контрольних зразків реєструється екзотермічний пік, відповідний завершенню процесу кристалізації води після розклування. Після другого циклу охолодження-нагрівання контрольних зразків на термограмах систем не зареєстровано певних особливостей.

Таким чином, у процесі першого циклу охолодження-нагріву практично повністю завершується кристалізація льоду.

Додавання до напівфабрикатів стабілізатора «Астрі Гель» призвело до потреби двох циклів охолодження-нагріву, щоб процес завершення кристалізації льоду практично відбувся, тому на третій термограмі виявлені незначні наслідки термічних особливостей. Це означає, що компоненти

«Астрі Гель», зв'язуючи воду, перешкоджають участі її молекул у процесі кристалізації. Водночас, за експериментальними результатами, температура склування і температура завершення кристалізації дещо підвищуються після другого температурного циклування.

Охолоджені з високою швидкістю до -150°C напівфабрикати являють собою гетерогенні системи і складаються з кристалічних та аморфних (склоподібних) фаз. Наявність склоподібної фази означає, що система є метастабільною.

Однак після відпалу як контрольних, так і напівфабрикатів з додаванням «Астрі Гель» на термограмах не реєструється стрибок теплопоглинання, що відповідає розсклуванню, й екзотермічний пік завершення кристалізації, що вказує на відсутність у зразках метастабільних областей. Використані режими циклування сприяють переходу дослідних систем у стабільний стан.

Таким чином, стабілізатор «Астрі Гель» стабілізує структуру рідини в білково-вуглеводних напівфабрикатах, що сприяє утворенню дрібнокристалічної структури і склоподібних елементів при охолодженні до низької температури.

При охолодженні з високими швидкостями і з використанням добавок, що зв'язують воду, біологічні об'єкти найменше пошкоджуються кристалами льоду, що зростають, і гіперконцентруванням розчинених у зразку речовин.

Однак при розробці технологічних методів низькотемпературного зберігання харчових продуктів слід враховувати той факт, що після кристалізації основної маси води в харчових продуктах, зокрема, у білково-вуглеводних напівфабрикатах, що досліджуються нами, і за наявності добавки «Астрі Гель» не відбувається повного затвердіння продукту, а залишається ще незаморожена рідка фракція, здатна при подальшому охолодженні переходити у склоподібний стан. Перехід усього напівфабрикату до твердого стану, припинення всіх хімічних і біохімічних реакцій відбувається за температури, нижчої від температури склування. У зв'язку з цим низькотемпературне зберігання білково-вуглеводних

напівфабрикатів дозволить краще зберегти харчову цінність і товарні якості напівфабрикатів при тривалому їх зберіганні.

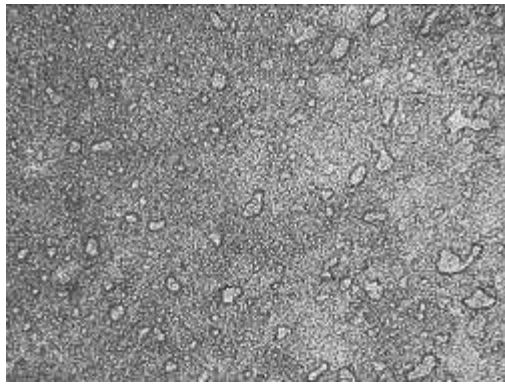
Під час використання високих швидкостей охолодження збільшується кількість метастабільної склоподібної фази в харчових напівфабрикатах, однак наступне нагрівання з низькими швидкостями призводить до розвитку завершення кристалізації, оскільки система має перейти до стану рівноваги за такої температури. Ефективним є також використання в харчових продуктах гелеутворювачів, стабілізаторів та інших компонентів, що добре зв'язують воду і перешкоджають участі молекул води у процесі росту кристалів льоду.

Кріомікроскопічні дослідження структури НБВМ і НБВГ при заморожуванні-відтаюванні. Результати кріомікроскопічних досліджень структури НБВМ і НБВГ при заморожуванні-відтаюванні наведені на рис. 4.24, 4.25.

Аналіз кріомікроскопічних досліджень показав, що зниження температури систем нижче 0°C супроводжується фазовим переходом «вода-лід». Властива, і це підтверджено результатами досліджень, наявність кристалів льоду, особливості їх формування, а також плавлення впливають на характер структури НБВКРС після повернення їх до позитивної температури ($20\text{...}22^{\circ}\text{C}$) [330]. Основну масу НБВКРС складає вода. Тому цілком припустимо представити їх у вигляді розчинів, що містять водорозчинні й нерозчинні компоненти.

У дослідних системах до водорозчинних сполук необхідно віднести, насамперед, вуглеводи та мінеральні речовини. За кріомікроскопічними дослідженнями НБВКРС властиве значне переохолодження, що обумовлено не тільки наявністю водорозчинних сполук, але й характером розподілу водної фракції у структурі НБВКРС.

У контрольних зразках НБВКРС компоненти напівфабрикатів є дрібнодисперсними й рівномірно розподілені за обсягом зразка (рис. 4.24-4.25, кадр 1).



Кадр 1 (контроль)

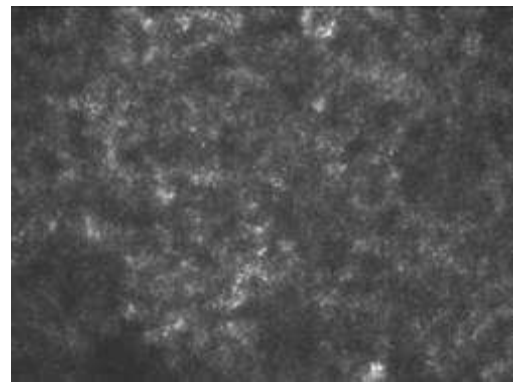
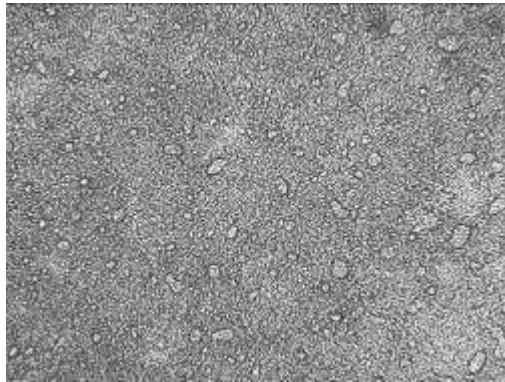
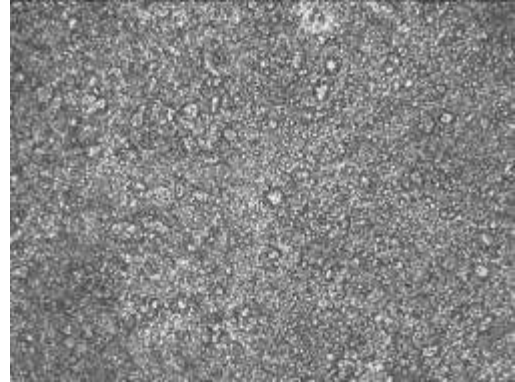
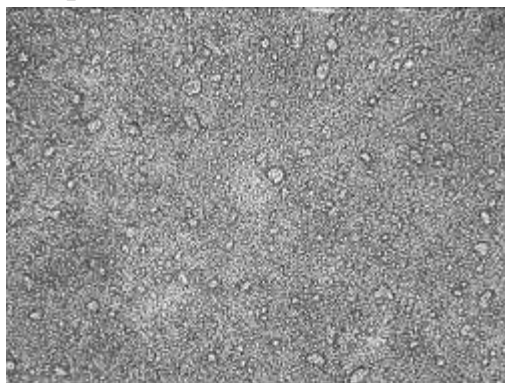
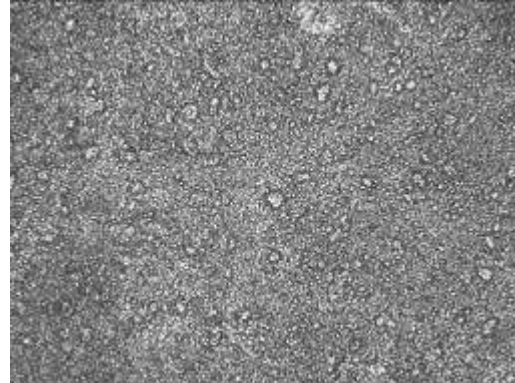
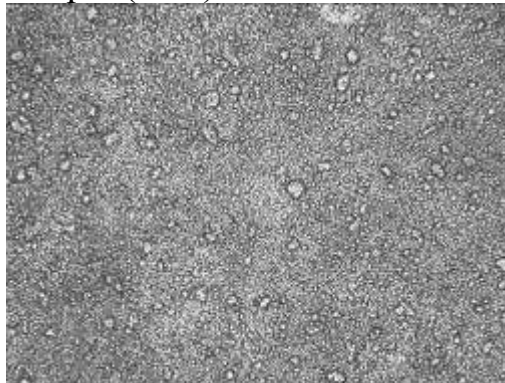
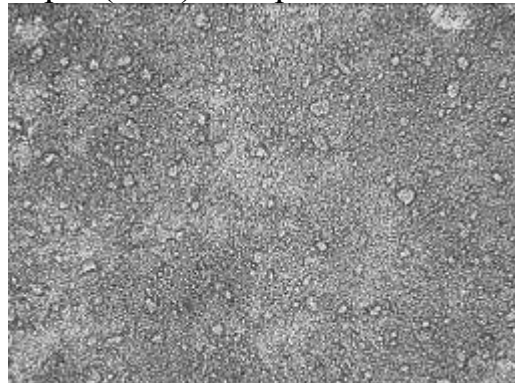
Кадр 5 ($-15,6^{\circ}\text{C}$) відігріванняКадр 2 (18°C) охолодженняКадр 6 ($-6,3^{\circ}\text{C}$) відігріванняКадр 3 (2°C) охолодженняКадр 7 (0°C) відігріванняКадр 4 (-15°C) охолодженняКадр 8 ($20,8^{\circ}\text{C}$) відігрівання

Рис. 4.24. Результати криомікроскопічних досліджень НБВМ (збільшення $\times 100$). Охолодження та відігрівання

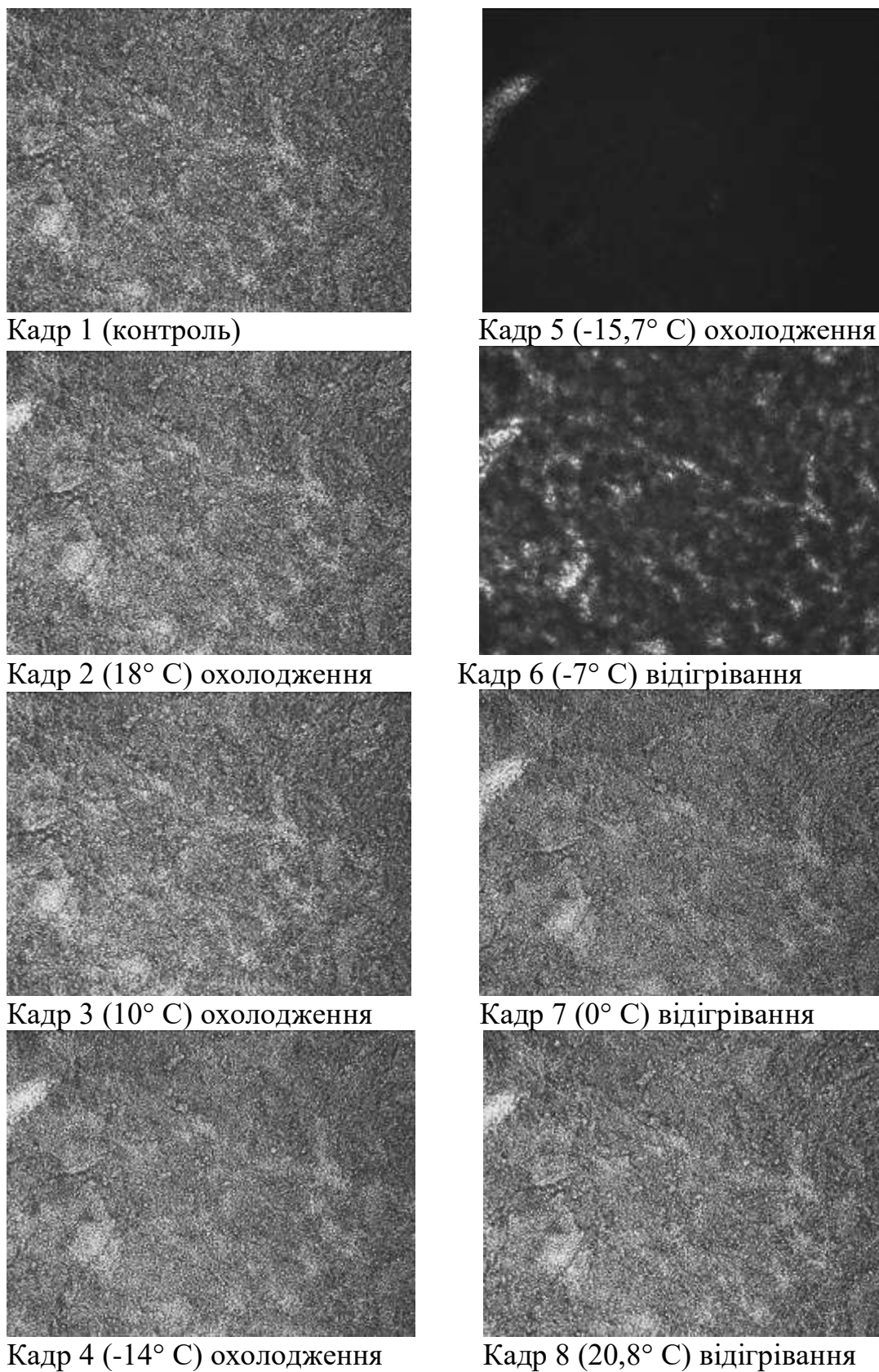


Рис. 4.25. Результати криомікроскопічних досліджень НБВГ (збільшення $\times 100$). Охолодження та відігрівання

При зниженні температури до -15°C , як для НБВМ (рис. 4.24, кадри 2-4), так і для НБВГ (рис. 4.25, кадри 2-4), система не зазнає суттєвих структурних змін, зберігаючи таку ж оптичну щільність, як і за позитивної температури.

Фазовий перехід «вода-лід» відбувається для зразків НБВМ за температури $-15,6^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.24, кадр 5), НБВГ – $-15,7^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.25, кадр 5) із переохолодженого стану шляхом миттєвого засівання кристалами льоду всієї системи, після чого зразки стають оптично непрозорими і подальше спостереження та зйомка є неможливими.

При відігріванні плавлення кристалів льоду починається для НБВМ за температури $-6,3^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.24, кадр 6), для НБВГ – -7°C (рис. 4.25, кадр 6), наслідком чого є неоднорідне просвітління системи по всьому обсягу. За температури -6°C або -5°C в обох зразках ще спостерігаються невеликі, оптично щільні ділянки, де триває процес плавлення кристалів льоду. Після завершення фазового переходу «лід-вода» вихідний стан систем НБВМ (рис. 4.24, кадр 8) і НБВГ (рис. 4.25, кадр 8) практично зберігається. Проте виникають додаткові ділянки розривів, обумовлені кристалізаційним тиском, який виникає на етапі формування кристалів льоду. Важливо зазначити, що після циклу «заморожування-відігрівання» розшарування системи відсутнє, а білкова агрегація залишається на рівні контролю.

Таким чином, за температури зберігання -18°C у холодильній камері НБВКРС будуть перебувати у частково кристалічному стані, що дозволяє рекомендувати саме цю температуру для тривалого зберігання НБВКРС в умовах закладів ресторанного господарства.

4.2 Обґрунтування параметрів одержання структурованих систем на основі білково-вуглеводної молочної сировини та УФ-ретентатів

4.2.1 Фізико-хімічні характеристики процесу піноутворення БВМС. Використання піноутворюючих властивостей БВМС у технологіях переробки в харчові продукти дозволяє раціонально планувати

технологічний процес отримання молочних продуктів з заданими функціональними властивостями.

Як вже відмічалось, важливим компонентом хімічного складу БВМС є білки. Однак якісний та кількісний склад БВМС відрізняється. Так, в ЗМ та сколотинах міститься до 3,2% білка, при цьому близько 80% та 70% є казеїновими білками, відповідно. Сироватка з-під кислого сиру містить до 1,1% білків, 60...70% яких є сироватковими. Отже, доцільним є визначення ступеня участі тих чи інших білків у піноутворенні БВМС [331].

Під час проведення досліджень нами були отримані піноподібні маси на основі ЗМ, сколотин, сироватки з-під кислого сиру та УФ-ретентатів БВМС з різним фактором концентрування, і проаналізовано склад їх білків.

На рис. 4.26 показано, як змінюється коефіцієнт флотації білків під час збивання знежиреного молока.

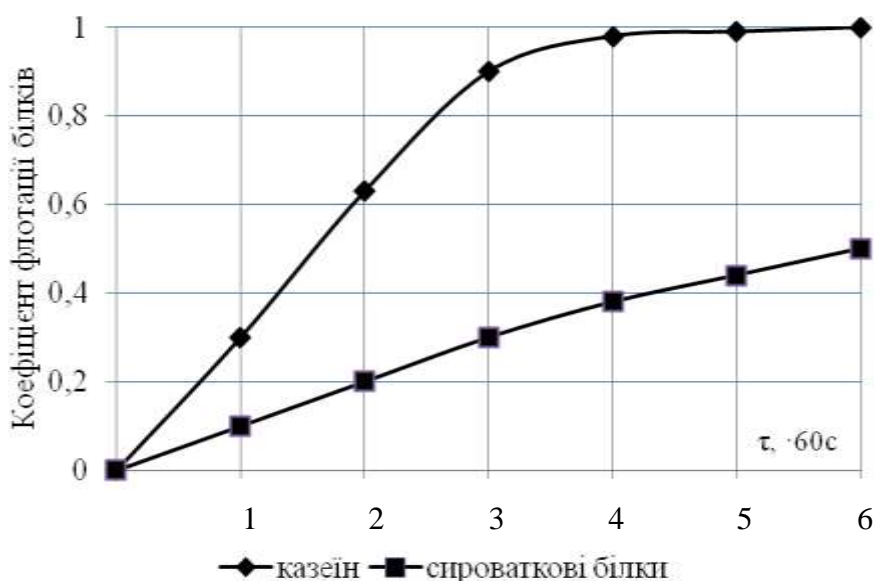


Рис. 4.26. Флотація білків знежиреного молока в піну протягом збивання

Було встановлено, що на процес піноутворення ЗМ найбільше впливали казеїнові білки. Їх концентрація в піні вже після 3·60с збивання була близькою до максимальної та складала 90% від частки всіх казеїнових білків. При цьому сироваткові білки суттєво не впливали на формування повітряних пухирців піни.

Вплив тривалості збивання на флотацію білків сколотин наведено на рис. 4.27.

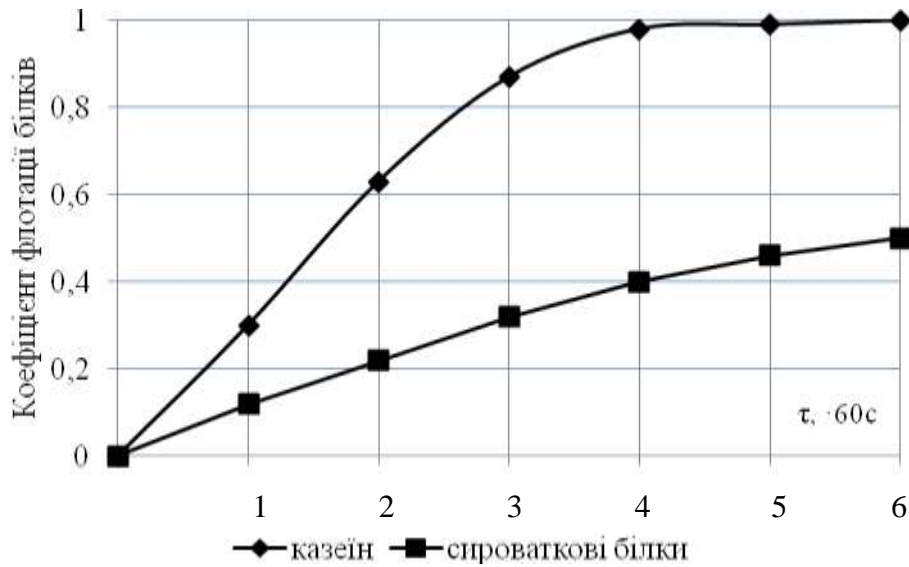


Рис. 4.27. Флотація білків сколотин в піню протягом збивання

Отримані дані свідчать, що процес флотації білків сколотин в піню практично не відрізнявся від аналогічного для білків ЗМ. Це пояснюється подібним фракційним складом їх білка.

Досліджували коефіцієнт флотації білків сироватки з-під кислого сиру (рис. 4.28).

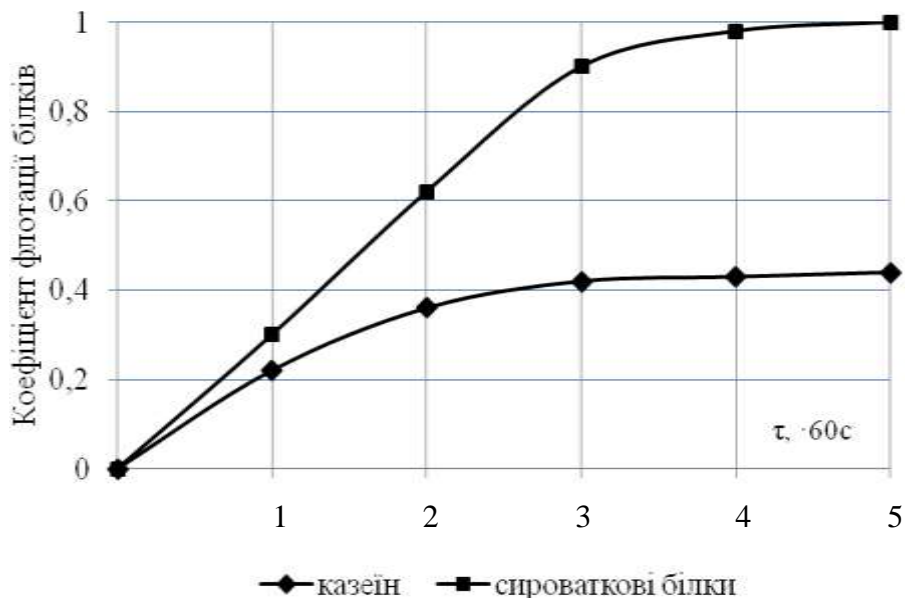


Рис. 4.28. Флотація білків сироватки з-під кислого сиру в піню протягом збивання

Аналіз результатів досліджень показав, що в цьому випадку сироваткові білки більш інтенсивно флотували (залучались) у міжфазну поверхню і утримувались міжфазними плівками під час збивання у порівнянні з казеїновими білками. Це пояснюється їх поверхнево-активними властивостями, які виражені більш сильно у порівнянні з аналогічними характеристиками казеїнових білків. За 4-60с збивання практично всі сироваткові білки були залучені до міжфазної поверхні пухирців піни.

Варто відмітити, що казеїнові білки навіть після 5-60с збивання були флотовані в піну менш, ніж на половину. Даний факт пов'язаний із конкуренцією між казеїновими та сироватковими білками. Це також підтверджується тим, що масова частка останніх практично на порядок перевищує концентрацію казеїнів у сироватці.

На наступному етапі досліджували зміну коефіцієнта флотації білків в піну УФ-ретентатів БВМС (рис. 4.29 – 4.31).

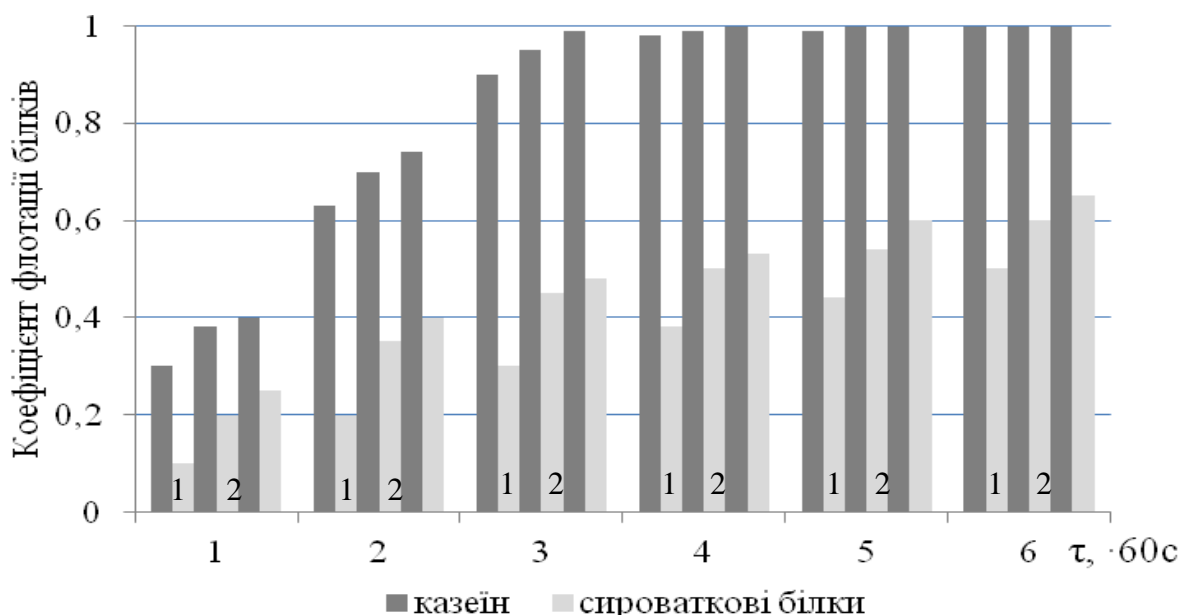


Рис. 4.29. Флотація білків в піну протягом збивання УФ-ретентату знежиреного молока з фактором концентрування: 1 – 1,5; 2 – 2,0; 3 – 3,0

Як можна було передбачити, на процес піноутворення УФ-ретентатів знежиреного молока більшою мірою впливали казеїнові білки (рис. 4.29),

оскільки збільшення відносної молекулярної маси фракцій казеїну є фактором підвищення ступеня їх участі в піноутворенні. На 3·60с збивання концентрація їх для ретентату з ФК 1,5 складала 90%, 2,0 – 95%, 3 – 99% від частки всіх казеїнових білків.

При цьому сироваткові білки, навіть після 6·60с збивання, були флотовані в піну не більш ніж на 65% (для УФ-ретентату з ФК 3,0).

На рис. 4.30 наведено результати дослідження коефіцієнта флотування білків УФ-концентрату сколотин в піну.

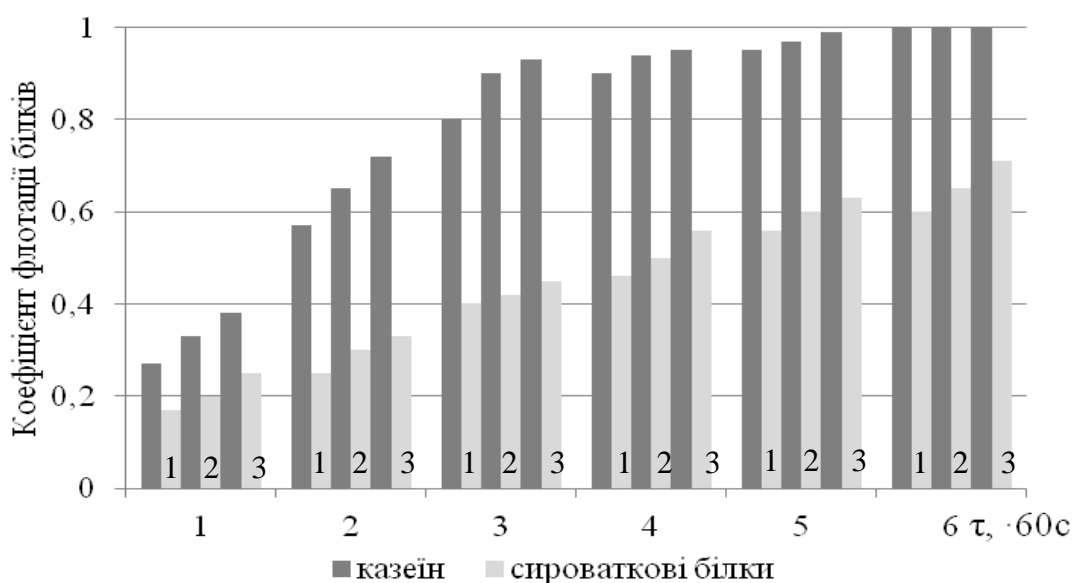


Рис. 4.30. Флотація білків в піну протягом збивання УФ-ретентату сколотин з фактором концентрування: 1 – 1,5; 2 – 2,0; 3 – 3,0

Отримані дані показали, що казеїнові білки УФ-ретентатів сколотин флотували у піну повільніше, ніж казеїн УФ-ретентату знежиреного молока. Так, вже після 4·60с збивання казеїнові білки всіх УФ-ретентатів знежиреного молока флотували у піну на 98...100%. Така картина для білків УФ-ретентатів сколотин спостерігалась тільки після 6·60с збивання.

Сироваткові ж білки УФ-ретентатів сколотин флотували у піну інтенсивніше на 6...10%, ніж білки знежиреного молока. Після 6·60с збивання коефіцієнт флотації їх складав для УФ-ретентату з ФК 1,5 – 0,6; 2,0 – 0,65; 3,0 – 0,71.

На рис. 4.31 наведено як відбувалась флотація білків УФ-ретентатів сироватки з-під кислого сиру у піну.

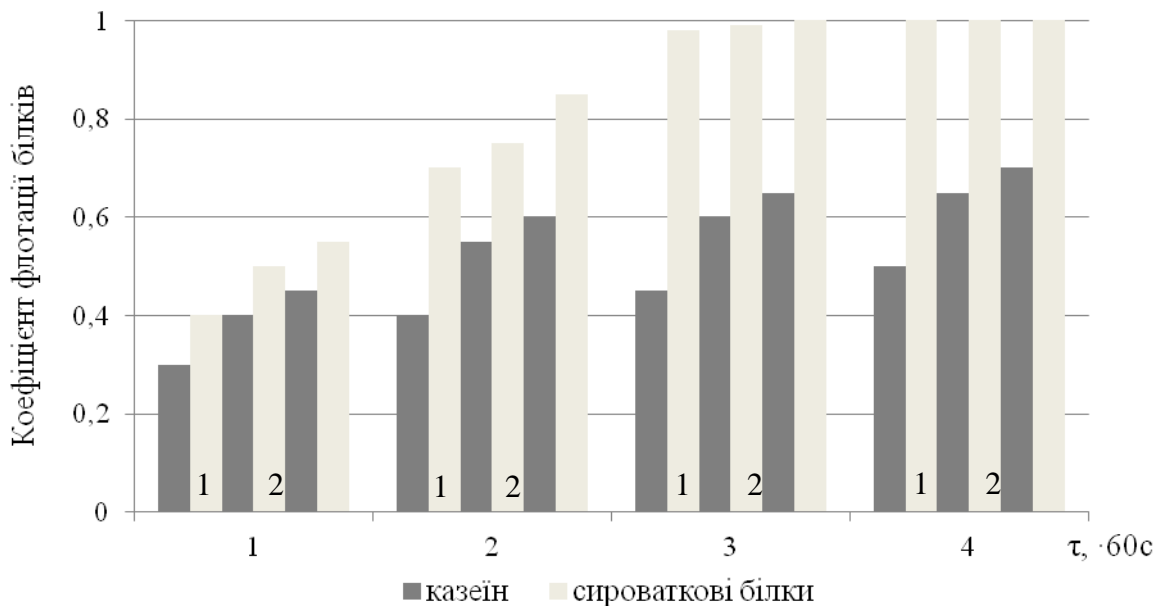


Рис. 4.31. Флотація білків в піну протягом збивання УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру з фактором концентрування: 1 – 1,5; 2 – 2,0; 3 – 3,0

Отримані дані показали, що сироваткові білки більш інтенсивно флотували у міжфазну поверхню пухирців піни і утримувались міжфазними плівками під час збивання у порівнянні з казеїновими білками УФ-ретентатів сироватки з-під кислого сиру та сироватковими білками УФ-ретентатів ЗМ та сколотин. Це пояснюється їх поверхнево-активними властивостями, які виражені більш сильно у порівнянні з аналогічними характеристиками казеїнових білків та тим, що масова частка останніх практично на порядок перевищує концентрацію казеїнів в УФРСКС.

Так, вже за 3·60с збивання 98...100% сироваткових білків були залучені до міжфазної поверхні. Казеїнові ж білки після 4·60с збивання були флотовані в піну на 50...70% в залежності від ФК ретентату.

Загалом можна зробити висновок, що із збільшенням фактору концентрування БВМС флотація її білків в піну інтенсифікувалась. Отримані дані необхідно враховувати під час розробки технологій структурованої десертної продукції на основі БВМС.

Іншим компонентом, що обумовлює склад і властивості молочної білково-вуглеводної сировини, і помітно впливає на формування структури десертної продукції є лактоза. Так, причиною появи піскуватості у збитій десертній продукції, зокрема, м'якому морозиві, є присутність лактози (молочного цукру) у вигляді твердих кристалів, які відразу розчиняються в роті. При відносно невеликих розмірах цих кристалів в роті з'являється відчуття піску. Максимально допустима кількість лактози в морозиві залежить від вмісту в ньому води.

Як показали результати досліджень (табл. 3.5, розділ 3), вміст лактози в УФ-ретентатах ЗМ і сколотин в міру збільшення ФК знижується внаслідок її переходу в фільтрат, а у ретентатах сироватки з-під кислого сиру підвищується, що пояснюється підвищенням питомої ваги лактози в складі сухих речовин сироватки з-під кислого сиру. У зв'язку з цим нами було вивчено вплив вмісту лактози (за підвищення фактору УФ-концентрування) на процес піноутворення знежиреного молока, сколотин, сироватки з-під кислого сиру та їх УФ-ретентатів (рис. 4.32).

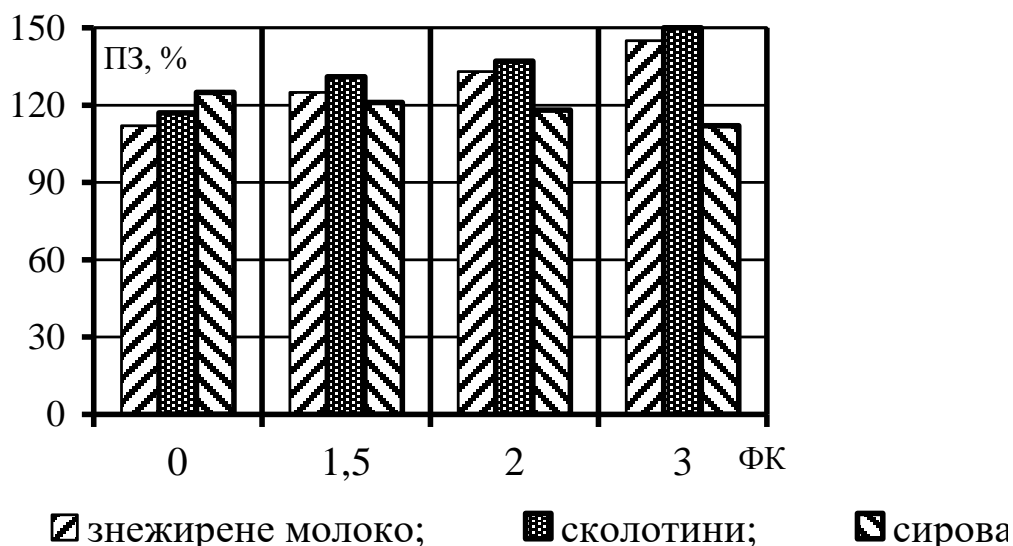


Рис. 4.32. Вплив фактору УФ-концентрування БВМС на піноутворюючу здатність

Результати проведених досліджень показали, що вміст лактози у БВМС та УФ-ретентатах негативно впливає на їх піноутворюючу здатність. Так,

збільшення масової частки лактози в сироватці з-під кислого сиру на 15,6% знижує ПЗ на $10 \pm 0,5\%$. Вміст лактози в УФ-ретентатах знежиреного молока і сколотин в міру збільшення ФК знижується на $7 \pm 0,35\%$ та $12,8 \pm 0,6\%$, а ПЗ їх зростає на $6,8 \pm 0,3\%$ та $10 \pm 0,5\%$, відповідно [332].

Отримані результати необхідно враховувати під час розробки технологій СДП на основі БВМС.

4.2.2 Дослідження процесу піноутворення в модельних системах на основі БВМС і їх УФ-концентратів

Попередні дослідження показали, що БВМС та їх УФР мають певні функціонально-технологічні властивості, але вони є недостатніми для отримання структурованої десертної продукції високої якості. У розділі 1 нами було обґрунтовано необхідність та доцільність використання у виробництві СДП, як полідисперсних систем, желатинів марки П-11, Gelita 180 та Gelita 240. Отже, наступною задачею було дослідити піноутворюючу здатність та стійкість піни модельних систем на основі БВМС, зокрема ЗМ, та його УФ-ретентатів від вмісту вищезазначених структуроутворювачів (рис. 4.33-4.37). Як контроль використовували значення ПЗ та СП знежиреного молока та УФР з ФК 1,5; 2,0; 3,0 (рис. 4.33).

Результати дослідження піностабілізуючих властивостей знежиреного молока та УФР з ФК 1,5; 2,0; 3,0 (рис. 4.33) показали, що ПЗ з підвищенням фактору концентрування до 3,0 зросла в 1,3 рази. Така залежність ПЗ пояснюється тим, що підвищення концентрації білків у розчині сприяє насиченню адсорбційних прошарків із білків плазми системи. СП при цьому зростала незначно і з підвищенням ФК до 3,0 складала $45 \pm 3\%$, що може бути пов'язане із недостатньою в'язкістю дисперсійного середовища як фактора, який протидіє витіканню рідини каналами Плато.

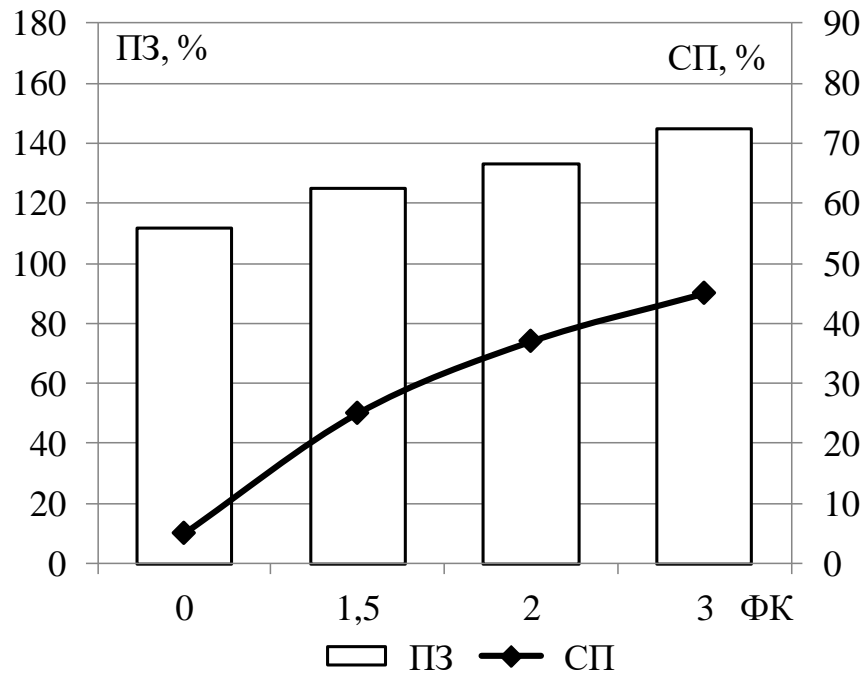


Рис. 4.33. Піноутворююча здатність (ПЗ) та стійкість піни (СП) ретентатів знежиреного молока від фактору концентрування

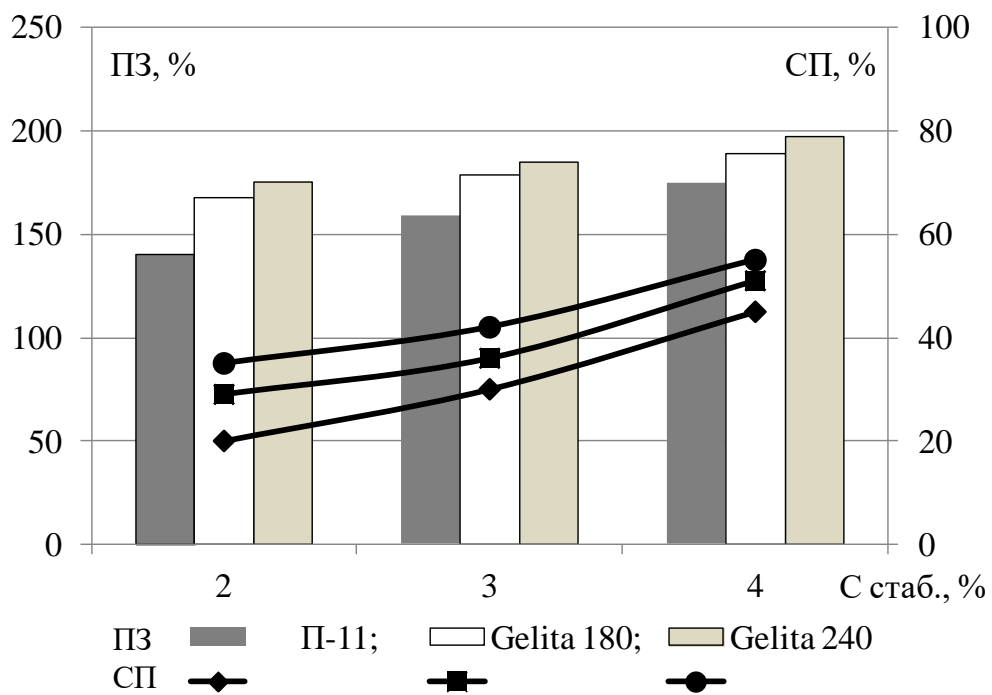


Рис. 4.34. Піноутворююча здатність (ПЗ) та стійкість піни (СП) модельних систем на основі знежиреного молока від вмісту стабілізаторів

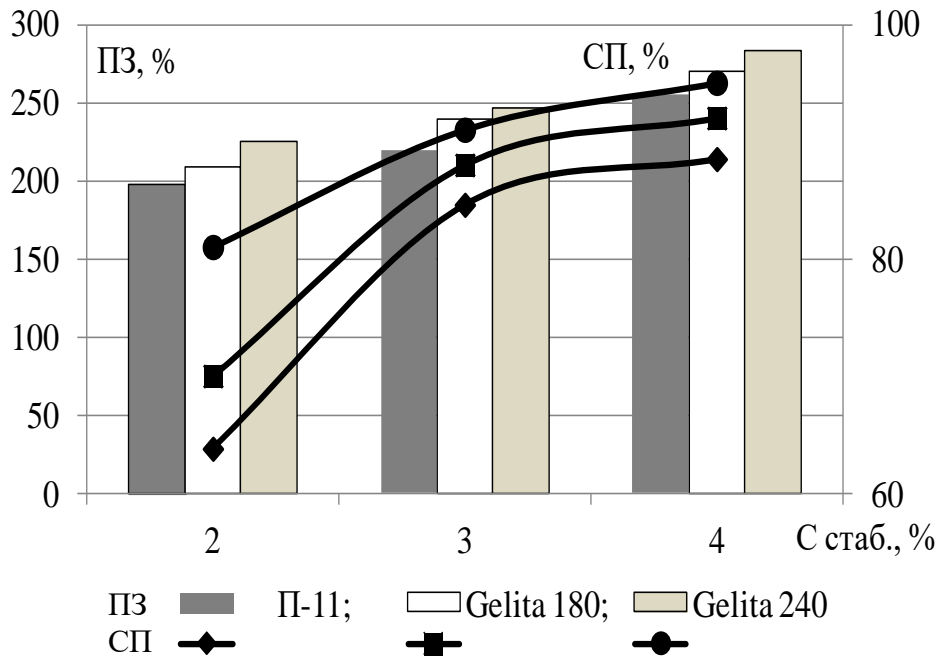


Рис. 4.35. Піноутворююча здатність (ПЗ) та стійкість піни (СП) модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 1,5) від вмісту стабілізаторів

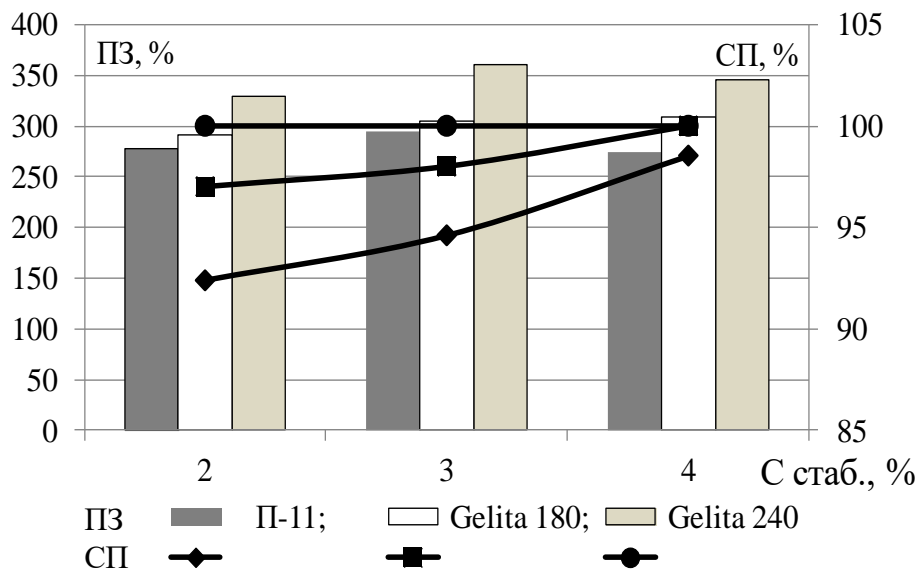


Рис. 4.36. Піноутворююча здатність (ПЗ) та стійкість піни (СП) модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 2,0) від вмісту стабілізаторів

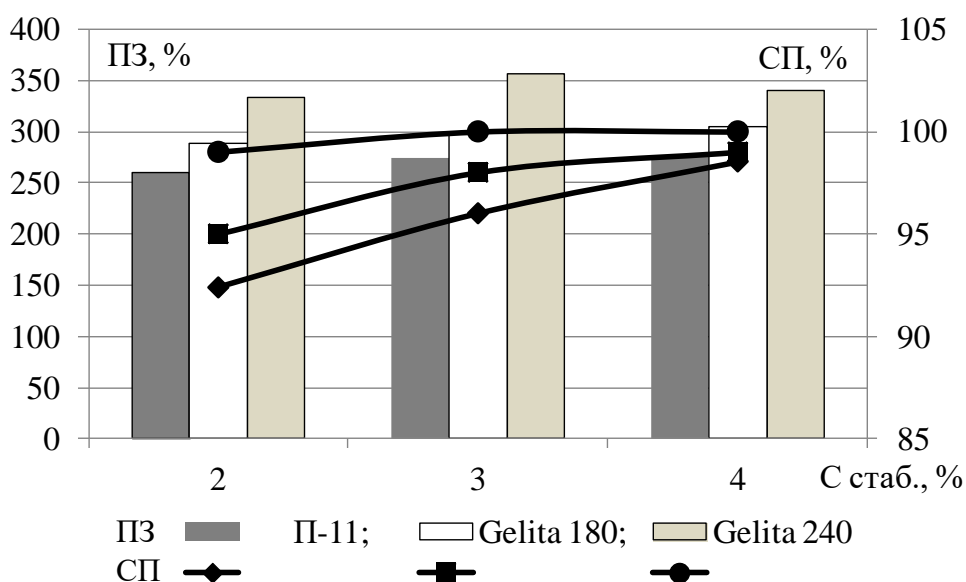


Рис. 4.37. Піноутворююча здатність (ПЗ) та стійкість піни (СП) модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 3,0) від вмісту стабілізаторів

Аналіз результатів (рис. 4.34-4.36) дозволяє зробити наступні висновки. Додавання желатинів значно впливає на піноутворюючі властивості модельних систем. Так, для систем на основі ЗМ з підвищенням концентрації П-11, Gelita 180 та Gelita 240 до 4% ПЗ систем зростає в $1,56 \pm 0,08$; $1,68 \pm 0,09$ та $1,75 \pm 0,09$ рази відповідно. Стійкість піни при цьому зростає незначно і складає $45 \pm 2,6\%$, $51 \pm 2,7\%$, $55 \pm 2,9\%$. Така закономірність характерна для всіх поверхнево-активних речовин, що можна пояснити наступним чином. За низької концентрації стабілізатора утворення поверхневого натягу на межі розділу двох фаз змінюється незначно. Спінюваність таких систем висока, але в них не проявляються стабілізуючі властивості, що характерні для пін, і процеси руйнування протікають самовільно з великою швидкістю.

З підвищенням ФК спостерігалось подальше зростання піностабілізуючих властивостей УФ-похідних БВМС. І для систем на основі УФРЗМ з ФК 1,5 з концентрацією вищезначених желатинів 4% показник ПЗ складав $255 \pm 12,8\%$, $270 \pm 13,5\%$, $283 \pm 14,2\%$, а СП – $89 \pm 4,5\%$, $92 \pm 4,6\%$, $95 \pm 4,8\%$.

З підвищенням ФК ЗМ до 2,0 та концентрації стабілізатора до 3% у модельних системах їх піноутворююча здатність підвищувалась до

максимального значення, яке складало для систем на основі П-11 – $295 \pm 14,8\%$, Gelita 180 – $305 \pm 15,3\%$, Gelita 240 – $360 \pm 18,0\%$. Цей інтервал, на нашу думку, відповідає критичній концентрації міцелоутворення, за якої завершується формування адсорбційного шару з максимальною механічною міцністю, що перешкоджає коалесценції пухирців газоподібної дисперсійної фази. Подальше збільшення концентрації желатинів вище критичної концентрації міцелоутворення призводить до того, що швидкість дифузії молекул поверхневого шару знижується. При цьому поверхневий натяг модельної суміші практично не змінюється, а піноутворююча здатність поступово знижується [333].

Що ж стосується піностабілізуючих властивостей УФР ЗМ з ФК 2,0, за рахунок зростання в'язкості такої системи знижується швидкість витікання рідини по каналах піни, в результаті чого стійкість піни зростає до 98...100%

Дослідження властивостей УФР ЗМ з ФК 3,0 показали, що високий вміст сухих речовин та в'язкість таких систем негативно впливає на ПЗ, показники якої знизились на 5...7% у порівнянні з показниками для УФР ЗМ з ФК 2,0. Стійкість піни при цьому лишалась на рівні 98...100%.

Результати досліджень піноутворюючих та піостабілізуючих властивостей УФ-ретентатів сколотин незначно відрізнялись від подібних для УФР ЗМ.

Отже, проведені дослідження піноутворюючих властивостей БВМС та їх УФ-ретентатів виявили, що вони здатні утворювати піну. При цьому всі процеси, що відбуваються при їх збиванні, підкорюються відомим [72-76] закономірностям процесу піноутворення.

Результати досліджень функціонально-технологічних властивостей БВМС та їх ультрафільтраційних похідних дають підставу стверджувати, що для використання при приготуванні СДП доцільним є використання УФ-ретентатів знежиреного молока та сколотин з фактором концентрування 2,0.

4.2.3 Вплив цукру на піноутворюючі властивості модельних систем на основі БВМС і їх УФ-ретентатів

Одним із важливих компонентів для виробництва десертної продукції є цукор. Відомо, що додавання до розчинів цукру значно впливає на ПЗ та стійкість пінних систем [9, 147]. Тому доцільним є дослідження впливу одночасної присутності цукру та стабілізатора на ПЗ та СП модельних систем структурованої десертної продукції на основі УФ-ретентатів БВМС.

За літературними даними, вміст цукру для СДП на молочній сировині складає 10...14 %. Підвищення концентрації цукру у системах вище 14 %, на наш погляд, є недоцільним, оскільки призводить до зниження органолептичних показників СДП унаслідок того, що вони набувають приторного солодкого смаку.

Відомо, що для полегшення процесу розчинення в рідині сухих компонентів (цукор та желатин) необхідне їх механічне змішування. Тому модельні суміші готували наступним чином: відміряли певну кількість цукру та сухого желатину, додавали необхідну кількість теплої води, перемішували та витримували на водяній бані ($t = 65...70^{\circ}\text{C}$) до повного розчинення компонентів. Охолоджували до кімнатної температури та тонкою цівкою вводили до зразків, що досліджуються, потім збивали міксером протягом $(1,5...2) \cdot 60$ с до утворення пінної структури.

Результати досліджень зміни піноутворюючої здатності модельних зразків на основі УФ-ретентатів ЗМ та сколотин з ФК 2,0 із вмістом структуроутворювачів 2,0...4,0 % та цукру 10...14 % подано на рис. 4.38 – 4.40.

Результати вивчення впливу структуроутворювачів та цукру на піноутворюючу здатність модельних систем на основі УФ-ретентату ЗМ показали, що з підвищенням вмісту структуроутворювачів у багатокомпонентних системах цей показник зростає, при цьому додавання до системи цукру пригнічує процес піноутворення, оскільки цукор підвищує поверхневий натяг розчинів і ускладнює їх піноутворення.

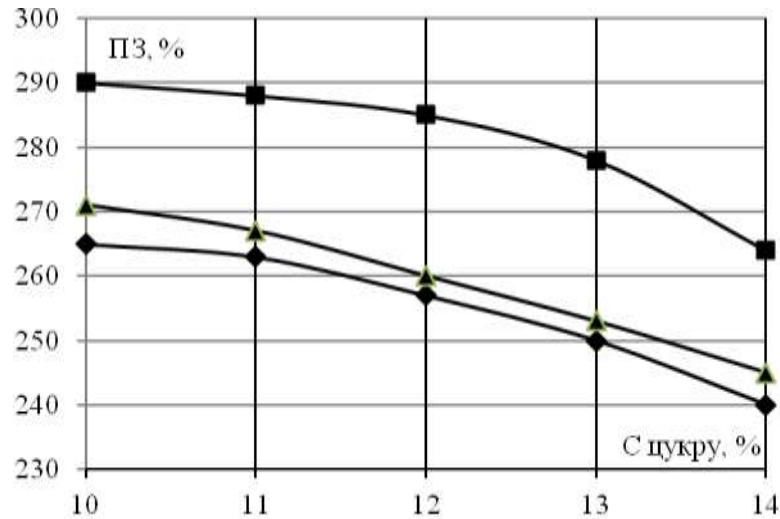


Рис. 4.38. Піноутворююча здатність (ПЗ) модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 2,0) від концентрації цукру при вмісті структуроутворювача П-11:

◆ 2%, ■ 3%, ▲ 4%

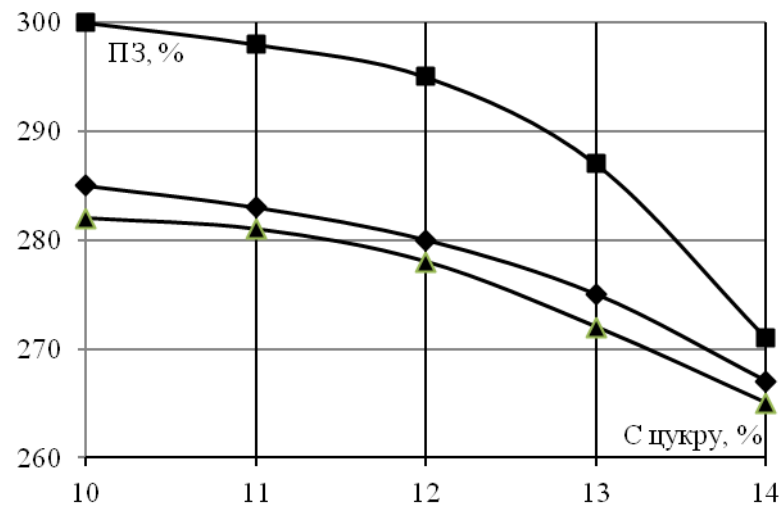


Рис. 4.39. Піноутворююча здатність (ПЗ) модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 2,0) від концентрації цукру при вмісті структуроутворювача Gelita-180:

◆ 2%, ■ 3%, ▲ 4%

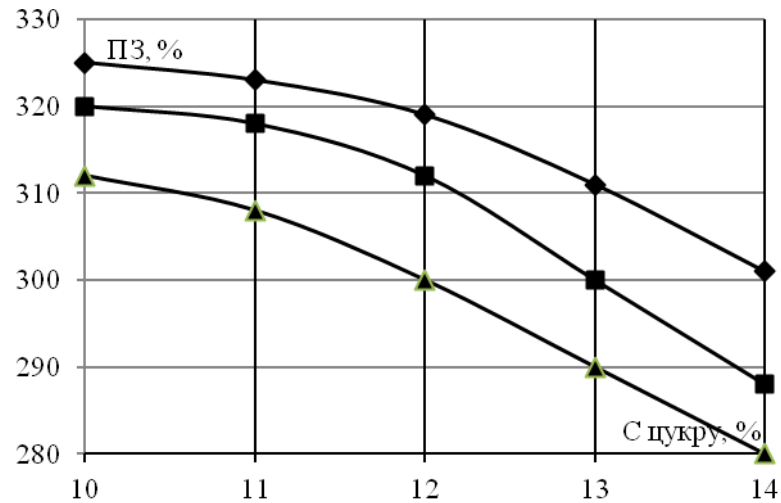


Рис. 4.40. Піноутворююча здатність (ПЗ) модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 2,0) від концентрації цукру при вмісті структуроутворювача Gelita-240:

◆ 2%, ■ 3%, ▲ 4%

У модельних сумішах при вмісті цукру 10% та структуроутворювачів 2% їх піноутворююча здатність дорівнює для: П-11 – 264...266%, Gelita 180 – 284...286%, Gelita 240 – 324...326%.

Із підвищенням вмісту структуроутворювачів П-11 та Gelita 180 до 3% цей показник зростає на 20...25%, при подальшому зростанні концентрації знижується до 271...282%.

Для модельних сумішей з додаванням Gelita 240 спостерігалась інша поведінка: за підвищення його вмісту до 3% ПЗ знижується на 4...6%, 4% - 12...14%. При підвищенні у таких сумішах кількості цукру до 14 % показник ПЗ знижується на 22...24 % та 30...32 % відповідно.

Максимальні показники ПЗ модельних сумішей на основі УФР знежиреного молока спостерігались для зразків із вмістом цукру 11...12% за вмісту П-11 та Gelita 180 - 3% і складала 285...288% і 295...300%; Gelita 240 – 2% (319...323%).

Результати визначення показника стійкості піни зразків на основі УФ-ретентату ЗМ з ФК 2,0 із вмістом желатинів 2,0...4,0 % та цукру 10...14 % підтверджують, що додавання цукру до сумішей для десертної продукції

підвищує значення показника стійкості піни, значення якого складало 98...100%. Це можна пояснити зростанням в'язкості таких сумішей. При цьому розмір повітряних пухирців у них зменшується, а прошарки рідини між ними – канали Плато-Гібса – тоншають. Одночасно зростає в'язкість рідини, яка знаходиться в цих каналах, швидкість синерезису повітря зменшується. Внаслідок цього такі піни мають більшу стійкість.

4.2.4 Дослідження реологічних характеристик модельних систем на основі БВМС

Вивчення функціональних властивостей драглеутворювачів. Реологічні характеристики в значній мірі обумовлюють консистенцію структурованої десертної продукції. Підвищена пружність системи з низькими показниками пластичності та еластичності призводить до погіршення органолептичних показників [334]. Оскільки нами планувалось виробництво напівфабрикатів з драглеподібною структурою, то необхідним було дослідити міцність драглів – один з важливих показників, що характеризує ефективність певних гелеутворювачів.

Досліджували міцність модельних систем на водній основі і на основі УФ-ретентатів сколотин та знежиреного молока з фактором концентрування 2,0 із додаванням структуроутворювачів П-11, Gelita 180, Gelita 240 (експозиція – 24 години за температури +4°C, розчинення при нагріванні на водяній бані до $t=75^{\circ}\text{C}$). Отримані результати наведено на рис. 4.41-4.43.

Виходячи з отриманих результатів, можна зробити наступні висновки. Із підвищенням концентрації структуроутворювачів міцність драглів зростає. Так, міцність драглів на водній основі при підвищенні концентрації з 2% до 4% зростає з: П-11 – в 3,2...3,4 рази, Gelita 180 – в 3,0...3,2 рази, Gelita 240 – в 3,4...3,6 рази, відповідно.

Додавання структуроутворювачів П-11, Gelita 180, Gelita 240 у концентрації 4% до УФ-ретентату сколотин приводить до збільшення міцності гелю, показник якого складає $560\pm 22\text{г}$, $621\pm 25\text{г}$, $897\pm 34\text{г}$, відповідно.

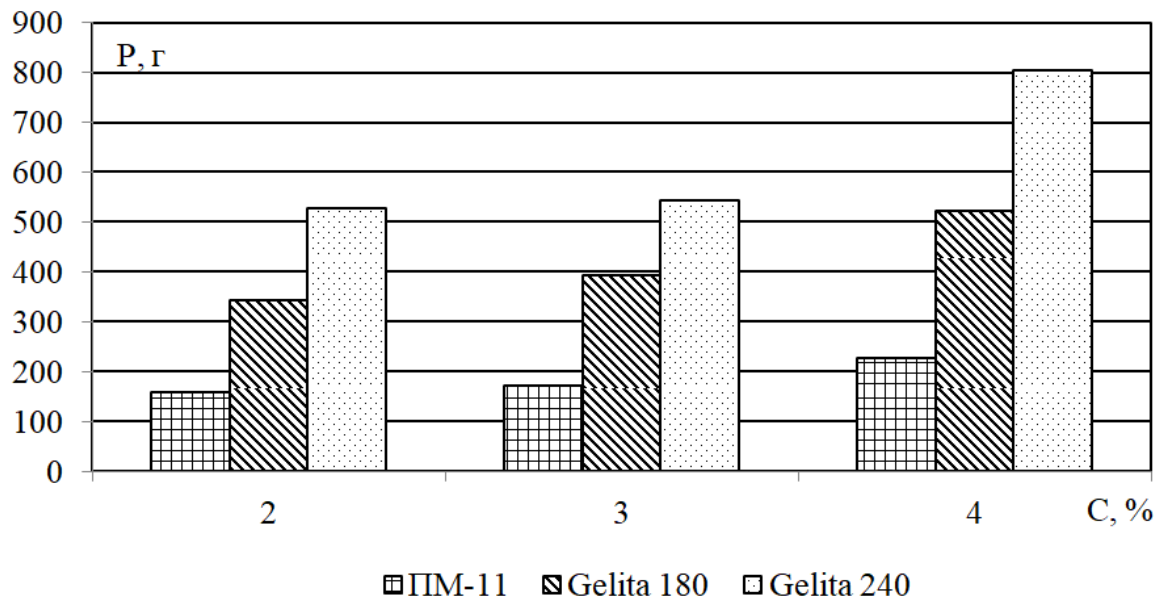


Рис. 4.41. Міцність драглів модельних систем на водній основі за концентрації структуроутворювачів

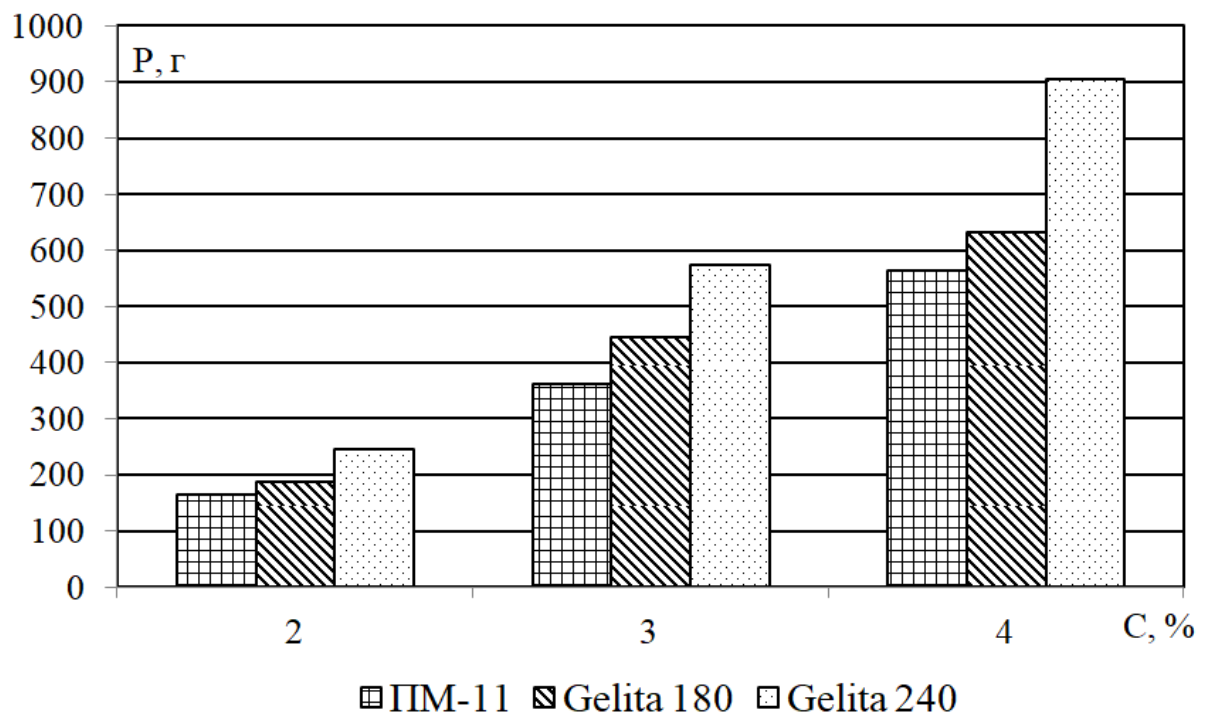


Рис. 4.42. Міцність драглів модельних систем на основі УФ-ретентату сколотин (ФК 2,0) за концентрації структуроутворювачів

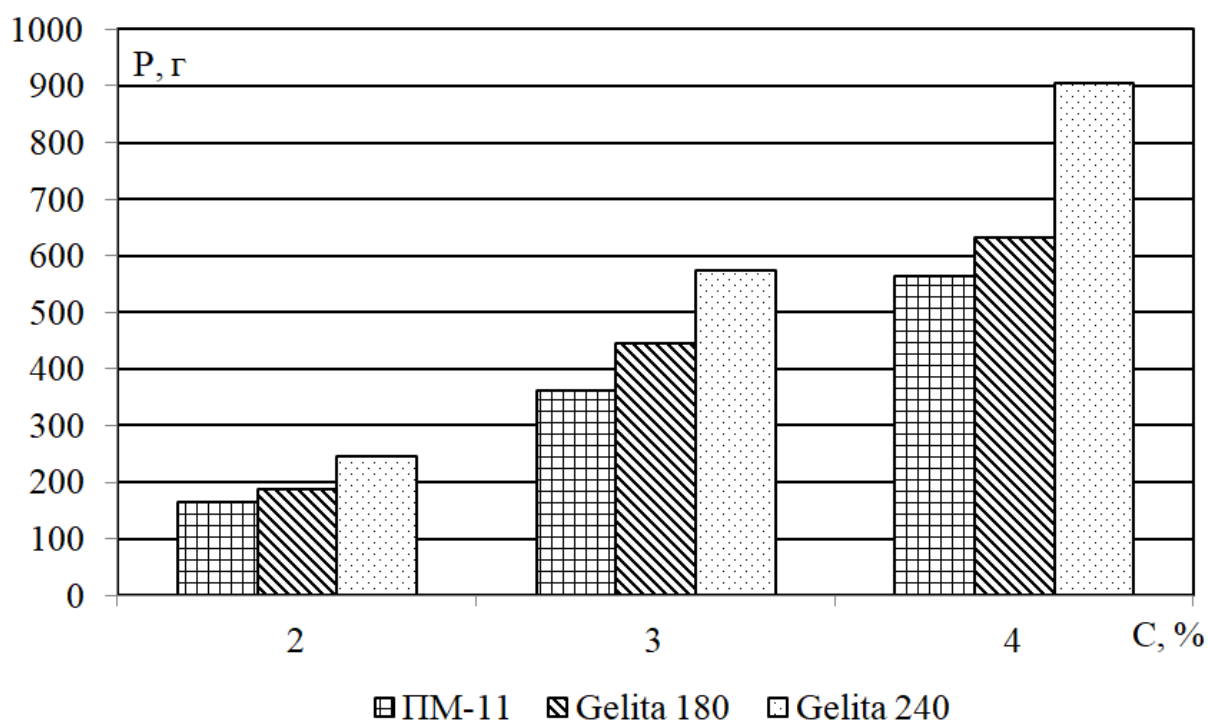


Рис. 4.43. Міцність драглів модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 2,0) за концентрації структуроутворювачів

На наш погляд, це пояснюється взаємодією між молекулами глобулярного казеїну та фібрилярного желатину. При цьому міцність гелеподібної системи на основі П-11 зростає в 2,2...3,5 рази, Gelita 180 – 2,4...3,4 рази, Gelita 240 – 2,4...3,8 рази пропорційно підвищенню концентрації структуроутворювачів. Що обумовлено збільшенням вмісту сухих речовин та утворенням зв'язків між молекулами казеїну та желатину.

Введення П-11, Gelita 180, Gelita 240 до розчину на основі УФ-ретентату знежиреного молока більшою мірою зміцнює структуру, міцність таких систем становить 564 ± 15 , 630 ± 25 , 905 ± 35 г, відповідно.

Підвищення міцності драглеподібних систем на основі УФ-ретентатів сколотин та знежиреного молока пояснюється підвищенням концентрації білка, внаслідок чого, на наш погляд, швидкість драглеутворення зростає за рахунок підвищення числа контактів міжмолекулярних просторових зв'язків. Отже, в розчинах на основі УФ-ретентатів сколотин та знежиреного молока,

які містять желатин і казеїн, при охолодженні утворюється просторова міцна структура білкового гелю.

Використання драглеутворювача Gelita 240 дозволяє отримати драгледобібну структуру такої ж міцності, як і з П-11, Gelita 180, але за нижчої його концентрації.

Збільшення вмісту структуроутворювачів, що досліджуємо, вище 3,0 % призводить до зростання пружних та зменшення еластичних характеристик модельних систем.

Досліджували також важливий параметр – кінетику структуроутворення драгледобібної маси для розчинів П-11, Gelita 180, Gelita 240 на водній основі і на основі УФ-ретентатів склотин та знежиреного молока з фактором концентрування 2,0. (рис. 4.44-4.46). Нульовою крапкою відліку часу експозиції розчинів вважали момент досягання температури $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ у центрі бюкси, температура повітря в термостаті складала $4\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

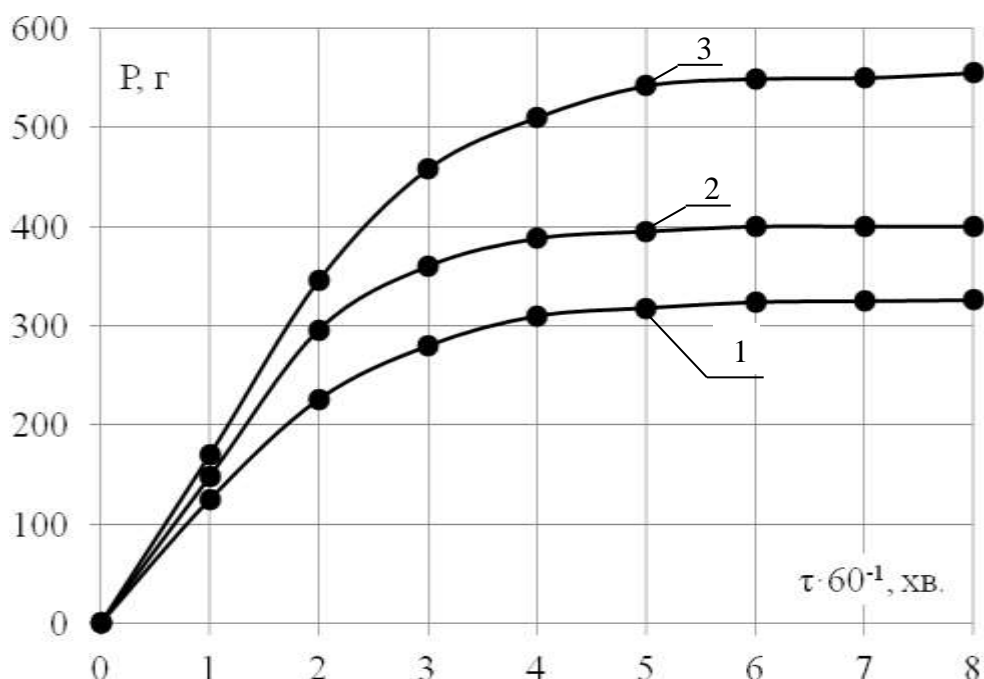


Рис. 4.44. Кінетика структуроутворення водних розчинів

структуроутворювачів: 1 – П-11; 2 – Gelita 180; 3 – Gelita 240

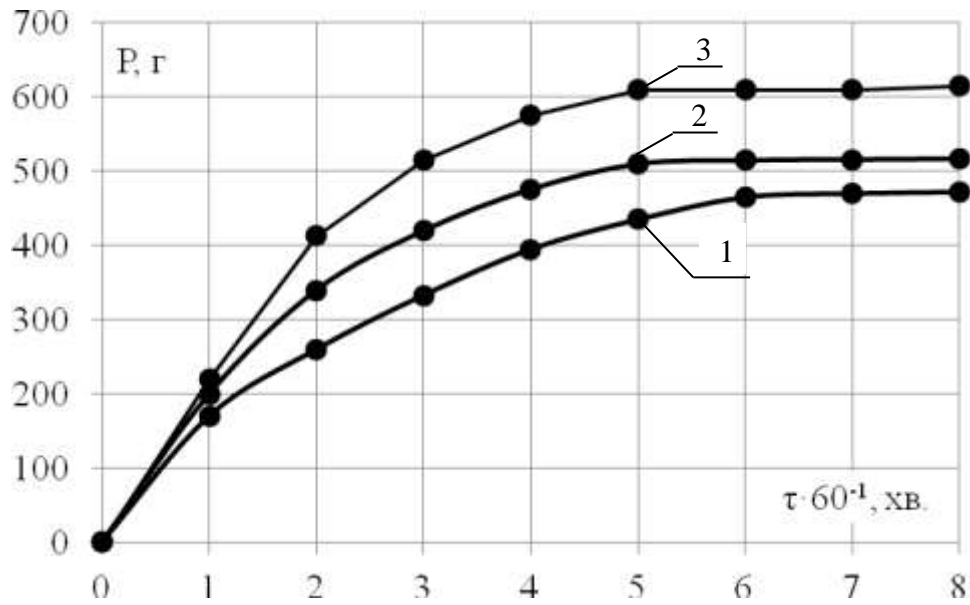


Рис. 4.45. Кінетика структуроутворення розчинів структуроутворювачів на основі УФ-ретентату скелотин (ФК 2,0): 1 – П-11; 2 – Gelita 180; 3 – Gelita 240

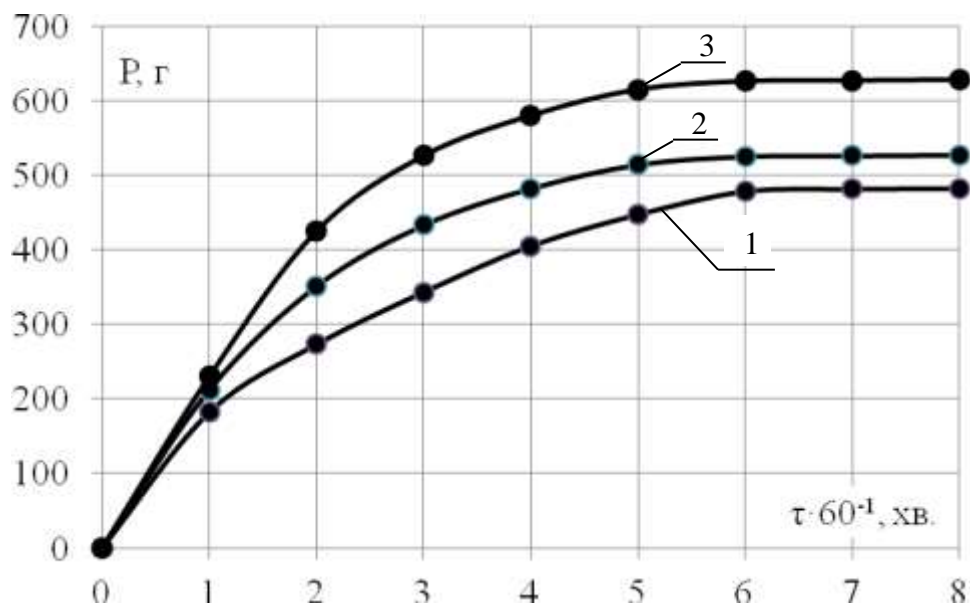


Рис. 4.46. Кінетика структуроутворення розчинів желатину на основі УФ-ретентату знежиреного молока (ФК 2,0): 1 – П-11; 2 – Gelita 180; 3 – Gelita 240

Отримані результати показали, що для всіх систем перші $(3...4) \cdot 60^{-1}$ хв. спостерігається стрибок показника міцності, у подальшому швидкість структуроутворення сповільнюється. Так, міцність модельних систем на водній основі з додаванням П-11 через $4 \cdot 60^{-1}$ хв. складала 308...312 г, Gelita 180 – 386...340 г, Gelita 240 – 508...512 г. З плином часу цей показник зріс на 5,1...5,3%, 3,0...3,2% та 8,7...8,9%, відповідно.

Що стосується систем на основі УФ-ретентатів сколотин та знежиреного молока – з підвищенням концентрації білка швидкість драглеутворення підвищується за рахунок підвищення числа контактів міжмолекулярних просторових зв'язків. Спостерігається аналогічна тенденція підвищення міцності систем з плином часу, але показники міцності є вищими. Так, показники міцності для систем на основі УФ-ретентату сколотин з додаванням П-11 через $(6...8) \cdot 60^{-1}$ хв. склали 468...473 г, Gelita 180 – 515...517 г, Gelita 240 – 610...617 г. Аналогічні показники для модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока: 478...482 г, 525...527 г, 626...628 г, відповідно.

Отримані дані можна пояснити підвищенням вмісту сухих речовин у модельних системах, а отже і відбувається збільшення міцності отриманих драглів. До того ж, в результаті взаємодії глобулярного казеїну та фибрилярного желатину утворюється просторова міцна структура білкового драглю.

Структурована десертна продукція повинна зберігати форму та мати добрий товарний вигляд, тому температура плавлення її повинна бути якомога вищою. Дослідження температури плавлення модельних систем від концентрації структуроутворювачів наведено на рис. 4.47-4.49.

Отримані дані свідчать, що з підвищенням концентрації структуроутворювачів температура плавлення підвищувалась. Так, для модельних систем на водній основі при збільшенні концентрації желатину П-11 з 2% до 4%, температура плавлення зросла на $1,9...2,1^{\circ}\text{C}$, Gelita 180 – на $2,2...2,4^{\circ}\text{C}$, Gelita 240 – на $2,3...2,5^{\circ}\text{C}$. Температура плавлення для зразків на основі УФ-ретентату сколотин та знежиреного молока була вищою на $2...3^{\circ}\text{C}$. При цьому максимальна температура плавлення спостерігалась для

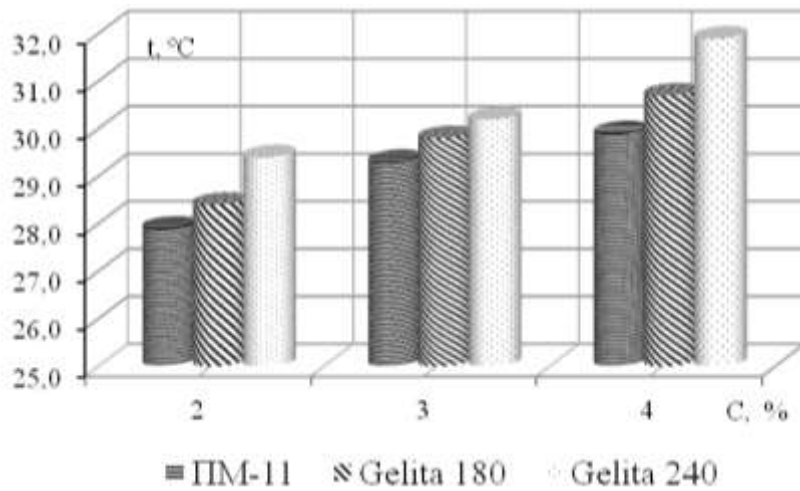


Рис. 4.47. Залежність температури плавлення модельних систем на водній основі від концентрації структуроутворювача

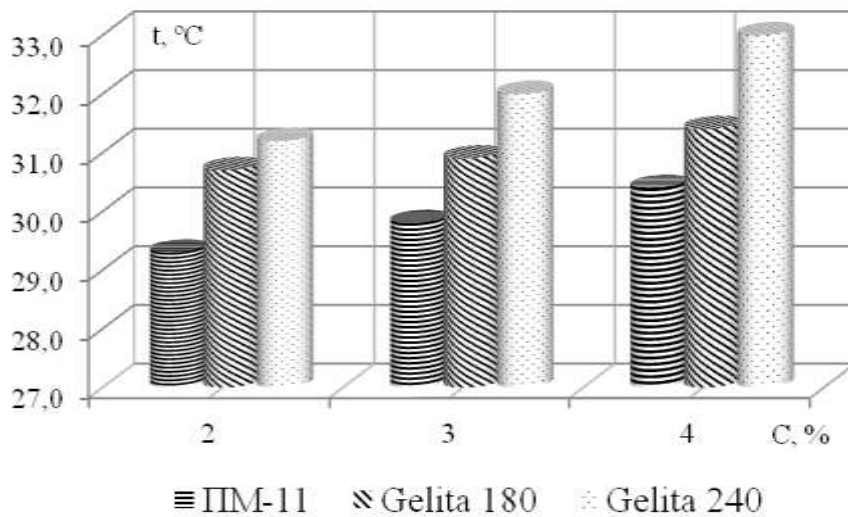


Рис. 4.48. Залежність температури плавлення модельних систем на основі УФ-ретентату сколотин від концентрації структуроутворювача

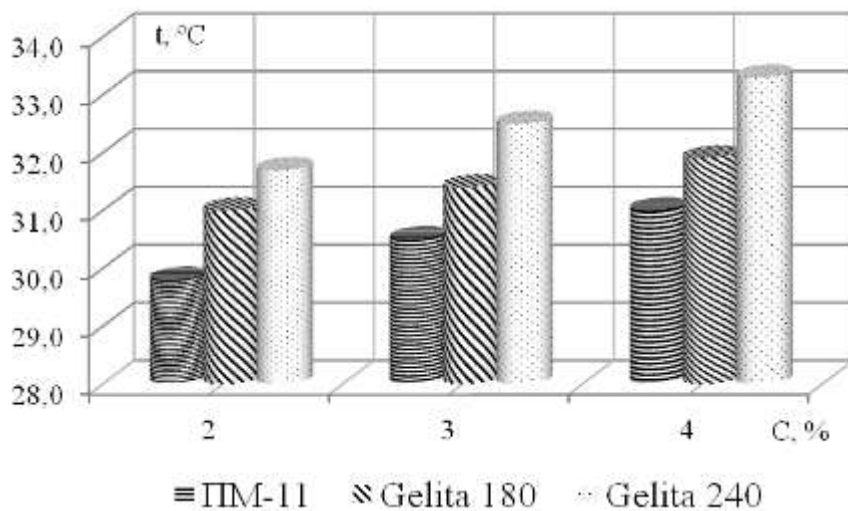


Рис. 4.49. Залежність температури плавлення модельних систем на основі УФ-ретентату знежиреного молока від концентрації структуроутворювача

зразків на основі УФ-ретентату сколотин та УФ-ретентату знежиреного молока з додаванням Gelita 240 у кількості 4% і складала 33,0...33,1° С та 33,3...33,4 °С відповідно.

Таким чином, верхня точка плавлення драглів модельних сумішей, що досліджувались, є достатньою для зберігання реологічних показників, при цьому є нижчою температури людського тіла, що позитивно буде впливати на органолептичні показники СДП, що розробляємо.

4.3. Обґрунтування параметрів одержання багатокомпонентних сумішей для збитої десертної продукції

4.3.1 Дослідження властивостей яєчного порошка як стабілізатора для багатокомпонентних сумішей для збитої десертної продукції. Досліджували функціональні властивості яєчного порошка (ЯП) з метою встановлення можливості його використання як стабілізатора для приготування м'якого морозива.

Під час дослідження впливу перемішування на властивості стабілізаторів їх водні розчини піддавали механічній дії на фризери протягом (7...8)·60 с при відключеному холодильному агрегаті. Як функції відгуку використовували в'язкість і мутність розчинів. Концентрація ЯП у розчині складала 3 %. З результатів, представлених у табл. 4.13, видно, що фізичні властивості стабілізатора не змінюються при перемішуванні. В'язкість розчину ЯП в 2,5 рази більше у порівнянні з контрольним розчином яблучного пектину [335].

Досліджували вплив заморожування на водні розчини стабілізаторів. Визначали в'язкість і мутність розчинів до і після заморожування, що проводилося в морозильній камері з температурою -18 °С. Розчини заморожувалися до температури м'якого морозива -6 °С. Результати дослідження наведені в табл. 4.14.

Таблиця 4.13

Вплив перемішування на фізичні властивості водних розчинів стабілізаторів
($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Найменування стабілізатора	В'язкість, 10^{-3} Па·с		Мутність, % поглинання світла	
	До перемішування	Після перемішування	До перемішування	Після перемішування
ЯП	5,4	5,3	57	51
Пектин яблучний (контроль)	2,0	1,9	31	31

Таблиця 4.14

Вплив заморожування на фізичні властивості
водних розчинів стабілізаторів ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Найменування стабілізатора	В'язкість, 10^{-3} Па·с		Мутність, % поглинання світла	
	До перемішування	Після перемішування	До перемішування	Після перемішування
ЯП	5,4	5,6	57	55
Пектин яблучний (контроль)	2,0	1,9	31	30

Аналіз даних табл. 4.14 свідчить, що водні розчини стабілізаторів, які досліджувались, стійкі до заморожування. В'язкість, як основна умова формування структури морозива для розчину ЯП зростає на $(0,18 \dots 0,22) \cdot 10^{-3}$ Па·с. Це дає підставу стверджувати, що цей стабілізатор зможе забезпечити високу дисперсність повітря в м'якому морозиві, оскільки саме стійкі до заморожування водні розчини стабілізаторів створюють високу дисперсність повітряної фази в продукті [336].

Важливим показником якості стабілізаторів є їх розчинність у воді. З урахуванням особливостей обраного стабілізатора як високомолекулярної сполуки процес його розчинення здійснювали у два етапи. Спочатку здійснювалося набрякання стабілізатора в невеликій кількості води,

температура якої складала 16...18 °С, це дозволило уникнути утворення на поверхні оболонки, що ускладнює проникнення води вглиб зразка. Потім у посуд додавалася основна кількість води при співвідношенні стабілізатора до води 1:50.

ЯП, як показали дослідження, обмежено набухає в холодній воді та самовільно не розчиняється. При підвищенні температури до 50...60 °С ЯП утворює колоїдний розчин високої в'язкості. Отже, яечний порошок є перспективним структуроутворювачем для напівфабрикатів для збитої десертної продукції.

4.3.2. Визначення піноутворюючих властивостей модельних систем на основі УФ-ретентатів сироватки з-під кислого сиру. Результати досліджень піноутворюючих властивостей УФ-ретентатів сироватки з-під кислого сиру з фактором концентрування 1,5; 2,0; 3,0 як основної рецептурної складової для НЗДП наведено у підрозділі 4.2.1.

На наступному етапі досліджували піноутворюючі та піно стабілізуючі властивості модельних систем при фризераванні, що містили УФ-ретентати сироватки з-під кислого сиру з різним фактором концентрування та ЯП [337]. Матриця планування експерименту та зміни показників структури модельних систем представлені в табл. 4.15 і на рис. 4.50.

Із цих даних видно, що використання УФ-ретентату сироватки (фактор концентрування 3,0) з додаванням ЯП дозволяє істотно збільшити збитість - до 61..65% – і знизити діаметр повітряних пухирців до 73...75 мкм. СП при цьому залишається на рівні 76...86%. Ці показники відповідають отриманим для контрольної суміші. Опір таненню модельних систем змінюється в межах $(0,5...1) \cdot 60^{-1}$ с, що також свідчить про високі структуроутворюючі властивості ЯП у сумішах.

На підставі проведених досліджень зроблений висновок про доцільність використання для приготування НЗДП УФ-ретентату сироватки (ФК 3,0) та яечного порошка концентрацією 3...4%.

Таблиця 4.15

Характеристики модельних систем на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру за різної концентрації яєчного порошку ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

ФК УФ- ретентатів сироватки з-під кислого сиру	Вміст яєчного порошку, %	Збитість, %	Стійкість піни, %	Об'ємна частка повітря, частка од.	Опір таненню, ·60 с
1,5	2	32	68	0,242	8,7
2,0		41	73	0,291	9,0
3,0		55	76	0,310	9,3
1,5	3	37	70	0,270	8,8
2,0		46	78	0,315	9,3
3,0		61	83	0,338	9,5
1,5	4	42	74	0,291	9,1
2,0		51	82	0,338	9,5
3,0		65	86	0,355	9,7
Стандартна суміш морозива (контроль)		60	83	0,342	9,5

4.3.3. Дослідження в'язкості напівфабрикатів для збитої десертної продукції. Приготування сумішей для збитої десертної продукції пов'язане із перемішуванням, гомогенізацією та іншими механічними процесами, що підкоряються загальним законам фізико-хімічної механіки і реології. На процес піноутворення впливають не тільки концентрації вихідних компонентів, але і в'язкість напівфабрикатів, що збиваються. Вивчення фізико-хімічних і реологічних властивостей НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру та закономірностей їх змін дозволяє виявити їх вплив на формування структури та консистенції готового продукту.

Одну з визначальних ролей формуванні пінної структури збитої продукції відіграє в'язкість модельних систем. Так, збільшення в'язкості розчину, з якого формується піна, як правило, викликає підвищення її стійкості [338]. Збільшення в'язкості звичайно приводить до одержання більш щільної та стійкої піни.

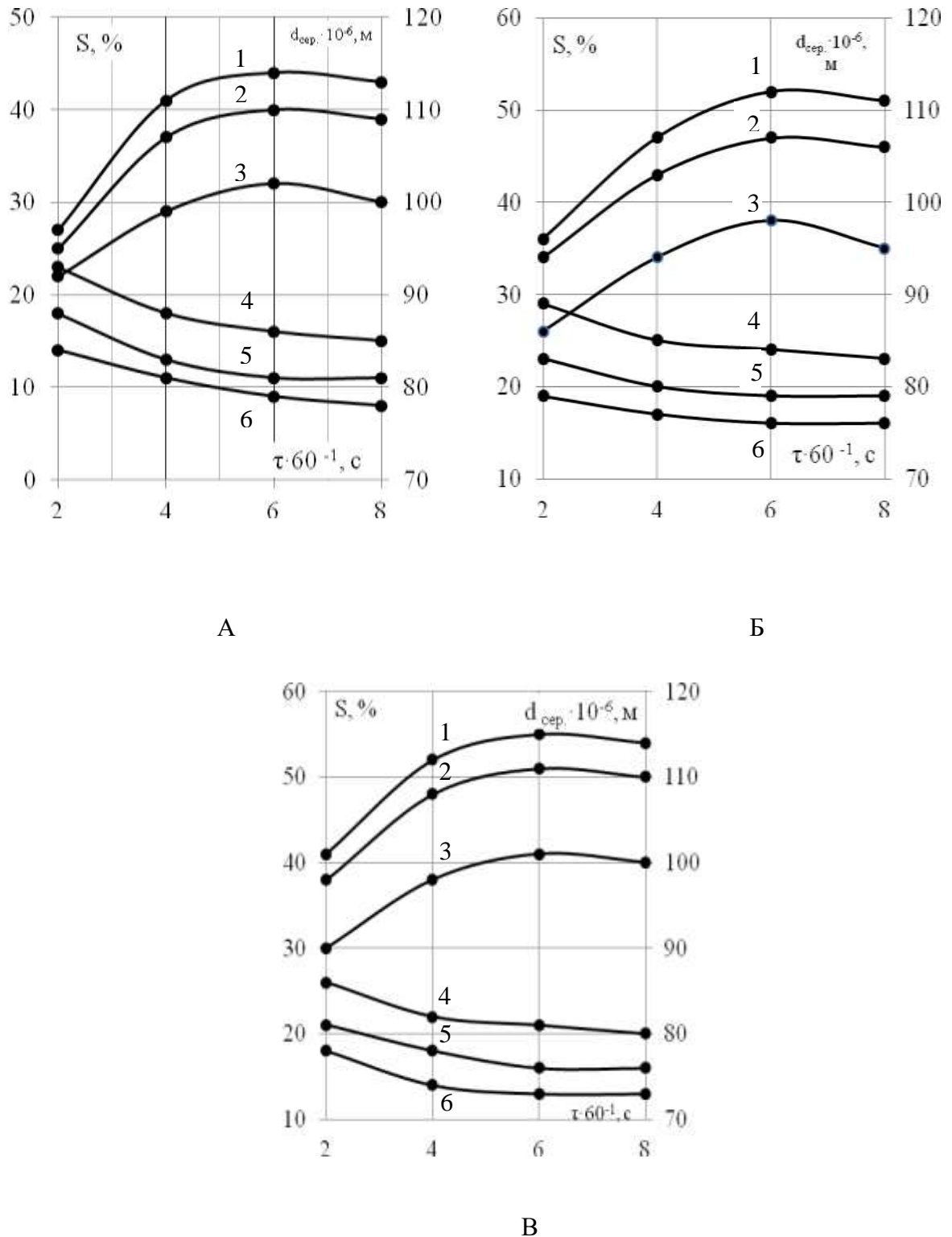


Рис. 4.50. Залежність збитості (1, 2, 3) та дисперсності повітряної фази (4, 5, 6) модельних систем від тривалості фризеравання при використанні УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру з ФК: 1,5 (3, 4), 2,0 (2, 5), 3,0 (1, 6) та вмісті ЯП 3 % (А), 4 % (Б), 5 % (В)

З метою отримання більш повного уявлення про вплив вмісту білка та стабілізатора на процеси структуроутворення напівфабрикатів, що розробляються, вивчали реологічні характеристики модельних систем. Досліджували в'язкість модельних сумішей збитої десертної продукції на основі УФР сироватки з-під кислого сиру із ФК 1,5; 2,0; 3,0 за концентрації ЯП 0...10% (рис. 4.51). В якості контролю використовували сироватку з-під кислого сиру.

Як і слід було очікувати, в'язкість модельних сумішей для збитої десертної продукції зростає при підвищенні концентрації в них стабілізатора.

В'язкість сироватки з-під кислого сиру складала $(0,86...0,88) \cdot 10^3$ Па·с, з підвищенням концентрації ЯП до 10% в'язкість модельної системи зросла на $(0,28...0,30) \cdot 10^3$ Па·с. Показники в'язкості УФРСКС із ФК 1,5; 2,0; 3,0 були вищими за контроль в 1,43...1,45; 1,67...1,69; 1,91...1,93 рази відповідно. Це пояснюється вищим вмістом сухих речовин у вихідній сировині.

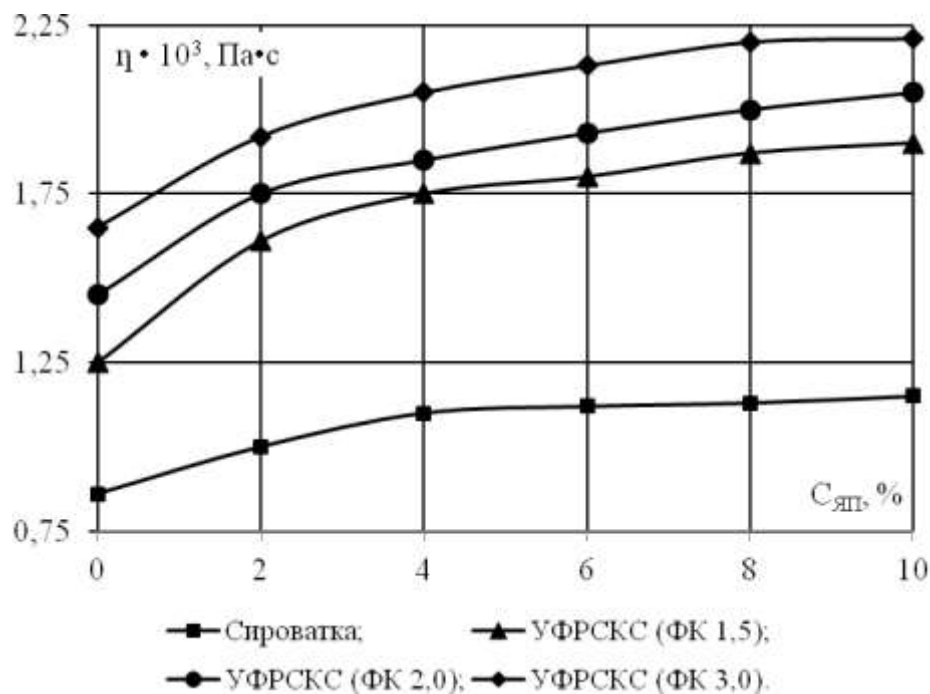


Рис. 4.51. Зміна в'язкості модельних сумішей на основі сироватки з-під кислого сиру та УФРСКС із ФК 1,5; 2,0; 3,0 від концентрації ЯП (за $j=0,54, c^{-1}$)

Із підвищенням концентрації яєчного порошку у модельних сумішах до 10% спостерігалось підвищення в'язкості систем на основі УФРСКС з фактором концентрування 1,5 на $(0,68...0,70) \cdot 10^3$ Па·с; 2,0 – на $(0,60...0,62) \cdot 10^3$ Па·с; 3,0 – на $(0,56...0,58) \cdot 10^3$ Па·с. На наш погляд, таке підвищення в'язкості систем можна пояснити гідратацією гідрофільного стабілізатора, яка полягає в формуванні адсорбційного шару з молекул води на поверхні стабілізатора.

Необхідно відмітити, що підвищення в'язкості відбувалось на всьому інтервалі дослідження, але різке підвищення спостерігалось при додаванні 2...4% ЯП, при подальшому зростанні концентрації стабілізатора підвищення в'язкості сповільнювалось.

Отримані дані дозволяють розглядати молочні білки у поєднанні з ЯП як ефективний структуроутворювач при виробництві напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі УФРСКС.

Одним з рецептурних компонентів, що істотно впливає не тільки на органолептичні показники, але і на формування структури та консистенції збитої десертної продукції є цукор. Для напівфабрикатів, що розробляємо, максимальну кількість цукру обмежуємо 30%, так як велика кількість цукру значно впливає на в'язкість системи, надає солодкого смаку і, тим самим, обмежує використання напівфабрикатів. Мінімальну кількість цукру обмежували 15%, оскільки менша кількість цукру не буде надавати напівфабрикату солодкого смаку. Зважаючи на це, досліджували в'язкість модельних систем на основі УФРСКС із ФК 1,5; 2,0; 3,0 за концентрації ЯП 4% та вмісту цукру 15...30% (рис. 4.52).

Отримані дані показали, що в'язкість всіх модельних систем з підвищенням вмісту цукру зростала лінійно. В'язкість сироватки з-під кислого сиру при додаванні 15% цукру складала $(1,4...1,5) \cdot 10^3$ Па·с, що на $(0,3...0,4) \cdot 10^3$ Па·с вище, ніж для контрольного зразка. З підвищенням концентрації цукру до 30% цей показник зростає в 1,3 рази.

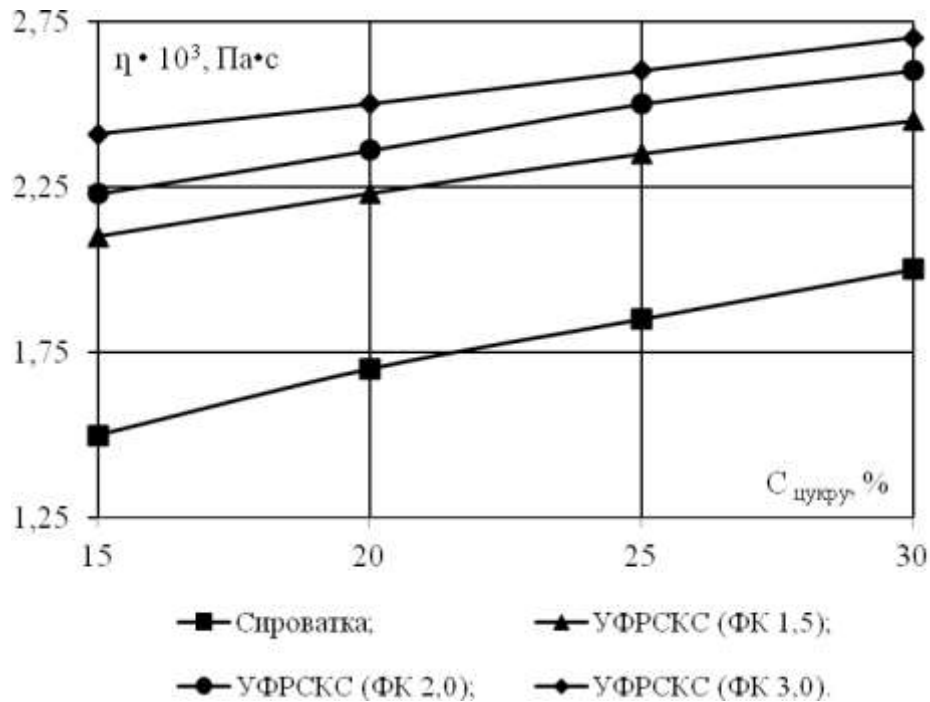


Рис. 4.52. Зміна в'язкості модельних сумішей на основі сироватки з-під кислого сиру та УФРСКС із ФК 1,5; 2,0; 3,0 за вмісту ЯП 4% від концентрації цукру (за $j=0,54, c^{-1}$)

Щодо модельних систем на основі УФРСКС з ФК 1,5; 2,0; 3,0, із збільшенням вмісту цукру до 30% показники в'язкості зросли у 1,12...1,7 рази.

Загалом можна зробити висновок, що підвищення вмісту цукру в меншій мірі впливає на в'язкість модельних систем, ніж зміна концентрації стабілізатора (рис. 4.51– 4.52).

Модельні суміші на основі УФРСКС з ФК 1,5; 2,0; 3,0 із вмістом цукру вище 25% та стабілізатора 4% мають високу в'язкість, що негативно впливає на якість готового продукту. Отже, недоцільно розглядати їх у подальших дослідженнях.

У зв'язку із вищезначеним раціональними у рецептурі НЗДП УФРСКС є концентрація цукру 20...25% та стабілізатора 3...4%.

Також був досліджений вплив концентрації стабілізатора на дисперсність повітряної фази НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки (ФК 3,0), що визначає структуру і консистенцію готового продукту. До складу

модельних систем додавали цукор у концентрації 25%, відповідно до вимог діючої нормативної документації. Досліджували зміну показників дисперсності повітряної фази при додаванні в суміш ЯП. Результати дослідження представлені на рис. 4.53.

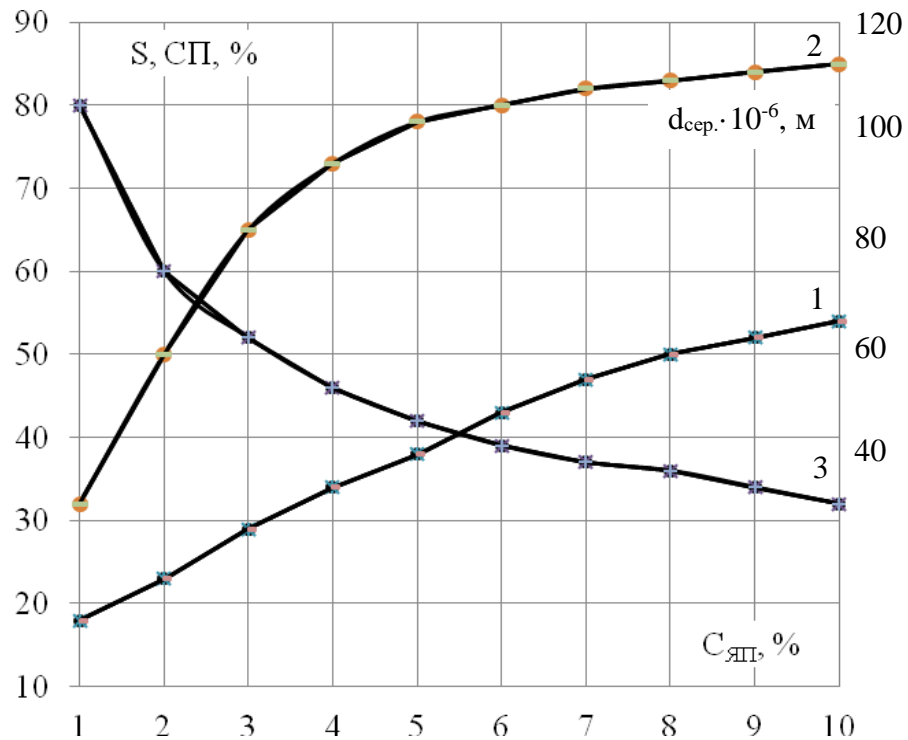


Рис. 4.53. Збитість (1), стійкість піни (2), ступінь дисперсності повітряної фази (3) НЗДП від концентрації ЯП

Як свідчать дані рис. 4.53, збільшення вмісту ЯП у суміші викликає підвищення збитості та СП НЗДП від 17% при 1% ЯП до 52% при 10% ЯП. При підвищенні вмісту ЯП від 1 до 5% СП різко зростає від 30 до 78%, що можна пояснити формуванням поверхневого абсорбційного шару з великою механічною міцністю, що перешкоджає коалесценції пухирців повітряної фази. При подальшому підвищенні вмісту ЯП до 10% СП збільшується всього на 0,4%, що, очевидно, обумовлено збільшенням в'язкості суміші і зменшенням швидкості її витікання. Підвищення вмісту ЯП приводить, крім того, до збільшення ступеня дисперсності повітряної фази, тобто зменшення середнього діаметра повітряних пухирців від 111 мкм при 1% ЯП до 62 мкм

при 10% ЯП. Темп зменшення діаметра пухирців максимальний в інтервалі 1...5% вмісту ЯП. Перевищення 5%-ного вмісту ЯП у суміші приводить до появи небажаного яєчного присмаку готового продукту.

Всі результати, отримані в цьому розділі, були враховані під час розробки технологічної схеми НЗДП УФРСКС.

4.3.4 Математичне моделювання та оптимізація складу напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі УФ-ретентату сироватки. Визначення рецептури для технологічного процесу виготовлення збитої десертної продукції з метою отримання необхідного значення показників якості є складною технологічною задачею і її рішення базується на основі сучасних підходів дослідження, в основі яких полягають сучасні методи математичного моделювання [339].

Приймаючи до уваги складність взаємозв'язків між вхідними та вихідними змінними технологічного процесу, що не дає у повній мірі використати основні фізико-хімічні закони, та певну невизначеність параметрів сировини, що буде перероблятися, математичну модель процесу доцільно будувати на основі регресійних співвідношень. Використання такої моделі дає можливість знайти співвідношення між змінними процесу, які у середньому вірно відтворюють всі його зміни. Крім того, за рахунок використання сучасної теорії планування експерименту, що полягає у проведенні цілеспрямованих дослідів, можна зменшити кількість експериментів та скоротити загальний термін проведення досліджень [339, 340].

Загальне рішення цієї проблеми складається з трьох етапів. На першому етапі шляхом проведення цілеспрямованих експериментів знаходили об'єктивні залежності між параметрами технологічного процесу і тими значеннями, що являють собою показники якості даного процесу, та таким чином отримували математичну модель процесу. Аналіз отриманої моделі дає перше уявлення щодо складності зв'язків між параметрами

технологічного процесу та показниками якості i , в певній мірі, дає можливість визначити напрямок подальшого дослідження.

На другому етапі досліджень, шляхом використання методів багатокритеріальної оптимізації, на основі отриманої математичної моделі, знаходили значення рецептури технологічного процесу, які максимально наближені до бажаних (або максимальних) показників якості продукту, що розробляється.

На останньому етапі, шляхом проведення вибірових експериментів, остаточно перевіряли знайдені параметри технологічного процесу на відповідність встановленим показникам якості.

Основним параметром процесу отримання збитої десертної продукції та пошуку раціональних режимів були наступні змінні: масова частка пюре з гарбуза (x_1 , %), масова частка яєчного порошку (x_2 , %). Доцільний діапазон факторного простору їх варіювання був обраний наступним: $10\% < x_1 < 30\%$; $1\% < x_2 < 5\%$. Ці дані були визначені шляхом аналізу літературних джерел за даною тематикою. Результуючими критеріями, що характеризують якість отриманої продукції, обрали наступні показники: органолептична оцінка (y_1 , балів), збитість кінцевого продукту (y_2 , %) та значення опору таненню (y_3 , хв).

Для виготовлення продукції, що розробляємо, використовували наступні елементи управління технологічним процесом: u_1 – тиск гомогенізації суміші; u_2 – тривалість фризювання суміші.

Таким чином, показник якості готового продукту залежав від конкретних значень вхідних змінних (x_1 , x_2) та значень параметрів управління процесом (u_1 , u_2). Це означає, що будь-який показник якості готового продукту (y_1 , y_2 , y_3) залежить від кількісних співвідношень вхідних змінних. Розробити таблицю проведення досліджень для такої кількості змінних було досить складно, враховуючи те, що математичну модель необхідно обрати другого порядку. Тому, доцільно було використати таблиці квазіоптимального плану, який суттєво зменшує кількість проведення

дослідів. Використання такого плану дає можливість знайти співвідношення між параметрами технологічного процесу з відповідною точністю.

Побудова математичної моделі

Метою побудови математичної моделі є знаходження відповідних аналітичних залежностей між вхідними та вихідними параметрами технологічного процесу [340].

Для опису залежностей між вихідними змінними і вхідними параметрами була обрана неповна квадратична модель виду:

$$Ai(x, y, z,) = ai_k + ai_k x + ai_k y + ai_k z + ai_k x^2 + ai_k y^2 + ai_{ki} z^2 + ai_k xy + ai_k xz + ai_{ki} yz. \quad (4.14)$$

де ai_k – коефіцієнти математичної моделі;

$i=1, 2$ – показник якості продукту (Y_1, Y_2);

k – коефіцієнти математичної моделі ($k=1 \dots 10$).

Використання моделі виду (4.14) дає можливість дослідним шляхом знайти найкращі співвідношення вхідних змінних.

Для визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту побудували табл. 4.16, яка складається з 49 дослідів. Таблиця відтворює всі можливі співвідношення між вхідними змінними. З метою зменшення числа дослідів у якості плану експерименту було обрано D – оптимальний насичений план, який складається з 15 дослідів [341]. Цей план не передбачає перевірку всіх комбінацій вхідних величин, як у плані повного факторного експерименту, але він за точністю відтворення математичної моделі наближається до нього.

Таблиця 4.16

План експерименту

№	X1	X2	U1	U2
1	-1	1	1	1
2	1	-1	1	1
3	1	1	-1	1
4	1	1	-1	-1
5	1	-1	1	-1
6	-1	-1	-1	1
7	-1	-1	-1	-1
8	0	1	1	-1
9	-1	0	1	-1
10	-1	1	0	-1
11	1	-1	-1	0
12	-1	1	-1	0
13	-1	-1	1	0
14	1	1	1	0
15	0	0	0	0

В якості вхідних змінних у табл. 4.16 використовуються кодовані значення (-1, 0, 1), які знаходяться з виразу:

$$X_i = \frac{x_i - \frac{x_{i\max} + x_{i\min}}{2}}{\frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{2}}, \quad (4.15)$$

де i – відповідна вхідна змінна.

Значення (-1) означає мінімальне, (1) – максимальне, (0) – середнє значення змінної у досліді, відповідно. Кожному рядку таблиці дослідів відповідає конкретне значення критерію якості технологічного процесу.

Таким чином можна визначити коефіцієнти математичної моделі для кожного показника якості і знайти ступінь чутливості вхідних змінних на значення критерію якості.

На основі таблиці експерименту створили матрицю експерименту G , яка враховує обраний вид математичної моделі (4.14). Побудована матриця

експерименту G та визначені коефіцієнти математичної моделі, що описують залежність зміни вихідних показників від параметрів технологічного процесу наведені у додатку Б.

Визначення коефіцієнтів моделі ai проводили за формулою:

$$ai = (G^T G)G^T Yi \quad (4.16)$$

де Yi – вектори, що визначають показники якості продукту який, що досліджується ($i=1,2$).

Таким чином для даного технологічного процесу було отримано три моделі виду (4.15) для кожного показника якості. Перевірка за статистичними критеріями щодо адекватності моделі показала, що вони вірно відтворюють результати експерименту і можуть бути використані для проведення подальших досліджень.

Визначення складу рецептури і режимів обробки технологічного процесу за даними математичного моделювання та з використанням методу багатокритеріальної оптимізації

Після знаходження аналітичних залежностей між показниками якості та вхідними параметрами процесу необхідно для кожного показника якості знайти таку сукупність вхідних змінних, яка дозволяла б знайти максимальне значення цього показника.

Це значення визначалось функцією $P = \text{Maximize}(A, x1, x2, u1, u2)$ для кожного показника якості, яка входить до складу пакету MATHCAD і використовується для розв'язання задач оптимізації [341].

В результаті розрахунків були здобуті наступні максимальні значення для кожного показника якості продукції $Y_1=100,182$; $Y_2=71,609$; $Y_3=16,881$. Однак отримані максимальні значення показників якості реалізуються за різного складу числових змінних і режиму обробки. З метою забезпечення максимального наближення до числових значень показників якості десертної продукції, провели вибір вхідних показників і режимів обробки з

використанням методів багатокритеріальної оптимізації [342-344]. Загальний вибір виду найкращого критерія якості продукту обумовлено особливостями технічної задачі. Для даної задачі було обрано критерій найменших квадратів. Загальний вид критерію q :

$$q = (y_i - y_{i3})^2, \quad (4.17)$$

де y_i – показник якості, значення якого визначається за результатами обчислення математичної моделі;

y_{i3} – заданий (потрібний) показник якості відповідного параметра.

Обраний критерій має широке використання при дослідженні технологічних речовин в харчовій промисловості. Він дає можливість наблизитись до заданого значення без урахування можливих великих відхилень від заданих значень на малому інтервалі коливань значень вхідних параметрів і технологічного режиму. Для розв'язання задачі з урахуванням критерію (4.17) необхідно було привести ці критерії в один комплексний критерій. За результатами розрахунків, шляхом математичного моделювання, можна знайти такі відношення вхідних параметрів і режимів технологічного процесу, щоб максимально наблизитись до заданих значень.

Загальна постановка задачі для нашого дослідження має наступний вигляд:

$$q_i(X) \rightarrow \min_{X \in \Omega}, i = 1, \dots, 3, \quad (4.18)$$

де $q(X)$ – загальний критерій якості,

Ω – множина дозволених рішень щодо використання критеріїв.

Під множиною дозволених рішень розуміють всі можливі співвідношення вхідних показників виробу. Вибір загального критерію якості обумовлений значеннями вихідних показників якості процесу після

проведення експерименту. Аналіз отриманих даних показав, що всі вихідні дані мають один порядок і немає потреби приводити їх до відносних значень одного порядку. Тому, в якості критерія наближення, що дозволяє об'єднати всі три критерії до одного, було обрано наступний вираз, який відповідає вимогам методу найменших квадратів:

$$C(X) = \sum_{i=1}^3 [q_i(X) - W_i]^2, \quad (4.19)$$

де $q_i(X)$ – значення i -го показника, що обчислюється за математичною моделлю;

W_i – необхідне значення показника якості щодо вимог до даного технологічного процесу, яке було визначено шляхом попередніх досліджень.

Остаточно формула, за якою визначали параметри технологічного процесу, має вигляд:

$$C = \text{Minimize}(Q, X), \quad (4.20)$$

де C – значення вектору параметрів технологічного процесу, які забезпечують виконання (4.7),

X – вектор вхідних змінних процесу, який складається із змінних (x , y , z).

Для знаходження параметрів технологічного процесу X використовували стандартну програма Minimize пакету MathCAD.

Приклад розрахунку складу десертної продукції та приклади знаходження відповідних вхідних параметрів, що повинні задовольняти заданим показникам якості готового продукту, наведені у додатку Б.

Остаточні дані, що були розраховані за допомогою математичної моделі та шляхом використання методу багатокритеріальної оптимізації, мають значення: $y_1=99,856$ балів; $y_2=70,114$ %; $y_3=14,885$ хв.

Після проведення додаткових експериментів, результати яких наведено на рис. 4.54...4.56, були знайдені наступні значення величин, що є оптимальними: масова частка пюре з гарбуза – 20...25 %, яєчного порошку – 1...4%. Знайдені величини у найбільшій мірі відповідають вимогам, що висуваються до об'єкта, який досліджується.

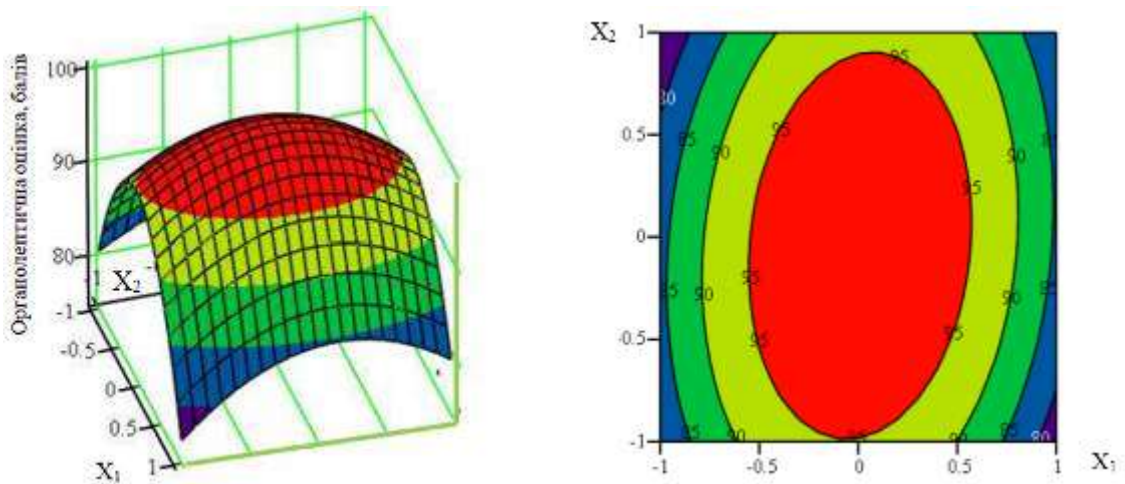


Рис. 4.54. Оптимізація показників органолептичної оцінки НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру від масової частки пюре з гарбуза (x_1 , %) та яєчного порошку (x_2 , %)

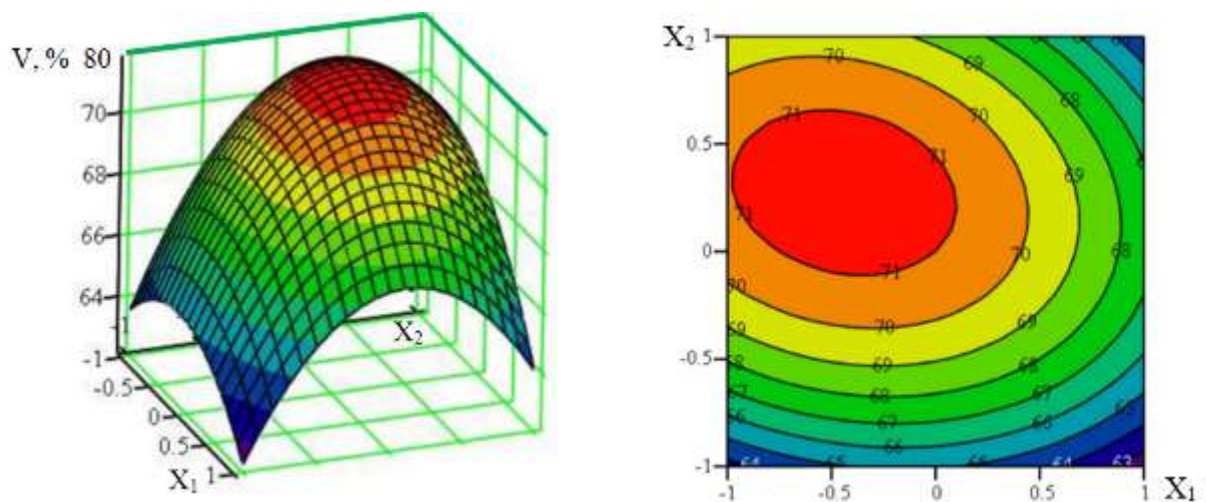


Рис. 4.55. Оптимізація показників збитості НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру від масової частки пюре з гарбуза (x_1 , %) та яєчного порошку (x_2 , %)

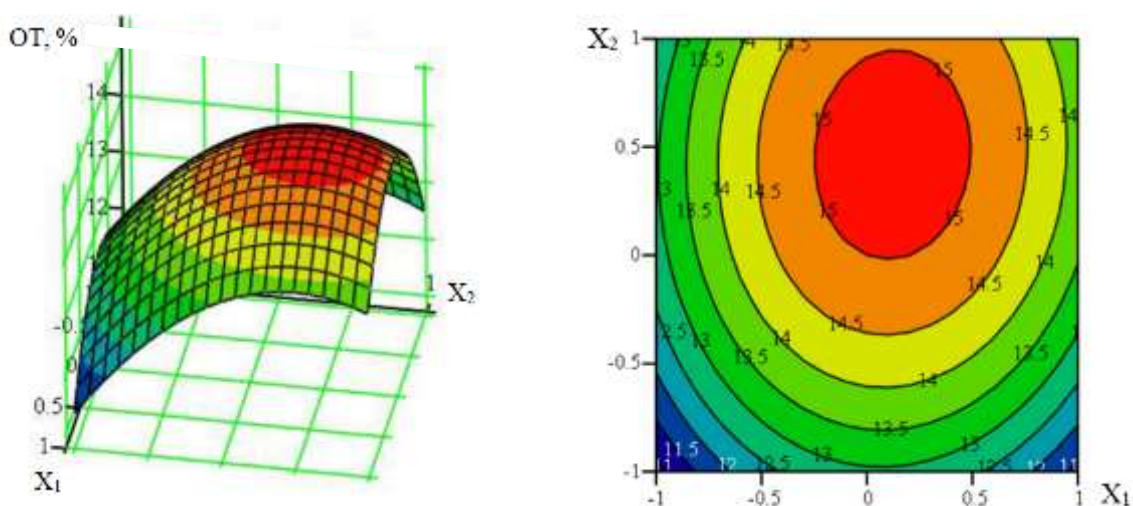


Рис. 4.56. Оптимізація показників опору таненню НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру від масової частки пюре з гарбуза (x_1 , %) та яєчного порошку (x_2 , %)

4.3.5 Визначення дисперсності повітряної фази нових видів м'якого морозива

Однією з важливих стадій приготування збитої десертної продукції, зокрема м'якого морозива, що обумовлює якість готового продукту, є процес фризеравання. Під час фризеравання суміш насичується повітрям, яке утворює ряд дрібних повітряних кульок або осередків, які відділені один від одного плівками з частково замороженої суміші [337]. Відомо, що дисперсійний стан повітряної фази в морозиві значною мірою визначає його смакові, структурно-механічні та теплофізичні характеристики. Зміна рецептурного складу суміші призводить до зміни дисперсності повітря в морозиві [338]. Попередні дослідження показали, що використання УФ-ретентатів сироватки з-під кислого сиру та овочево-фруктових пюре у приготуванні м'якого морозива призводить до зміни складу і підвищення в'язкості сумішей, крім того, піноутворююча та піностабілізуюча властивості таких сумішей зростають. Тому ми припустили, що дисперсійний стан повітряної фази нових видів м'якого морозива відрізняється від традиційного.

Отже, досліджували вплив використання УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру, овочевих пюре та яєчного порошка на стан дисперсійної повітряної фази модельних зразків м'якого морозива під час фризеравання сумішей.

На рис. 4.57...4.58 наведено результати дослідження залежності дисперсності повітряної фази модельних зразків м'якого морозива на основі сироватки з-під кислого сиру, що містить 25% пюре з моркви або пюре з гарбуза, від тривалості фризеравання (при вмісті цукру 20...30% та яєчного порошка 1...4%). Як контроль використовували традиційне вершкове морозиво, середній діаметр повітряних кульок в якому становить 100...120 мкм [345].

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки: НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру з додаванням овочевих наповнювачів забезпечують отримання м'якого морозива з вищим рівнем дисперсності повітряної фази, ніж у контролі: дисперсність повітря в м'якому морозиві на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру з додаванням пюре з моркви є вищою, порівняно з контролем на 17...35%, а з додаванням пюре з гарбуза – на 18...43%. Також результати досліджень свідчать, що підвищення концентрації яєчного порошка в суміші приводить до підвищення дисперсності повітряної фази (зменшення середнього діаметра повітряних кульок). Оскільки підвищення його концентрації призводить до підвищення в'язкості сумішей, це сприяє диспергуванню повітря.

Було встановлено негативний вплив збільшення вмісту цукру на дисперсійний стан м'якого морозива. Із підвищенням вмісту цукру з 20 до 30% середній діаметр повітряних кульок для сумішей на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру з додаванням пюре з моркви зріс на 10...11%, із додаванням пюре з гарбуза – на 16...18%. На думку авторів, це можна пояснити зменшенням ступеня гідратації поверхнево-активних речовин із підвищенням вмісту цукру в сумішах. Також з отриманих даних видно, що максимальне підвищення дисперсності повітряної фази у процесі

фризерування спостерігається протягом перших $(2...6) \cdot 60$ с і набуває максимальних значень. Подальше фризериування незначно впливає на дисперсність повітряної фази м'якого морозива, що пов'язано зі зниженням температури суміші і, як наслідок цього, підвищенням в'язкості продукту. Саме максимально можлива дисперсність повітря, на думку Ю. Оленева [229], є показником готовності м'якого морозива. У такому стані продукт має достатній охолоджувальний ефект, еластичну консистенцію і добре зберігає форму.

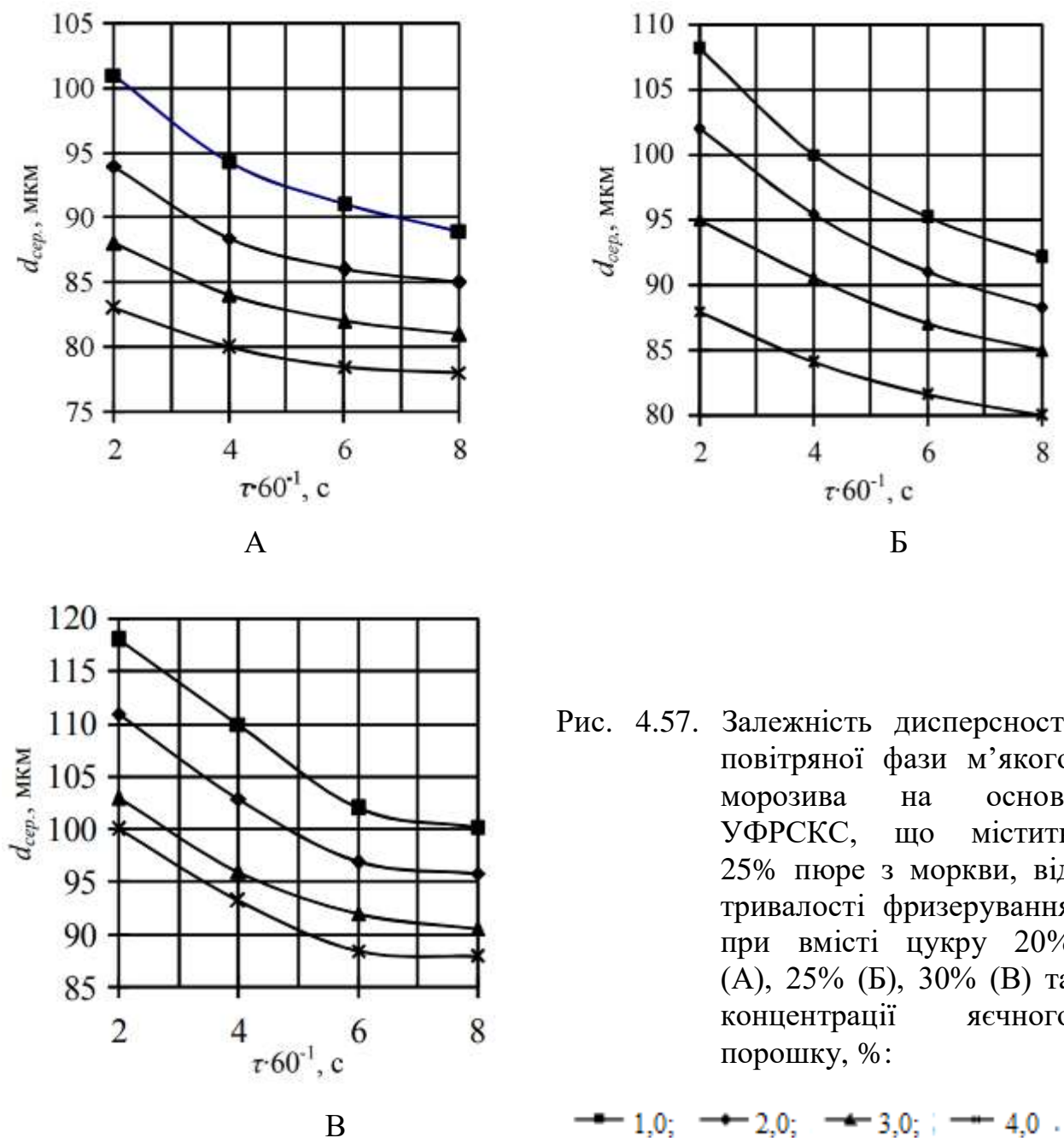
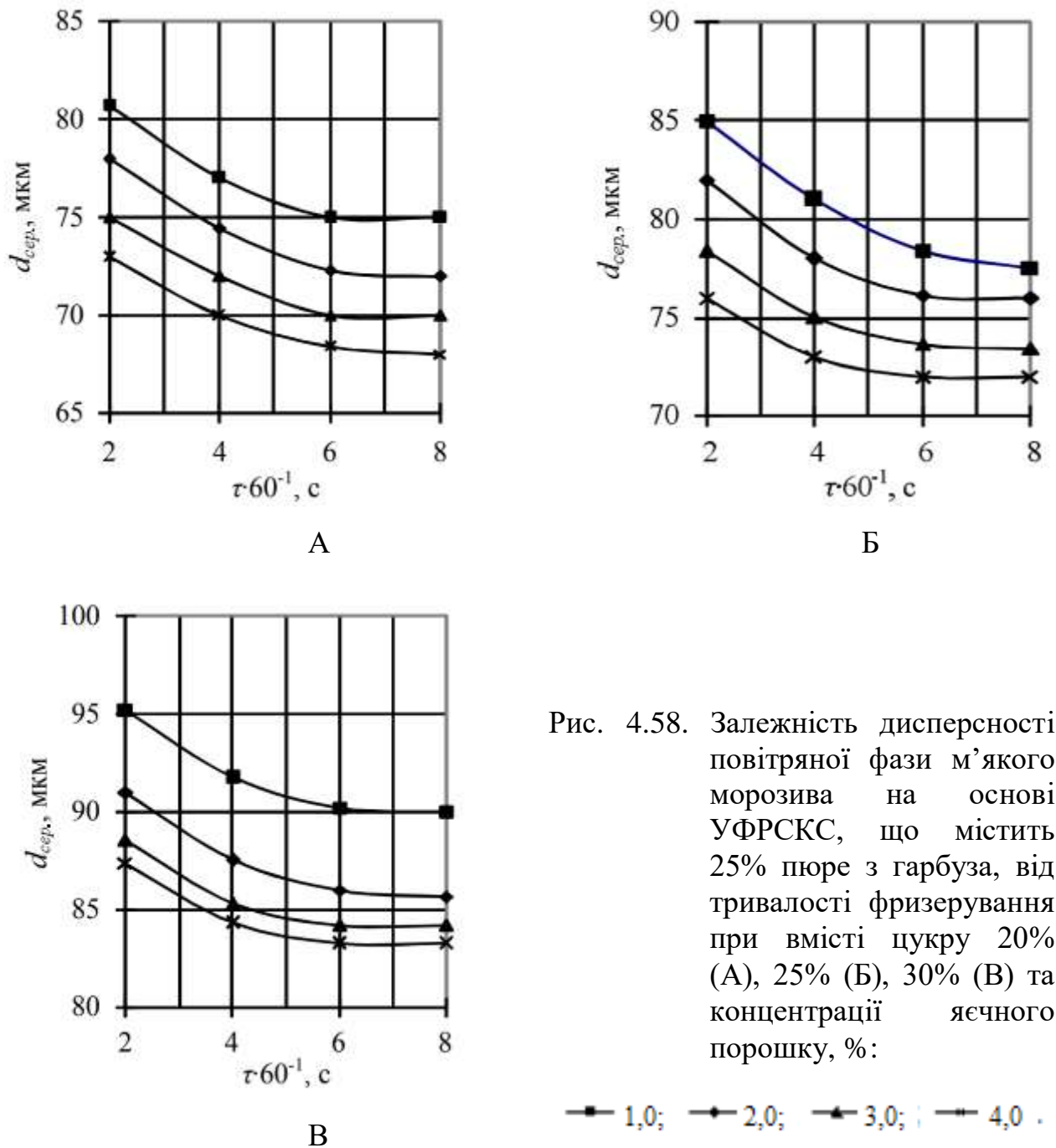


Рис. 4.57. Залежність дисперсності повітряної фази м'якого морозива на основі УФРСКС, що містить 25% пюре з моркви, від тривалості фризериування при вмісті цукру 20% (А), 25% (Б), 30% (В) та концентрації яєчного порошку, %:



Таким чином, для отримання м'якого морозива на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру з додаванням овочевих пюре з високими показниками якості раціональним є проведення процесу фризювання протягом (6...7)·60 с.

Висновки за розділом

1. Теоретично й експериментально обґрунтовано доцільність використання під час розробки технологій НБВКРС пюре з моркви й гарбуза. Досліджено склад та властивості пюре. Виявлено, що морквяне пюре й пюре з гарбуза сортів, які ми взяли для використання, відрізняються підвищеним вмістом антиоксиданту й імуномодулятора β -каротину – $7,5 \pm 0,15$ мг та $12,6 \pm 0,2$ мг у 100 г, відповідно. Вміст вітаміну С у пюре з моркви становить $5,0 \dots 5,2$ мг / 100 г, пюре з гарбуза – $12,0 \dots 12,4$ мг / 100 г.

2. Досліджено протекторну дію стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини каротиновмісної овочевої сировини. Встановлено закономірності, що свідчать про ефективність використання стабілізатора «Астрі Гель» з метою збереження БАР, барвних речовин та кольору розроблених пюре з моркви та пюре з гарбуза як окремо, так і в складі НБВМ та НБВГ.

3. На підставі вивчення залежності ГНЗ від співвідношення основних компонентів модельних систем встановлено, що додавання стабілізатора «Астрі Гель» до системи призводить до підвищення показника ГНЗ модельних систем. Найбільш інтенсивно цей процес відбувається в інтервалі концентрації стабілізатора від 0 до 14 %. У наведеному інтервалі ГНЗ зростає для модельної системи НБВГ на 35,2% і модельної системи НБВМ – на 28,1%. При наступному підвищенні концентрації стабілізатора зростання ГНЗ уповільнюється. Зважаючи, що максимальна межа ГНЗ, яка відповідає нашим вимогам, складає 700 Па, раціональною концентрацією у складі НБВ є 8...12% стабілізатора.

4. Проведено оптимізацію складу нових напівфабрикатів. Встановлено, що раціональними концентраціями рецептурних компонентів для НБВМ є масові частки низькокальцієвого концентрату сколотин – 50...54%, пюре з моркви – 26...30%; для НБВГ – масові частки низькокальцієвого концентрату сколотин – 46-50%, пюре з гарбуза – 30...34% за наявності

однакового вмісту в обох напівфабрикатах цукру – 8...12% і стабілізатора – 8...12%.

5. Розглянуто можливість проведення процесу сумісного диспергування компонентів НБВКРС. Доведено, що оптимальний час диспергування НБВМ на подрібнювачі ROBOT COUPE R2 із застосуванням гладких ножів складає 70 ± 2 с, із застосуванням карбованих ножів – 90 ± 2 с. Оптимальна тривалість диспергування для НБВГ складає 30 ± 2 с і 40 ± 2 с.

6. Зроблено аналіз процесів кристалізації, склування і плавлення в НБВКРС, а також впливу харчової суміші «Астрі Гель» на фазову реакцію напівфабрикатів за температури нижче 0°C . Виявлено, що стабілізатор «Астрі Гель» стабілізує структуру рідини в напівфабрикатах білково-вуглеводних, що сприяє утворенню при заморожуванні дрібнокристалічної структури і склоподібних елементів, які сприяють пролонгуванню термінів зберігання НБВКРС.

7. Проведено кріомікроскопічні дослідження НБВМ і НБВГ при заморожуванні-відтаюванні. Аналіз кріомікроскопічних досліджень показав, що зниження температури систем нижче 0°C супроводжується фазовим переходом «вода-лід»; за температури зберігання -18°C НБВКРС перебувають у частково кристалічному стані. Встановлено раціональні режими зберігання розроблених напівфабрикатів у замороженому стані.

8. Визначено ступінь участі білків різних фракцій БВМС та їх УФ-ретентатів у піноутворенні. Встановлено, що на процес піноутворення знежиреного молока та сколотин найбільший вплив мають казеїнові білки: їх концентрація в піні після $3 \cdot 60$ с збивання складає 90% від частки всіх казеїнових білків. Щодо процесу піноутворення сироватки: за $4 \cdot 60$ с збивання 90...95% сироваткових білків залучаються до міжфазної поверхні, при цьому казеїнові білки після $5 \cdot 60$ с збивання флотовані в піну на 45...50%. Доведено, що із збільшенням фактору концентрування БВМС флотація білків в піну інтенсифікується.

9. Результати досліджень впливу вмісту лактози у БВМС та УФ-ретентатах на піноутворюючу здатність модельних систем показали, що із

збільшенням масової частки лактози в сироватці з-під кислого сиру на 15,4...15,6% ПЗ знижується на 9...11%. Вміст лактози в УФ-ретентатах знежиреного молока і сколотин із збільшенням ФК від 1,5 до 3,0 знижується на 6,8...7,1% та 12,7...12,9%, а ПЗ їх зростає на 6,7...6,8% та 10...11% відповідно.

10. Результати досліджень піноутворюючої здатності та стійкості піни модельних систем на основі БВМС та їх УФ-ретентатів від вмісту желатинів марки П-11, Gelita 180 та Gelita 240 показали, що для використання при приготуванні СДП доцільним є використання УФ-ретентатів знежиреного молока та сколотин з фактором концентрування 2,0 із вмістом желатинів 2,0...4,0 %. Піноутворююча здатність сягала максимального значення для модельних систем на основі ЗМ та сколотин з ФК 2,0 за концентрації стабілізатора 3% і складала для систем на основі П-11 – 293...296%, Gelita 180 – 304...306%, Gelita 240 – 359...361%. Стійкість піни таких систем складає 98...100%.

11. Встановлено, що раціональними концентраціями рецептурних компонентів для СДП є масові частки: УФРЗМ або УФРС з ФК 2,0 – 77...86%, желатинів П-11 або Gelita 180 – 2,8...3,2%, або Gelita 240 – 1,8...2,2%, цукру 11...12%.

12. Дослідження розчинності яєчного порошка у воді, впливу перемішування розчинів ЯП на в'язкість і мутність та процесу їх заморожування показали, що молочні білки у поєднанні з ЯП є перспективним структуроутворювачем для напівфабрикатів для збитої десертної продукції.

13. Проведено оптимізацію складу НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру. Встановлено, що раціональними концентраціями рецептурних компонентів є: масова частка УФРСКС (ФК 3,0) – 55...65%, пюре з гарбуза (або пюре моркви) – 20...25 %, яєчного порошку – 3...4%, масова частка цукру 24...26%.

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОНЦЕНТРАТІВ БВМС ТА ОЦІНКА ЇХ ЯКОСТІ

5.1 Технологія напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини

5.1.1 Технологічні схеми виробництва напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини. На основі серії попередніх досліджень і з урахуванням даних, що є в науково-технічній літературі, була розроблена технологічна схема виробництва НБВКРС (рис. 5.1). При цьому використовували класифікацію виділених підсистем, яка полягає у визначенні підсистем, вихід яких повинен відповідати заданим технологічним властивостям матеріального потоку [346].

Технологічний процес виробництва НБВКРС здійснюється в наступній послідовності:

- приймання та підготовка рецептурних компонентів;
- отримання напівфабрикату «овочевого»;
- отримання напівфабрикату «молочно-цукрова суміш»;
- отримання готового продукту [347].

Для запобігання швидкого псування, а також уповільнення росту мікроорганізмів НБВКРС необхідно піддавати тепловій обробці. З літературних джерел відомо [29], що для продуктів-аналогів – кислого сиру та напівфабрикатів з нього – рекомендована температура пастеризації 84...86°C протягом (3...5)·60 с, після чого продукт охолоджується до $t=2...4^{\circ}\text{C}$. Отже, приймаємо рекомендовані технологічні режими для приготування НБВКРС.

Сировину перевіряють на відповідність вимогам нормативної документації за кількістю і якістю. Низькокальцієвий копреципітат зі

сколотин приймають за кількістю та якісними характеристиками відповідно до ТУ У 40-01566330.094 і ТУ 46.39-079.

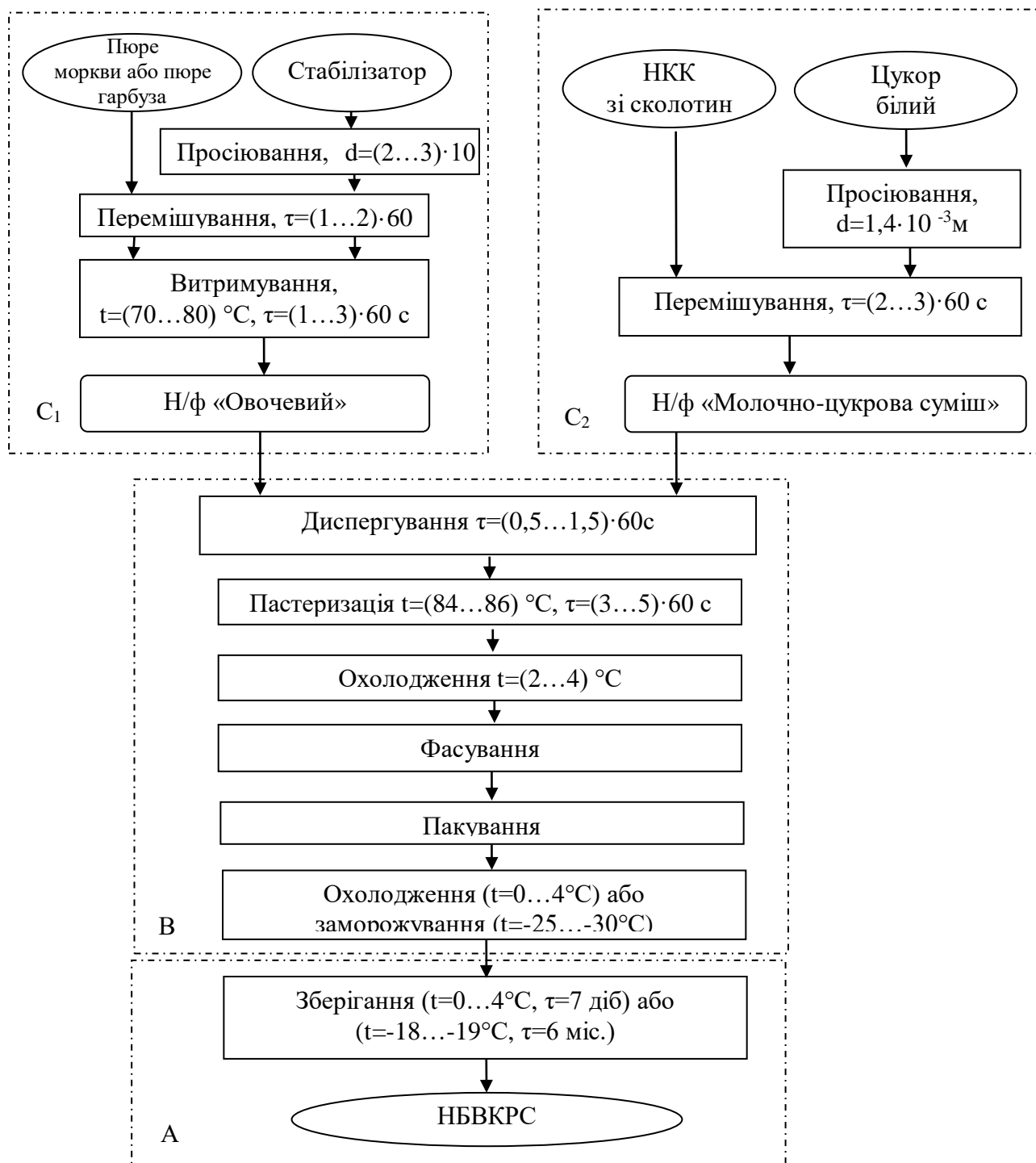


Рис. 5.1 Технологічна схема виробництва напівфабрикату білково-вуглеводного з використанням каротинвмісної рослинної сировини

Приготування напівфабрикату «Овочевого» (підсистема C₁) складається з операцій: просіювання стабілізатора ($d=(2...3) \cdot 10^{-3} \text{ м}$);

перемішування пюре з овочів та стабілізатора і витримання за температури (70...80) °C протягом (1...3)·60 с.

Приготування напівфабрикату «молочно-цукрова суміш» (підсистема С₂). Низькокальцієвий копреципітат зі сколотин та підготовлену пудру цукрову перемішують протягом (2...3)·60 с [348].

Отримання готового продукту (підсистеми В, А) включає наступні операції: диспергування напівфабрикатів «овочевого» та «молочно-цукрова суміш» протягом (0,5...1,5)·60 с ($\omega=1500$ об/хв.); пастеризація за температури 84...86°C протягом (3...5)·60 с; охолодження до $t=2...4^\circ\text{C}$; фасування, пакування; охолодження ($t=0...4^\circ\text{C}$) або заморожування ($t=-25...-30^\circ\text{C}$); зберігання ($t=0...4^\circ\text{C}$, $\tau=7$ діб або $t=-18...-19^\circ\text{C}$, $\tau=6$ міс.).

Фасування, пакування та маркірування НБВКРС проводять відповідно до вимог діючих технічних умов.

На способи отримання НБВМ та НБВГ одержані деклараційні патенти України на винаходи (Додаток В) [349-350].

Оскільки розроблені напівфабрикати є новими, нетрадиційними продуктами, що плануються до подальшого використання у виробництві кулінарної продукції, необхідно було дослідити їх харчову цінність.

5.1.2 Дослідження харчової цінності напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини. Під поняттям якості харчових продуктів розуміють широкую сукупність властивостей, що характеризують харчову і біологічну цінність, органолептичні, структурно-механічні, функціонально-технологічні, санітарно-гігієнічні та інші властивості продукту, а також ступінь їх виразності [351]. З точки зору показників якості, харчовий продукт повинен містити компоненти, необхідні організму людини для нормального обміну речовин.

За загальноприйнятою термінологією, в поняття «харчова цінність» входить як кількісне співвідношення харчових речовин у продукті та сумарна енергетична цінність, так і органолептичні характеристики продукту.

Досліджували показники харчової цінності розроблених напівфабрикатів [351]. Як контрольні показники використовували дані про харчову цінність фаршу з кислого сиру, що традиційно використовується при виробництві страв і кулінарних виробів в ЗРГ [233].

До органолептичних показників молочно-білкових продуктів відносяться зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах та колір [351-352]. Саме ці показники, головним чином, формують уявлення споживача про якість молочного продукту.

За органолептичними показниками розроблені напівфабрикати повинні відповідати вимогам, зазначеним у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Органолептичні показники НБВМ та НБВГ

Найменування показників	Характеристика	
	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза
Зовнішній вигляд	Однорідна, ніжна маса з глянцевою поверхнею без грубих включень і без розшарування структури та видимого виділення рідини	Однорідна, ніжна маса без грубих включень і без розшарування структури та видимого виділення рідини
Консистенція	Однорідна, ніжна, пластична	
Смак	Солодкий, властивий молочним продуктам, з присмаком моркви	Солодкий, властивий молочним продуктам, з присмаком гарбуза
Запах	Приємний, властивий молочним продуктам, без сторонніх запахів	
Колір	Однорідний, від білого до білого з помаранчевим відтінком	Однорідний, від білого до білого з жовтим відтінком

За даними табл. 5.1 видно, що органолептичні властивості розроблених напівфабрикатів з додаванням овочевих пюре знаходяться на високому рівні, що дає можливість їх широкого використання при виробництві на підприємствах харчової промисловості та в ЗРГ.

Вміст основних харчових речовин у розроблених напівфабрикатах, а також їх енергетична цінність представлені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Хімічний склад НБВКРС

Найменування виробу	Вміст, г на 100 г					Енергетична цінність, ккал
	Сухих речовини	Білків	Жирів	Вуглеводів	Золи	
Контроль	30,5	17,2	1,00	11,1	1,10	109,0
НБВМ	33,5±1,6	15,9±0,8	1,46±0,03	14,7±0,7	1,38±0,06	135,5
НБВГ	33,2±1,6	15,4±0,7	1,44±0,07	15,0±0,7	1,37±0,06	135,0

Дані табл. 5.2 свідчать, що за вмістом більшості нутрієнтів розроблені НБВКРС перевищують контрольний зразок. Так, за вмістом сухих речовин НБВМ перевищує контрольний зразок на 2,9...3,1%, НБВГ – на 3,1...3,2%.

За вмістом жиру розроблені напівфабрикати перевищують контроль на 0,44...0,46%, що пояснюється тим, що у контролі використовується нежирний кислий сир з вмістом жиру 0,6...0,65%, в той час як НКК зі сколотин містить 1,3...1,4 % жиру.

Розроблені НБВМ та НБВГ перевищують контроль за вмістом вуглеводів на 3,5...3,7 та 3,8...4,0%, відповідно. Це обумовлено заміною частини сировини тваринного походження на рослинну складову та додаванням цукру.

Підвищення вмісту золи у НБВКРС на 0,27...28% також можна пояснити внесенням рослинної сировини до їх складу.

Щодо вмісту білків, спостерігається зменшення їх кількості у розроблених напівфабрикатах на 1,3...1,4% у НБВМ та 1,7...1,8% у НБВГ, що обумовлено заміною білоквмісної сировини рослинною складовою.

Отже, досліджували амінокислотний склад білків НБВМ та НБВГ (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Амінокислотний склад білків НБВКРС (% на натуральну речовину)

Назва амінокислоти	Контроль	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза
Незамінні амінокислоти	7,07	6,16	6,64
в тому числі валін	1,02	0,90	0,94
ізолейцин	0,84	0,73	0,78
лейцин	1,56	1,32	1,44
лізин	1,21	1,10	1,12
метіонін	0,47	0,48	0,53
треонін	0,79	0,65	0,73
триптофан	0,26	0,18	0,24
фенілаланін	0,93	0,80	0,86
Замінні амінокислоти	9,99	8,89	8,72
в тому числі аланін	0,62	0,56	0,47
аргінін	0,73	0,65	0,58
аспарагінова кислота	1,16	1,04	1,07
гістидин	0,53	0,47	0,45
гліцин	0,34	0,30	0,24
глутамінова кислота	2,98	2,67	2,75
пролін	1,52	1,36	1,21
серин	0,98	0,88	0,91
тирозин	1,02	0,87	0,94
цистін	0,11	0,09	0,10
Загальна кількість АК	17,06	15,05	15,36

У ході дослідження білкового складу напівфабрикатів у них було ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, в тому числі всі незамінні. При цьому встановлено, що заміна білоквмісної сировини на овочеві пюре призвела до зменшення загальної кількості амінокислот білків у НБВМ на

2,01 %, у НБВГ – на 1,21%. В той же час кількість незамінних амінокислот від загальної їх суми в білках розроблених напівфабрикатів, як і в контролі, складає 41...42%.

У складі незамінних амінокислот відмічається підвищена кількість валіну, лейцину і лізину, серед замінних амінокислот – глютамінової та аспарагінової кислот, серину та тирозину [353].

Біологічна цінність білків харчових продуктів визначається відповідністю сора незамінних амінокислот їх білків стандарту ФАО/ВООЗ. Тому з метою визначення біологічної цінності НБВКРС обчислювали амінокислотний скор і порівнювали його зі стандартом (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Амінокислотний скор НБВКРС

Назва амінокислоти	Вміст білків, мг на 1 г білків (ФАО/ВООЗ)	% до стандарту		
		Контроль	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза
Ізолейцин	40	122	121	123
Лейцин	70	129	125	130
Метіонін + цистін	35	93	108	113
Лізін	55	128	133	128
Фенілаланін + тирозин	60	188	184	189
Треонін	40	115	108	115
Валін	50	119	120	118
Триптофан	10	150	119	151

Аналіз отриманих даних свідчить, що в білках обох напівфабрикатів лімітуючі амінокислоти відсутні, тоді як для контрольного зразка амінокислотами, лімітуючими біологічну цінність, є метіонін + цистін. Це свідчить про високу біологічну цінність розроблених напівфабрикатів.

Загальна характеристика білкових речовин напівфабрикатів свідчить, що вони можуть бути віднесені до високобілкових, повноцінних і достатньо

збалансованих за амінокислотним складом продуктів. Підвищений вміст білків дозволяє рекомендувати включати страви на основі розроблених напівфабрикатів у збіднені на білок раціони.

Біологічна цінність продуктів також характеризується ступенем протеолізу їх білків ферментами шлунково-кишкового тракту. Досліджували швидкість розщеплення розроблених напівфабрикатів харчовими протеїназами (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Швидкість перетравлення та відносна біологічна цінність НБВКРС

Найменування продуктів	Ступінь протеолізу, мкг/екв%			ВБЦ
	пепсином	трипсином	всього	
Казеїн-контроль	5,05	25,38	30,43	100
НККС	5,09±0,15	22,38±0,69	27,47±0,81	127
Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	5,98±0,19	23,89±0,65	29,87±0,90	144
Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза	5,95±0,18	23,20±0,63	29,15±0,85	147

Як показують дані табл. 5.5, ступінь протеолізу білків розроблених напівфабрикатів трипсином вищий, ніж пепсином. Перетравлення білків НБВМ близькі до контролю. Що стосується НБВГ, спостерігається зниження ступеня протеолізу на 1,3 мкг/екв%.

Результати досліджень відносної біологічної цінності (ВБЦ) НБВМ та НБВГ (табл. 5.5) показують, що їх ВБЦ перевищує аналогічний показник контрольного зразка в 1,47 та 1,44 рази, відповідно. При цьому клітини інфузорії *Tetrahymena periformis*, що виростили на дослідних зразках, були крупніші та рухливіші, ніж на контрольному зразку.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про високу біологічну цінність розроблених напівфабрикатів.

Як було відмічено вище, додавання рослинної складової до НБВКРС сприяє збагаченню їх мінеральними речовинами та вітамінами. Мінеральний склад розроблених напівфабрикатів визначає характер можливих хімічних перетворень під час технологічного процесу.

Враховуючи вищевказане, досліджували мінеральний склад НБВГ та НБВМ. Результати досліджень наведені у табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Мінеральний склад НБВКРС

Мінеральні речовини	Вміст (у 100г продукту)		
	Контроль	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза
Макроелементи, мг			
калій	119,00	195,7±4,2	200,6±4,2
кальцій	112,00	130,8±4,8	125,2±3,6
магній	24,00	35,6±0,7	39,2±0,5
натрій	46,00	54,4±1,3	47,6±1,2
фосфор	184,00	206,4±3,5	194,8±2,7
Мікроелементи, мкг			
залізо	500,00	780,0±3,6	664,7±3,4
кобальт	сл.	0,8±0,1	0,4±0,1
марганець	30,00	38,3±0,1	46,9±0,1
мідь	70,00	102,9±0,1	142,5±0,2
цинк	440,00	610,5±0,2	549,0±3,7

Результати досліджень свідчать, що мінеральний склад НБВМ та НБВГ значно відрізняється від контролю. Склад розроблених напівфабрикатів характеризується вищим вмістом калію в 1,6...1,7 разів, магнію, кальцію, фосфору та магнію – в 1,5...1,6 рази, ніж у контролі.

Але на харчову цінність харчового продукту впливає не тільки вміст мінеральних елементів, а їх співвідношення. Згідно до даних ФАО/ВООЗ, для мікроелементів оптимальним є співвідношення Ca:P:Mg – 1:1,5:0,5. Для напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре гарбуза це співвідношення складає 1:1,55:0,31, а напівфабрикату білково-вуглеводного з пюре моркви – 1:1,57:0,27. Таке співвідношення не зовсім відповідає формулі збалансованого харчування (дещо занижений вміст магнію). Це необхідно враховувати під час розробки кулінарної продукції на основі НБВГ та НБВМ, поєднуючи їх із компонентами, багатими на магній.

Розроблені НБВКРС відрізняються високим вмістом мікроелементів. Вміст заліза у НБВМ вищий, ніж у контрольному зразку у 1,6 рази, у НБВГ – в 1,3 рази, магнію – в 1,7 разів та 1,5 рази, міді – 1,5 рази та 2 рази, цинку – 1,4 рази та 1,25 рази, відповідно.

Досліджували вітамінний склад НБВГ та НБВМ. Результати досліджень наведені у табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Вітамінний склад НБВГ та НБВМ

Вітаміни	Вміст (у 100г продукту)		
	Контроль	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза
1	2	3	4
Вітамін А, мг	0,02	0,11±0,01	0,13±0,01
β-Каротин, мг	сл.	3,23±0,01	8,65±0,2
Вітамін D, мкг	0,05	0,12±0,01	0,11±0,01
Вітамін Е, мг	0,58	2,18±0,01	2,16±0,01
Вітамін С, мг	0,50	2,86±0,01	2,44±0,01
Вітамін В ₆ , мг	0,05	1,13±0,01	1,23±0,01
Вітамін В ₁₂ , мкг	0,4	0,49±0,01	0,47±0,01

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4
Біотин, мкг	3,2	4,39±0,11	3,21±0,08
Ніацин, мг	0,50	3,17±0,01	3,15±0,01
Пантотенова кислота, мг	0,40	0,49±0,01	0,52±0,01
Рибофлавін, мг	0,24	1,31±0,01	1,22±0,01
Тіамін, мг	0,05	0,08±0,01	0,07±0,01
Фолацин, мкг	5,00	8,120,04	7,65±0,04
Холін, мг	23,6	25,22±0,63	18,01±0,45

5.1.3. Дослідження змін властивостей напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини при зберіганні. Запропонована нами технологія приготування білково-вуглеводних напівфабрикатів потребує визначення термінів їх зберігання на основі комплексних досліджень, в результаті яких повинно підтвердитися зберігання якості, включаючи органолептичні, фізико-хімічні показники та структурно-механічні характеристики протягом терміну зберігання, який ми припускаємо.

З метою встановлення термінів зберігання досліджували органолептичні, структурно-механічні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники НБВКРС [354-355].

Дослідження мікробіологічних показників НБВКРС

Під час дослідження мікробіологічних характеристик білково-вуглеводних напівфабрикатів з додаванням пюре з моркви та пюре з гарбуза, охолоджені зразки зберігали за температури 0...4°C протягом 7 діб, заморожені – -18...19°C протягом 9 місяців. При цьому кожні 48 годин (для охолоджених) та 1,5 місяці (для заморожених) проводили дослідження загального вмісту мікроорганізмів, патогенних та умовнопатогенних

мікроорганізмів, а також кількісно оцінювали вміст плісняв та дріжджів. Результати досліджень наведені у табл. 5.8, 5.9.

Таблиця 5.8

Мікробіологічні показники охолоджених НБВКРС

Показник	Тривалість зберігання, діб					
	0	1	3	5	7	9
НБВМ						
КМАФАМ, КОЕ/г, не більше 1×10^4	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$6,8 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$0,9 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$
Плісняви та дріжджі, КОЕ/г, не більше 1×10^2	6	12	29	60	89	102
БГКП	не виявлені в 1 грамі					
НБВГ						
КМАФАМ, КОЕ/г, не більше 1×10^4	$1,2 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$	$9,1 \times 10^3$	$0,9 \times 10^4$	$1,14 \times 10^4$
Плісняви та дріжджі, КОЕ/г, не більше 1×10^2	7	13	31	53	79	98
БГКП	не виявлені в 1 грамі					

Таблиця 5.9

Мікробіологічні показники заморожених НБВКРС

Показник	Тривалість зберігання, міс.						
	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9
НБВМ							
КМАФАМ, КОЕ/г, не більше 1×10^4	$1,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$0,9 \times 10^2$	$0,9 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$
Плісняви та дріжджі, КОЕ/г, не більше 1×10^2	6	6	5	5	5	4	3
БГКП	не виявлені в 1 грамі						
НБВГ							
КМАФАМ, КОЕ/г, не більше 1×10^4	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$0,9 \times 10^2$	$0,9 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$	$0,7 \times 10^2$
Плісняви та дріжджі, КОЕ/г, не більше 1×10^2	7	7	6	5	5	4	4
БГКП	не виявлені в 1 грамі						

Аналіз отриманих результатів показав, що у охолоджених НБВКРС розвиток мікроорганізмів мав експоненціальну залежність. Зберігання заморожених НБВКРС протягом 9 місяців призвело до зниження в них кількості КМАФАМ, плісняв та дріжджів.

Отримані результати дозволили рекомендувати до впровадження тривалість зберігання напівфабрикатів білково-вуглеводних не більш 7 діб за температури 0...4°C, та не більш 6 місяців за температури -18...19°C.

Мікробіологічні показники дозволяють прогнозувати зміну органолептичних характеристик та фізико-хімічних показників у процесі зберігання, що, як правило, зумовлено поглинанням харчових речовин продукту остаточною мікрофлорою з метою підтримання власної життєдіяльності.

Одним із важливих показників безпеки напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням овочевого пюре, що впливає на їх нешкідливість для організму, є рівень вмісту гранично припустимих концентрацій солей важких металів [356]. Припустимі значення токсикологічних елементів для концентратів білкових молочних нормуються Національним стандартом України [354]. Нами було досліджено вміст токсикологічних елементів у розроблених напівфабрикатах (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Вміст солей важких металів у НБВМ та НБВГ

Група солей важких металів	ГПК для молочних продуктів, мг/кг, не більше	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре моркви	Напівфабрикат білково-вуглеводний з пюре гарбуза
Свинець	0,3	0,019	0,018
Миш'як	0,2	не виявлений	не виявлений
Кадмій	0,2	не виявлений	не виявлений
Ртуть	0,02	не виявлена	не виявлена
Мідь	4,0	0,11±0,1	0,14
Цинк	50,0	0,61	0,55

Результати досліджень показали, що вміст у напівфабрикатах солей міді, свинцю, ртуті, олова, кадмію не перевищував допустимих норм, що свідчить про хімічну нешкідливість розроблених продуктів.

До складу стабілізатора «Астрі Гель» входять 8 складових з індексом Е (розділ 2), кожна з яких, за умови надмірного надходження до організму, може викликати інтоксикаційні процеси. У відповідності до нормативної документації виробника використання «Астрі гель» рекомендовано концентрацією 4...6%. Раціональний вміст «Астрі гель» у НБВКРС складає 8...12%. Отже дослідження, спрямовані на визначення параметрів гострої токсичності НБВ із використанням стабілізатора «Астрі Гель», є актуальними.

Безпечність харчової добавки підтверджується лише у тому разі, коли вона не викликає гострої та хронічної токсичності, не містить канцерогенних речовин, мутагенів, не володіє тератогенними та гонадотоксичними властивостями [357]. Причому, вирішальне значення має добова кількість таких речовин, яка надходить до організму.

Одне з основних питань, що виникає за токсикологічних досліджень будь-якої речовини – це параметри її гострої токсичності, її потенціальна небезпека. Знання цих параметрів необхідне для встановлення ступеня небезпечності добавки, а також для подальших досліджень, де потрібні відомості щодо максимально переносимих доз. Отримана при цьому інформація про токсичні властивості нової харчової добавки необхідна для визначення коефіцієнта її токсичності: відношення дози, відповідної ЛД₅₀ (доза, за якої гинуть або зазнають нелетальних ефектів від споживання добавки 50% дослідних тварин), до терапевтичної.

Для розрахунку параметрів гострої токсичності НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» нами використовувався програмний пакет Probit Analysis, що рекомендований для такого роду досліджень [358].

Дослід ставили на 170-ти білих лінійних щурах із масою тіла 155...175 г розведення віварію ДЗ «Дніпровська медична академія МОЗ України».

Експериментальних тварин було розділено на 17 груп по 10 голів у кожній. Умови утримання тварин та забезпечення їх харчовим раціоном проходило відповідно до нормативних вимог Міжнародної конвенції: за температури 20...22° С і вологості повітря 40...60% [359].

Попередньо витриманим на голодній дієті (протягом 4...6 годин) тваринам перорально вводили НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» за допомогою металевого зонда з оливою на кінці. НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» вводили одноразово на добу в обсязі гранично допустимому для перорального введення – 1,0...9,0 г на одну тварину або 6,25...56,25 г/кг.

Спостереження за тваринами відбувалося протягом двох тижнів із вивченням клінічної картини гострого експериментального отруєння: безперервно протягом першого дня після введення НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель»; у подальшому – двічі на добу протягом 13 днів.

Реєстрували загальний статус і поведінку тварин, стан нервово-м'язових і вегетативних функцій, шерстного покриву, поїдання корму, споживання води. Особливу увагу приділяли розвитку ознак токсикозу, оцінювали їх тяжкість, час одужання. Загальна клінічна картина експерименту *in vivo* наведена у табл. 5.11.

Клінічна картина після введення НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» у шлунок білим щурам в токсичних і ефективних (не летальних) дозах розвивалася через 10...12 годин. Клінічні симптоми гострого отруєння білих щурів за перорального введення не спостерігалися. Агресивність та періоди збудження, або посилення рухової активності у більшості особин не відзначалися.

У тих же особин, які зазнавали токсичного ефекту, за нетривалим періодом збудження розвивалося різко виражене пригнічення, сонливість. Слід зазначити, що жодна лабораторна тварина не загинула в ході експерименту. Деякі щури лише відчували помірне отруєння через введення максимальних доз НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» (7,5...9,0 г на одного щура).

Таблиця 5.11

Загальна плинність клінічної картини гострої токсичності у щурів при введенні НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель»

№ гр.	Доза		Кількість щурів			Клінічна картина
			усього	із клінічним ефектом		
	г/гол	г/кг		відсутній	спостерігався	
1	1,0	6,25	10	10	0	Відхилень від показників фізіологічної норми немає
2	1,5	9,38	10	10	0	
3	2,0	12,50	10	10	0	
4	2,5	15,63	10	9	1	В одного щура спостерігалось зниження активності
5	3,0	18,75	10	9	1	
6	3,5	21,88	10	9	1	
7	4,0	25,00	10	9	1	
8	4,5	28,13	10	9	1	
9	5,0	31,25	10	8	2	У 2-х щурів виявили млявість, сонливість, пригнічення
10	5,5	34,38	10	8	2	
11	6,0	37,50	10	8	2	
12	6,5	40,63	10	8	2	
13	7,0	43,75	10	8	2	
14	7,5	46,88	10	7	3	У 3-х щурів виявили млявість, сонливість, пригнічення
15	8,0	50,00	10	7	3	
16	8,5	53,13	10	7	3	
17	9,0	56,25	10	7	3	

Токсичність НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» визначали за наступними параметрами: максимально переносимою дозою ЛД₀, середньою летальною дозою ЛД₅₀, також ЛД₁₆ і ЛД₈₄ для встановлення довірчих меж середньої смертельної дози ЛД₅₀ і ЛД₉₉ за допомогою пробіт-аналізу з використанням комп'ютерної програми Probit Analysis v.2.0.0.6.

Дані щодо максимально переносимої (ефективної) дози ЛД₀, середньої смертельної (ефективної) дози ЛД₅₀, також ЛД₁₆ і ЛД₈₄ для встановлення довірчих меж дози ЛД₅₀ наведені у табл. 5.12 і 5.13.

Таблиця 5.12

Вихідні дані для визначення параметрів гострої токсичності НБВ за допомогою ПЗ «Probit Analysis» (у перерахунку на «Астрі Гель»),
n=17, p≥0,05

№ групи	Кількість щурів	Відгук, r	Частка від загальної кількості щурів, P _{emp} (p), %	Доза «Астрі Гель» (d), мг/гол
1	10	0	0,0	100,0±5,0
2	10	0	0,0	150,0±8,0
3	10	0	0,0	200,0±10,0
4	10	1	10,0	250,0±13,0
5	10	1	10,0	300,0±15,0
6	10	1	10,0	350,0±18,0
7	10	1	10,0	400,0±20,0
8	10	1	10,0	450,0±23,0
9	10	2	20,0	500,0±25,0
10	10	2	20,0	550,0±28,0
11	10	2	20,0	600,0±30,0
12	10	2	20,0	650,0±33,0
13	10	2	20,0	700,0±35,0
14	10	3	30,0	750,0±38,0
15	10	3	30,0	800,0±40,0
16	10	3	30,0	850,0±43,0
17	10	3	30,0	900,0±45,0

Таблиця 5.13

Результати визначення параметрів гострої токсичності НБВ
(у перерахунку на «Астрі Гель»), n=17, p≥0,05

Відсоток відгуку, (p%), %	Доза «Астрі Гель» (Dose), г/кг	Доза «Астрі Гель» максимальна (D _{max}), г/кг	Доза «Астрі Гель» мінімальна (D _{min}), г/кг
1,0	0,81	1,76	0,03
16,0	4,75	6,74	2,88
50,0	17,87	174,92	10,43
84,0	67,20	713,01	24,06
99,0	395,95	854,88	71,55

На рис. 5.2 наведений графік, що виражає залежність «ефект-доза» після споживання щурами НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель».

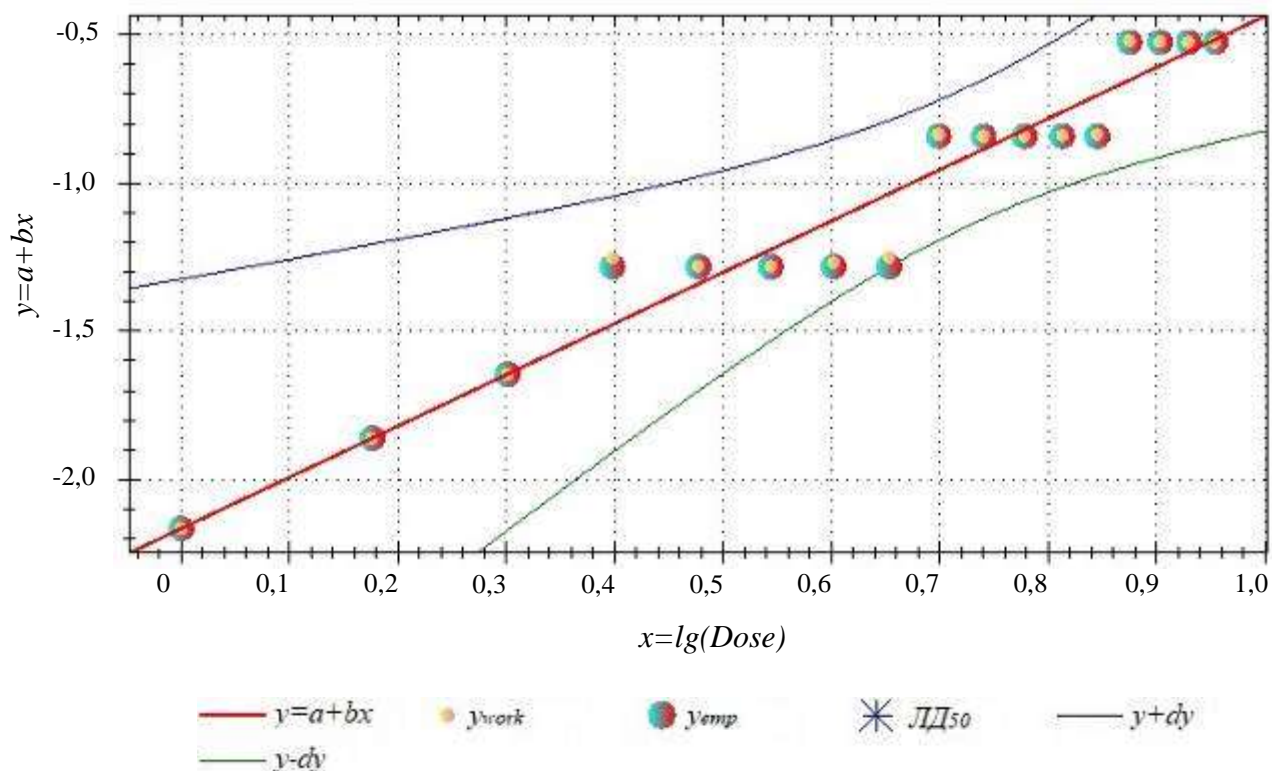


Рис. 5.2. Залежність проявленого ефекту «ефект-доза» після споживання щурами НБВ зі стабілізатором «Астрі Гель» від кількості стабілізатора

По осі абсцис відкладено логарифми доз стабілізатора «Астрі Гель», а по осі ординат – значення пробіт. Пряма лінія, яка проведена через знайдені точки, шляхом інтерполяції дозволяє визначити LD_{50} або будь-яку іншу дозу, при якій спостерігається ефект.

Експериментальні точки пробіт збігаються повністю з розрахунковими, що підтверджує 95%-ву достовірність результатів дослідження.

Отримані результати Probit-аналізу дозволяють встановити ступінь безпечності стабілізатора харчових систем «Астрі Гель» у відповідності до даних, наведені у табл. 5.14 [360].

Чим вище значення LD_{50} , тим нижча гостра токсичність харчової добавки. За результатами експерименту було встановлено, що середнє значення LD_{50} для стабілізатора харчових систем «Астрі Гель» відповідає

17,87 г/кг. Отже, згідно табл. 5.14, клас його токсичності п'ятий, тобто він практично нетоксичний [361].

Таблиця 5.14

Токсичність речовин у залежності від значення ЛД₅₀

Клас токсичності	ЛД ₅₀ , мг/кг	Характеристика токсичності
1-й	Менше 5	Надзвичайно токсичні
2-й	5...49	Високотоксичні
3-й	50...499	Помірно токсичні
4-й	500...4999	Малотоксичні
5-й	Більше 5000	Практично нетоксичні

Таким чином, проведені дослідження свідчать про високу якість розроблених напівфабрикатів, їх мікробіологічну та хімічну нешкідливість, що дозволяє рекомендувати їх для приготування широкого спектру продукції у закладах ресторанного господарства.

Дослідження органолептичних показників охолоджених НБВКРС

Під час дослідження органолептичних показників напівфабрикати зберігали при 0...4° С протягом 7 діб.

Дані, що отримані в ході дослідження, приведені на рис. 5.3 - 5.4.

На рис. 5.3 наведено залежність зміни органолептичних показників – смаку та консистенції нових продуктів в залежності від тривалості зберігання.

Аналіз наведених даних показав, що зберігання напівфабрикатів протягом 7 діб не дуже вплинуло на смак продукту з використанням пюре з моркви. Помітне погіршення смаку відмічалось у зразках із використанням пюре з гарбуза [362]. В даному випадку оцінка за смак знизилась на 1,4 бали.

Результати досліджень консистенції свідчать, що максимальні зміни консистенції (на 2,6 бали) на 7 добу зберігання відбувались у зразках із додаванням пюре з моркви.

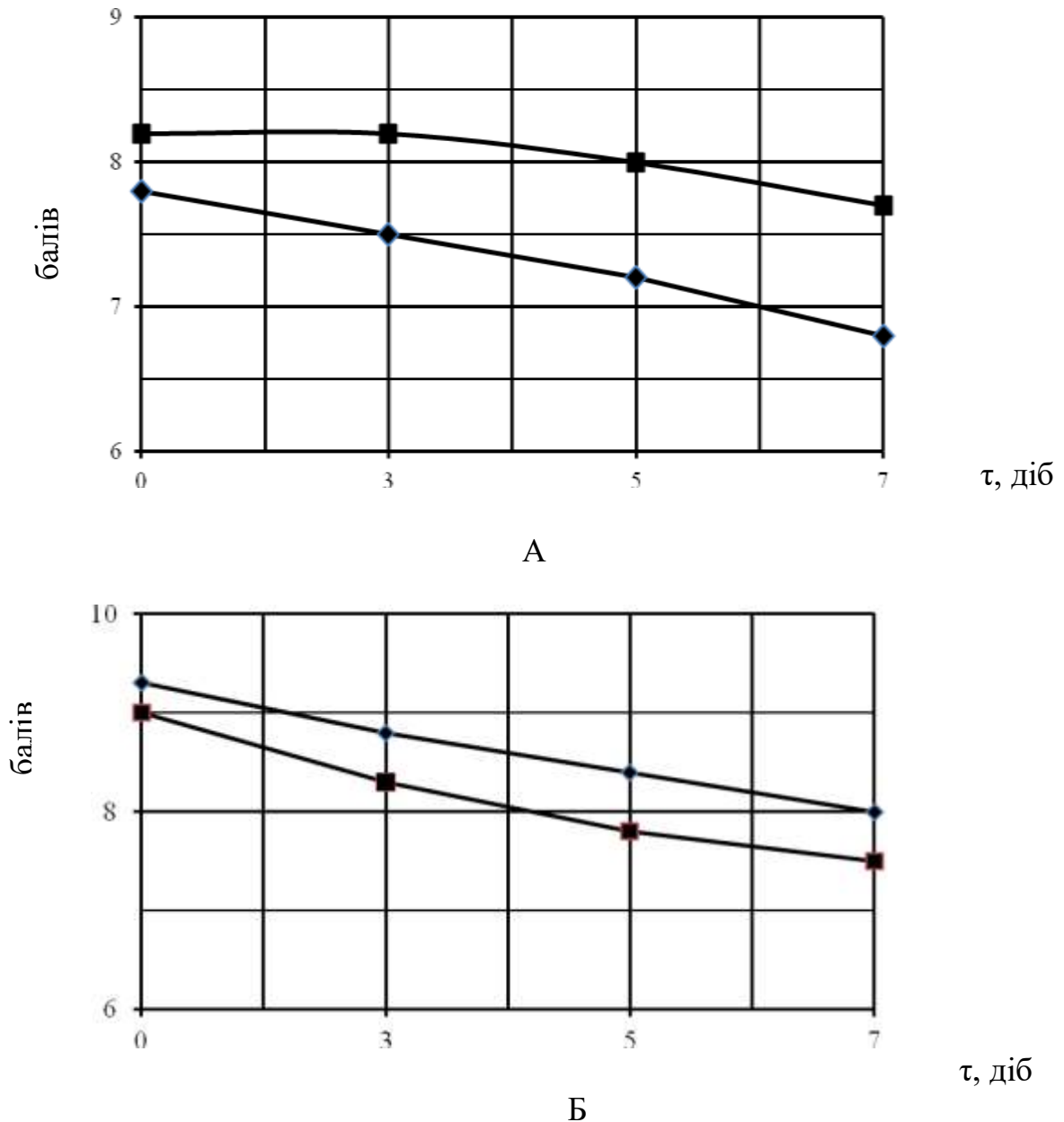


Рис. 5.3. Зміна органолептичних показників охолоджених напівфабрикатів під час зберігання: смаку (А), консистенції (Б):

■ НБВМ; ◆ НБВГ

Вагомим показником, що обумовлює консистенцію готового продукту є гранична напруга зсуву (ГНЗ). Дослідження змін у процесі зберігання ГНЗ [363] дозволило зробити висновок, що незалежно від виду пюре, що вносили, всі зразки характеризувались зниженням цього показника протягом всього терміну зберігання (рис. 5.4), що, ймовірно, пов'язано зі зменшенням вологості продуктів за рахунок випаровування вільної води.

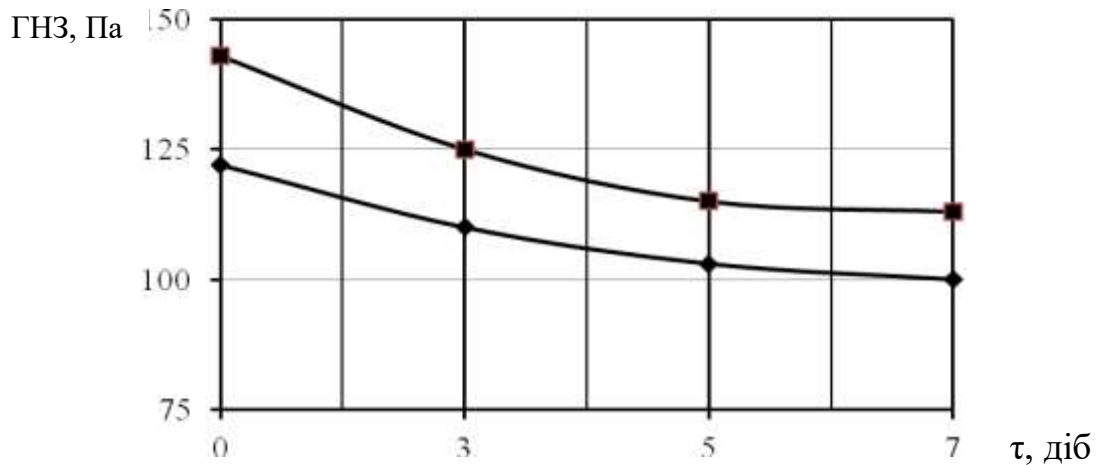


Рис. 5.4. Зміна граничної напруги зсуву напівфабрикатів під час зберігання:

■ НБВМ; ◆ НБВГ

Даний факт багато у чому обумовлений погіршенням консистенції зразків, оскільки погіршення консистенції призвело до порушення структури продуктів, а отже, і до зміни структурно-механічних властивостей.

Для визначення змін органолептичних показників якості заморожених НБВКРС під час тривалого зберігання були проведені дослідження, направлені на розробку шкали сенсорної оцінки, що представлена графічно у вигляді окремих дескрипторів на кругових органолептичних профілях [364]. Для оцінки органолептичних показників було обрано 22 дескриптори. Вісі на діаграмі відповідають обраним дескрипторам, величина кожної зі складових органолептичної оцінки відзначена на відповідній вісі за п'ятибальною системою.

Органолептичні показники оцінювали за шкалою сенсорної оцінки через кожен місяць на протязі 9 місяців зберігання. Органолептичні профілі заморожених НБВКРС після їх зберігання протягом 6 і 9 місяців наведені на рис. 5.5.

Як свідчать дані рисунків, протягом 6 місяців зберігання органолептичні показники НБВКРС залишалися майже незмінними. На 7 місяці відзначалося погіршення смаку та запаху НБВКРС, а саме зменшилися насиченість, чистота, натуральність і відповідність використаній сировини. На 9 місяці зберігання були відзначені вади зовнішнього вигляду, а саме знизилась гладкість поверхні і блиск, була відзначена поява незначної кількості завітрянних ділянок і випресованої вологи.

Таким чином, на основі проведених досліджень було зроблено висновок про доцільність зберігання заморожених НБВКРС за температури -18...-19°C на протязі 6 місяців.

Метою подальших досліджень є визначення показників якості розроблених НБВКРС.

Дослідження кольорових характеристик напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини

За допомогою спектрального методу можна отримати спектри відбиття для непрозорих речовин та матеріалів вимірюванням спектрального коефіцієнта дифузійного відбиття R_{λ} (reflection) [365].

На рис. 5.6 наведені спектри відбиття НКК зі сколотин, пюре з моркви та НБВМ. Крива спектрального коефіцієнта відбиття містить інформацію про те, що колір зразка відповідає кольоровому тону випромінювання саме тієї ділянки спектру, де об'єкт найбільше відбиває світло, а насиченість світла, що сприймається, відповідає ступеню селективності відбиття, тобто крутості кривої спектрального коефіцієнта відбиття.

Як свідчать отримані дані, хід кривої зразка пюре з моркви (№2) визначається низькими коефіцієнтами відбиття R_f , які знаходяться у межах 0...0,23. Це вказує на темний колір зразка.

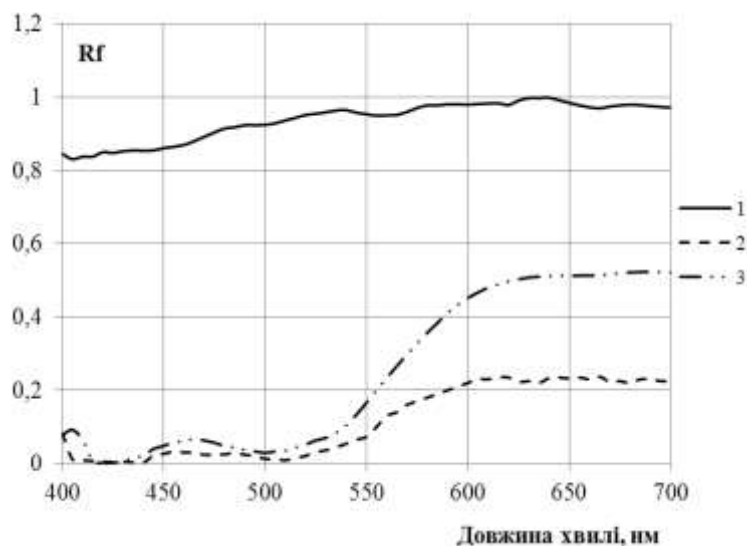


Рис. 5.6. Спектри відбиття зразків: 1 – НМК зі сколотин,
2 – пюре з моркви, 3 – НБВМ

Додавання до моркви копреципітату (крива № 1) у визначеній кількості вплинуло на підвищення значень коефіцієнта відбиття практично у 2...2,5 рази та появу більш інтенсивного відбиття при довжинах хвиль, що відповідають червоному діапазону видимої області спектру, для якого домінуючий тон, або домінуюча довжина хвилі, знаходиться у межах 600...700 нм (крива № 3).

Розраховані кольоропараметричні характеристики дослідних зразків показали, що домінуюча довжина хвилі для зразка пюре з моркви складає 591,6 нм, їй відповідає червоний діапазон видимого світла; чистота кольору дорівнює 83,0 %, тобто вказує на значний внесок визначеної складової спектру у загальний колір зразка, тому спектральний колір (домінуючий тон) зразка визначається як оранжевий. Яскравість складає 39,9 % (табл. 5.15).

Додавання до моркви копреципітату (зразок № 2) у визначеній кількості зменшило величину домінуючої довжини хвилі до 587,0 нм у порівнянні із зразком моркви, таким чином, спектральний колір (або домінуючий тон) зсунувся у бік жовтого діапазону видимого світла і характеризується як жовто-оранжевий.

Таблиця 5.15

Кольорові характеристики дослідних зразків ($S_r= 0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Зразки		
	№1	№2	№3
Система CIEXYZ			
x	0,323	0,471	0,528
y	0,342	0,424	0,399
Домінуюча довжина хвилі, нм	574,2	585,0	591,6
Яскравість, %	34,2	42,4	39,9
Чистота кольору, %	8,9	77,1	83,0
Спектральний колір (домінуючий тон)	Зелено- жовтий	Жовто- оранжевий	Оранжевий
Система CIELab			
L*	98,3	54,3	30,1
a*	-1,07	10,60	35,42
b*	6,82	30,80	53,93

Також відбулося часткове зменшення параметру «Чистота кольору» до 77,1 %, тобто внесок червоної складової спектру у загальний колір зразка зменшився. Яскравість суміші склала 42,4 %.

Досліджені також спектральні характеристики НКК зі сколотин, НБВГ, пюре з гарбуза (рис. 5.7).

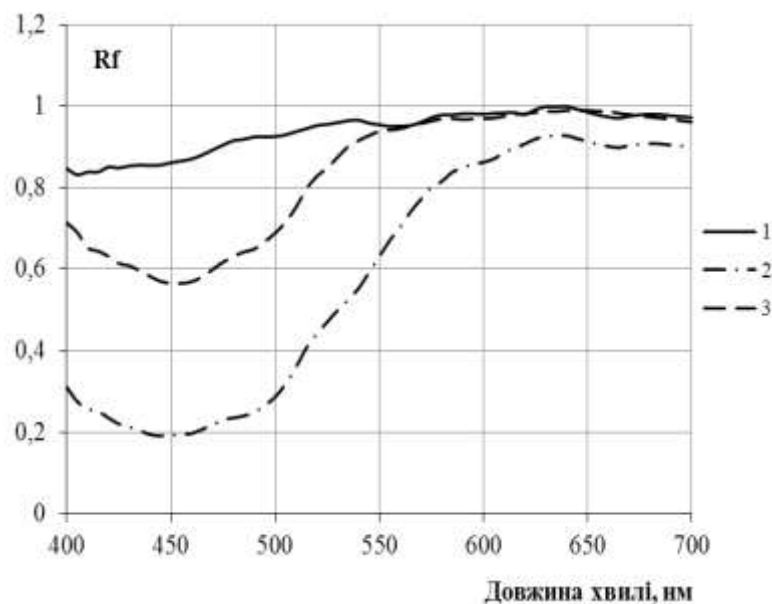


Рис. 5.7. Спектри відбиття зразків: 1 – копреципітат зі сколотин, 2 – НБВГ, 3 – пюре з гарбуза

Загальна характеристика отриманих спектрів відбиття зразків є наступною. Коефіцієнти відбиття зразка №1 (копреципітат зі сколотин) знаходяться у межах $0,8 \dots 1$, спектральна крива не має селективного відбиття на всьому діапазоні видимого світла, що свідчить про наближення кольору зразка до білого.

Спектральна крива зразка №3 (пюре з гарбуза) має незначне відбиття у діапазоні $400 \dots 500$ нм, втім є інтенсивне відбиття при довжинах хвиль, що відповідають жовто-червоному діапазону видимої області спектру, для якого домінуючий тон, або домінуюча довжина хвилі, знаходиться у межах $550 \dots 700$ нм.

Коефіцієнти відбиття НБВГ (зразок №2) займають проміжне значення між такими, що виміряні для вихідної сировини (копреципітату та пюре з гарбуза), тобто спектральні характеристики обох зразків подібні між собою. Втім, кількісні значення коефіцієнтів відбиття для зразка №2 у діапазоні $400 \dots 550$ нм майже у тричі вищі.

Для отримання об'єктивної оцінки кольору дослідних зразків використовували системи CIEXYZ, CIELab. Між двома системами є взаємозв'язок через математичні перетворення, тому показники кольору за системою Хантера можна отримати, якщо відомі координати X, Y, Z за системою МКО.

Розраховані координати кольоровості x (0,323), y (0,342) в системі CIEXYZ вказують на практично однаковий внесок базових кольорів у загальний колір зразка №1, таким чином, колір наближається до білого. На це вказує також і низьке значення параметру «чистота кольору» – 8,9 %. Чистота кольору – колориметрична величина, що показує міру вираження колірному тону в цьому кольорі; вона дорівнює відношенню яскравості монохроматичного випромінювання до суми яскравостей монохроматичного випромінювання і пучка білого світла. Найбільшою чистотою характеризуються монохроматичні кольори, ахроматичні кольори мають

чистоту, що дорівнює нулю. Таким чином, колір зразка відноситься до ахроматичного білого зі слабовираженим жовто-зеленим відтінком.

Параметри, отримані за системою CIELab, дозволяють зробити аналогічні висновки (табл. 5.16).

Таблиця 5.16

Кольорові характеристики дослідних зразків ($S_r= 0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Зразки		
	№1	№2	№3
Система CIEXYZ			
x	0,323	0,351	0,402
y	0,342	0,367	0,389
Домінуюча довжина хвилі, нм	574,2	577,4	582,6
Яскравість, %	34,2	36,7	38,9
Чистота кольору, %	8,9	28,3	50,1
Спектральний колір (домінуючий тон)	Зелено-жовтий	Жовтий	Жовто-оранжевий
Система CIELab			
L*	98,3	96,9	92,2
a*	-1,07	1,17	13,42
b*	6,82	21,66	39,00

Параметр L (яскравість), який змінюється у межах 0...100, де 0 – чорний, 100 – безбарвний (білий), дорівнює 98,3; параметр a (<0 - зелений, >0 - червоний) дорівнює -1,07, тобто є незначний внесок зеленої складової кольору; параметр b (<0 – синій, >0 – жовтий) дорівнює 6,82, тобто вказує також на незначний внесок жовтої складової кольору.

Збільшення параметрів a і b для зразка пюре з гарбуза та зразка копреципітату зі сколотин свідчать про збільшення внеску червоної і жовтої складової у загальний колір цих зразків.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що НБВМ має більш високі значення параметрів «чистота кольору», «домінуюча довжина хвилі», «a*» і «b*» у порівнянні із НБВГ, що свідчить про інтенсивний насичений колір зразка. Високі значення параметру «L*» для НБВГ вказує на значний внесок білого кольору у загальний колір зразка і характеризує його як світло-жовтий на відміну від жовто-оранжевого кольору НБВМ.

Кольоропараметричні характеристики дослідних зразків визначали також після зберігання (рис. 5.8).

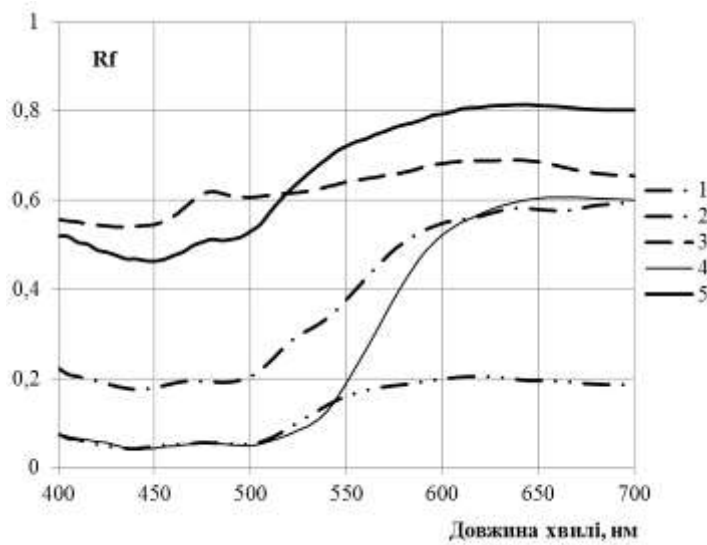


Рис. 5.8. Спектри відбиття зразків після зберігання: 1 – пюре з моркви, 2 – пюре з гарбуза, 3 – НКК зі сколотин, 4 – НБВМ, 5 – НБВГ

За отриманими спектрами відбиття розраховали основні параметри (табл. 5.17).

Таблиця 5.17

Кольорові характеристики дослідних зразків за системами CIEXYZ та CIELab ($S_r=0,05$, $n=5$, $p=0,95$)

Параметр	Зразки				
	№1	№2	№3	№4	№5
Система CIEXYZ					
x	0,522	0,415	0,464	0,433	0,359
y	0,397	0,386	0,410	0,411	0,366
Домінуюча довжина хвилі, нм	591,5	585,0	585,5	582,5	580,2
Яскравість, %	39,7	38,6	41,0	41,1	36,6
Чистота кольору, %	81,3	52,0	72,0	65,0	30,4
Спектральний колір (домінуючий тон)	оранжевий	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий
Система CIELab					
L*	58,0	68,7	84,7	44,6	86,7
a*	36,46	15,31	4,43	9,45	4,54
b*	54,56	32,07	8,36	30,98	20,70

Порівнюючи дані до і після зберігання, необхідно відмітити, що кольоропараметричні характеристики для зразків пюре з моркви практично не змінилися, для зразків пюре з гарбуза спостерігається незначне зростання внеску червоної складової кольору у загальний колір зразка після зберігання, яке характеризується незначним зсувом параметру «домінуюча довжина хвилі» у червону область спектру з 582,6 нм до 585,0 нм та співвідношенням a^*/b^* , яке зростає з 0,344 до 0,477, тобто збільшується на 28 % від попереднього значення. При цьому зменшується параметр L^* з 92,3 до 68,7, що вказує на потемніння зразка.

Під час зберігання копреципітату зі сколотин спостерігається збільшення внеску жовтої і червоної складової кольору у загальний колір зразка, про це свідчить зростання параметрів: a^* – з 1,07 до 4,43; b^* – з 6,82 до 8,36, «домінуюча довжина хвилі» – з 574,2 нм до 585,5 нм, а також зменшення параметру L^* з 98,3 до 74,8.

Для зразків НБВМ після зберігання розраховані параметри практично не змінилися, окрім чистоти кольору – з 77,1% до 65,0 %.

Для зразків НБВГ після зберігання спостерігається збільшення внеску червоної складової кольору у загальний колір зразка, про це свідчить зростання параметру a^* з 1,17 до 4,54, а також збільшення співвідношення a^*/b^* у 4 рази від попереднього значення.

Таким чином, за визначеними кольоровими характеристиками встановлено, що додавання пюре з моркви та з гарбуза у визначених кількостях дозволяє отримувати продукцію з високими споживчими властивостями.

Отримання кількісних характеристик кольору за допомогою вимірювання спектрів відбиття можна вважати експрес-методом, що суттєво зможе полегшити роботу спеціалістів при підборі рецептурних компонентів, визначенні умов технологічної переробки фруктів та овочів, а також впливу зберігання на якісні показники.

5.1.4 Дослідження вологоутримуючої здатності напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини. Одним із важливих фізико-хімічних показників, що характеризують якість напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини, є вологоутримуюча здатність.

При надлишковому виділенні води в процесі розморожування НБВКРС можемо мати втрати ваги, що є збитковим для виробництва, а при збереженні даної тенденції вже на стадії механічного формування страв і кулінарних виробів на основі розроблених напівфабрикатів це може призвести до втрати товарного вигляду готової продукції і зниження її органолептичних показників. Тому були проведені дослідження ВУЗ розроблених НБВКРС (табл. 5.18). Зразки досліджували свіжовиготовлені і після заморожування.

Таблиця 5.18

Вологоутримуюча здатність НБВКРС, %

Назва продукту	Параметри зберігання		
	свіжо- виготовлений	t=0...4°C, τ=7 діб	t=-18...-19°C, τ=6 міс.
Контроль	55,4±2,7	51,3±2,5	48,7±2,4
НБВМ	77,6±3,8	76,5±3,8	75,3±3,7
НБВГ	93,1±4,6	92,2±4,6	91,6±4,0

Отримані дані показали, що розроблені напівфабрикати характеризуються ВУЗ вищою, ніж в контролі, в 1,4...1,7 рази. Під час зберігання ВУЗ контрольного зразка знижується на 3,1...6,7%, НБВМ – на 1,1...2,3%, НБВГ – на 0,9...1,5%. На наш погляд, це пояснюється високим вмістом пектинових речовин у пюре з овочів, що входять до НБВКРС, складовими стабілізатора «Астрі Гель», які мають здатність до комплексоутворення зі складовими НККС. При цьому НБВГ має вищу ВУЗ в 1,2 рази, ніж НБВМ за рахунок вищого вмісту пектину в складі гарбуза.

Результати дослідження дозволяють зробити висновок про позитивний вплив вуглеводневої складової рослинних компонентів та стабілізатора «Астрі-Гель» на вологоутримуючу здатність НБВКРС за рахунок зв'язування вільної вологи молочно-білкової складової, що при проведенні циклу технологічних операцій – охолодження або заморожування, зберігання та розморожування, сприятиме зменшенню втрат цієї сировини понад нормативних показників та забезпечить високі органолептичні показники продукції на основі НБВКРС.

При цьому треба зауважити, що отримані дані не дають остаточної інформації про зміну ВУЗ, а відповідно, і якість страв і кулінарних виробів з НБВКРС під час теплової обробки, оскільки необхідно враховувати здатність окремих інгредієнтів кулінарних виробів, до складу яких будуть вводитися НБВКРС, зв'язувати вологу.

5.1.5. Технології страв із використанням НБВКРС. Обґрунтовані у попередніх розділах технології НБВМ та НБВГ на основі копреципітату зі сколотин є маловідхідними, ресурсозберігаючими, основанийими на використанні натуральної сировини та нескладними у виконанні. Виробництво розроблених напівфабрикатів можливо здійснювати як на підприємствах молочної промисловості, так і у закладах ресторанного господарства. Однак, оскільки основною сировиною розроблених НБВМ та НБВГ є відносно дешева БВМС, транспортування її з молочних заводів у заклади ресторанного господарства може значно збільшити вартість напівфабрикатів. У зв'язку з цим доцільно виготовляти розроблені продукти на молочних заводах, а потім використовувати їх як напівфабрикати високого ступеня готовності у закладах ресторанного господарства.

НБВМ та НБВГ, що поступають до закладів ресторанного господарства, за вимогами якості повинні відповідати ТУ У 15.5–01566330-188:2010 «Молочно-білкові креми зі сколотин» (Додаток Г). Прийом виробів проводять партіями. Кожна партія має супроводжуватися документом встановленої форми, що засвідчує її якість та безпеку.

НБВМ та НБВГ надходять у заклади ресторанного господарства шприцьованими в оболонку з целофану, поліетилену або інших матеріалів, дозволених МОЗ України до контакту з харчовими продуктами, і запакованими у транспортну тару – пластмасові ящики.

Зберігають НБВМ та НБВГ в холодильних камерах (охолоджені – за температури 0...4°C, відносної вологості повітря 80...85%; заморожені – за температури -18...-19°C, відносної вологості повітря 80...85%).

Результати дослідження якісних характеристик НБВМ та НБВГ дозволили визначити основні напрямки їх використання у виробництві продукції ресторанного господарства і дати рекомендації з їх застосування в конкретних технологіях страв [300].

Застосування НБВКРС можливе у чотирьох напрямках: для приготування солодких, борошняних страв, борошняних кулінарних виробів та приготування других страв. Оскільки розроблені напівфабрикати є напівфабрикатами високого ступеня готовності, приготування кулінарної продукції на їх основі і з використанням здійснюється за наступною технологічною схемою: розморожування (у випадку використання заморожених напівфабрикатів), вивільнення з целофанової оболонки, поєднання та перемішування підготовлених напівфабрикатів із рецептурними компонентами, або додавання їх у якості начинки, формування, теплової обробка, порціонування, оформлення та реалізація.

На рис. 5.9, як приклад, представлено технологічну схему молочно-білкового крему із використанням НБВМ та НБВГ.

Попередня підготовка НБВКРС перед використанням: охолоджені напівфабрикати звільняють від оболонки, заморожені – попередньо розморожують на повітрі в оболонці до температури в центрі батону 2...5°C, після чого звільняють від оболонки.

Технології приготування та рецептури кремів білково-вуглеводних обґрунтовані та наведені у попередніх розділах.

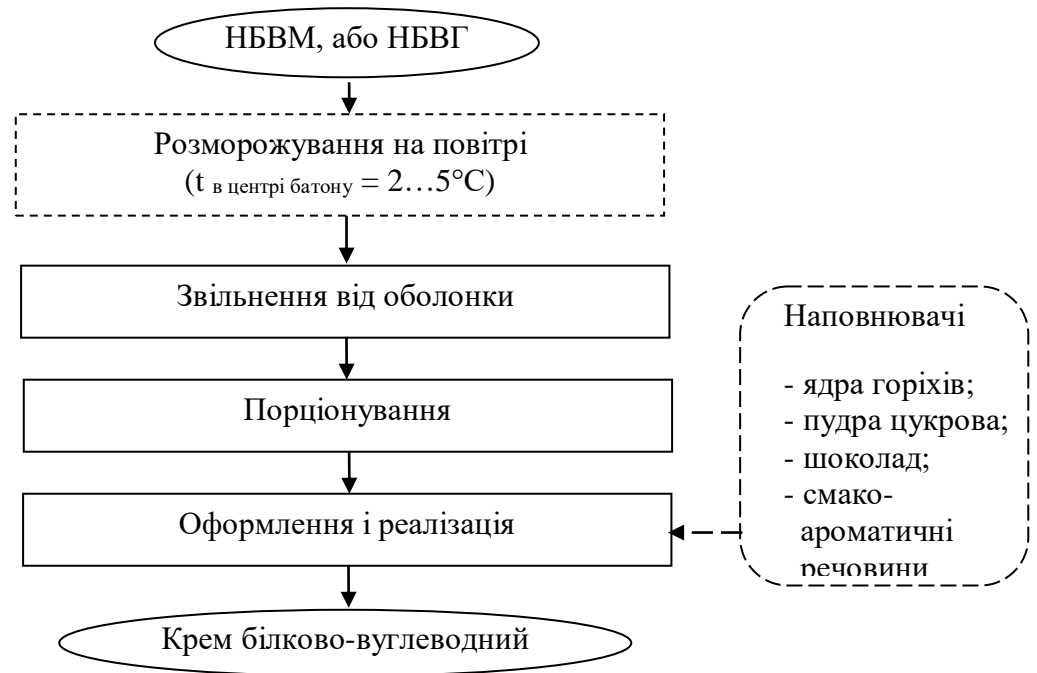


Рис. 5.9. Технологічна схема приготування крему білково-вуглеводного

Також, у відповідності до напрямків використання НБВКРС, розроблено ряд окремих технологій страв і кулінарних виробів на основі та з їх використанням. Технологічні схеми та рецептури розроблених виробів представлені у додатку Д.

5.2. Технологія структурованої десертної продукції на основі БВМС та її УФ-ретентатів

5.2.1. Технологічні схеми виробництва структурованої десертної продукції на основі УФ-ретентатів БВМС. На основі серії попередніх досліджень та, спираючись на досвід вітчизняних та зарубіжних дослідників, було розроблено принципову технологічну схему виробництва напівфабрикатів для структурованої десертної продукції на основі УФ-похідних БВМС (рис. 5.10) [366-370].

Технологічний процес містить у собі наступні стадії:

- підготовка рецептурних компонентів;
- отримання напівфабрикату «Структуруюча основа»;

- отримання напівфабрикату «Молочно-цукрова суміш»;
- приготування напівфабрикатів для структурованої десертної продукції на основі УФ-ретентатів знежиреного молока (НСДП УФРЗМ) та сколотин (НСДП УФРС).

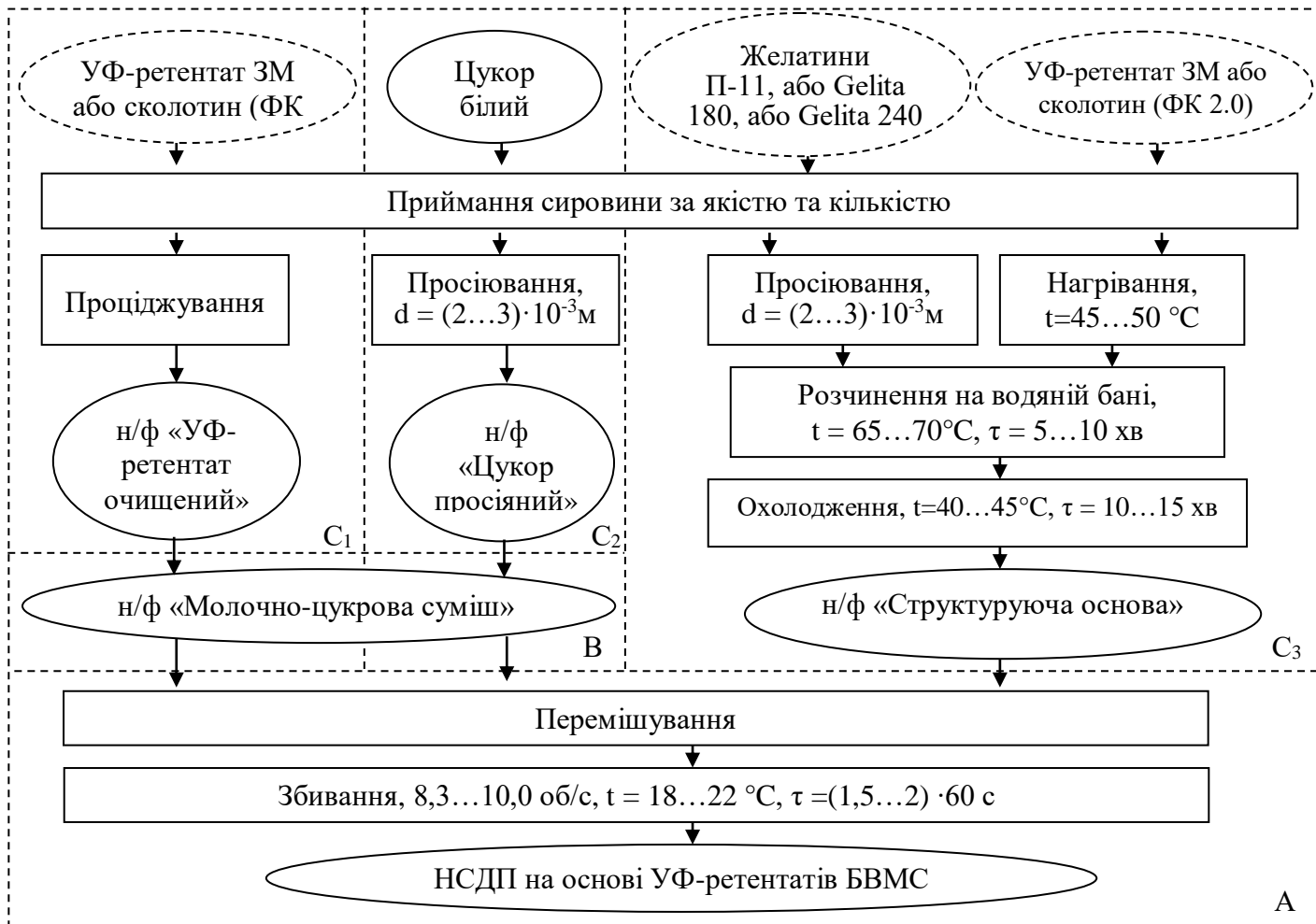


Рис. 5.10. Принципова технологічна схема приготування НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС

Підсистеми С1 – С2 націлені на очищення вхідної сировини (УФ-ретентатів БВМС, цукру білого та желатинів) від сторонніх механічних домішок для отримання кінцевого продукту належної якості.

Підсистема С3 – «Отримання напівфабрикату «Структуруюча основа» передбачає розведення желатинів П-11, Gelita 180 або Gelita 240 в УФ-похідних БВМС ($t = 45...50 \text{ }^\circ\text{C}$), розчинення їх на водяній бані та охолодження

отриманого розчину до температури 18...22°C для подальшого з'єднання з іншими компонентами.

Підсистема В «Отримання напівфабрикату «Молочно-цукрова суміш» передбачає змішування підготовлених компонентів (УФ-ретентату БВМС, цукру та розчину желатину).

Підсистема А «Отримання «НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС» передбачає з'єднання напівфабрикатів «Структуруюча основа» та «Молочно-цукрова суміш», збивання міксером за температури 18...22°C протягом 1,5...2 хв, що забезпечує рівномірний розподіл пухирців повітря у системі та утворення піноподібної структури.

Розроблені напівфабрикати є нетрадиційними новими продуктами, використання яких передбачається у приготуванні структурованої десертної продукції. Тому необхідно дослідити їх харчову, біологічну цінність, органолептичні та функціонально-технологічні властивості. Як контроль використовували «Крем ванільний зі сметани» (рецептура №973 [371]).

5.2.2 Дослідження харчової та біологічної цінності НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС. Результати органолептичної оцінки НСДП на основі УФ-похідних БВМС наведено у табл. 5.19.

Таблиця 5.19

Органолептичні показники НСДП на основі УФ-похідних БВМС

Найменування показника	Характеристика		
	Контроль	НСДП УФРЗМ	НСДП УФРС
Зовнішній вигляд	Пухка, однорідна, жельована маса	Однорідна, ніжна, пластична, дещо жельована маса	Однорідна, ніжна, пластична, злегка жельована маса
Колір	Однорідний, білий	Однорідний, від білого до білого з кремовим відтінком	Однорідний, від білого до білого з кремовим відтінком
Консистенція	Однорідна, піноподібна	Однорідна, ніжна, драгледоподібна	Однорідна, ніжна, драгледоподібна
Запах та смак	Чисті, кисломолочні, характерні для молочної сироватки, солодкий смак	Чисті, характерні для молочних продуктів, без сторонніх присмаків і запахів, солодкий смак	Чисті, характерні для молочних продуктів, без сторонніх присмаків і запахів, солодкий смак

Отримані дані (табл. 5.19) підтверджують високий рівень розроблених НСДП. Консистенція отриманих зразків є придатною для використання їх у приготуванні структурованої десертної продукції. Молочний запах та солодкий смак характерні для цієї групи кулінарної продукції [372].

Висока органолептична оцінка розроблених НСДП буде сприяти їх широкому використанню у технологіях структурованої десертної продукції в ЗРГ.

Результати дослідження хімічного складу розроблених напівфабрикатів у порівнянні із контролем наведено у табл. 5.20.

Таблиця 5.20

Хімічний склад НСДП на основі УФ-похідних БВМС

Зразок	Вміст, %					Енергетична цінність, ккал/100г
	Сухі речовини, %	в т.ч.				
		білки	жири	вуглеводи	зола	
Контроль	41,6	2,3	16,1	22,5	0,7	244,1
НСДП УФРЗМ	22,5±1,1	5,5±0,2	0,2±0,01	15,6±0,7	0,6±0,03	86,2
НСДП УФРС	21,6±0,9	5,3±0,2	1,1±0,05	13,7±0,6	0,6±0,03	86,0

На підставі даних табл. 5.20 можна стверджувати, що НСДП на основі УФ-похідних БВМС у порівнянні з контролем мають нижчу калорійність на 48...50%, меншу масову частку жиру на 15,0...15,9%, з одночасним збільшенням кількості білка на 2,0...2,2 %. Завдяки чому розроблені НСДП можуть застосовуватися у дитячому, дієтичному та лікувальному-профілактичному харчуванні. Як продукт функціонального харчування НСДП на основі УФ-похідних БВМС можна вживати при необхідності збагачення раціону білком без збільшення калорійності та зменшення вмісту жиру.

Оскільки розроблені НСДП є продуктами з підвищеним вмістом білка, перед нами стала задача дослідити амінокислотний склад їх білків (табл. 5.21).

Таблиця 5.21

Амінокислотний склад НСДП на основі УФ-похідних БВМС,
% на натуральну речовину ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Назва амінокислоти	Контроль	НСДП УФРЗМ	НСДП УФРС
1	2	3	4
Незамінні амінокислоти	0,83	2,33	2,19
в тому числі			
валін	0,14	0,31	0,29
ізолейцин	0,11	0,32	0,30
лейцин	0,19	0,51	0,50
лізин	0,15	0,42	0,40
метіонін	0,03	0,14	0,13
треонін	0,09	0,26	0,24
триптофан	0,02	0,09	0,07
фенілаланін	0,10	0,28	0,26
Замінні амінокислоти	1,44	3,16	3,08
в тому числі			
аланін	0,14	0,15	0,14
аргінін	0,16	0,21	0,19
аспарагінова кислота	0,27	0,35	0,34
гістидин	0,07	0,15	0,13
глутамінова кислота	0,37	1,15	1,13
пролін	0,08	0,38	0,38
серин	0,13	0,29	0,29
тирозин	0,09	0,28	0,28
цистін	0,07	0,13	0,13
гліцин	0,06	0,07	0,07
Загальна кількість АК	2,27	5,49	5,27

Як показує аналіз табл. 5.21, у розроблених НСДП ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, в тому числі всі незамінні. Частка незамінних амінокислот складає 42,4% у напівфабрикаті на основі УФРЗМ та 41,6% у напівфабрикаті на основі УФРС, що на 5,8% та 5,0% відповідно вище, ніж у контрольному зразку. У складі незамінних амінокислот відмічається

підвищена кількість лейцину, лізину, метіоніну, серед замінних – аспарагінової та глютамінової кислот [373].

Оскільки, біологічна цінність білків харчових продуктів визначається відповідністю скора незамінних амінокислот їх білків стандарту ФАО/ВООЗ, то з метою визначення біологічної цінності розроблених напівфабрикатів обчислювали амінокислотний скор і порівнювали його зі стандартом (табл. 5.22).

Таблиця 5.22

Амінокислотний скор НСДП на основі УФ-похідних БВМС

Назва амінокислоти	Вміст амінокислот, мг на 1 г білків (ФАО/ВООЗ)	% до стандарту		
		Контроль	НСДП УФРЗМ	НСДП УФРС
1	2	3	4	5
Ізолейцин	40	120	145	142
Лейцин	70	119	133	136
Метіонін + цистін	35	125	141	140
Лізін	55	120	139	138
Фенілаланін + тирозин	60	139	170	171
Треонін	40	99	118	114
Валін	50	123	113	110
Триптофан	10	88	163	133

Аналіз отриманих даних свідчить, що в білках обох напівфабрикатів лімітуючі амінокислоти відсутні, для контрольного зразка амінокислотою, лімітуючою біологічну цінність, є триптофан.

Результати дослідження мінерального складу НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС наведені у табл. 5.23.

Таблиця 5.23

Мінеральний склад НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС

Мінеральні речовини	Вміст (у 100г продукту)		
	Контроль	НСДП УФРЗМ	НСДП УФРС
Макроелементи, мг			
калій	84,6	166,5±4,2	169,3±4,2
кальцій	71,0	164,0±3,6	171,4±4,8
магній	7,1	40,9±0,5	48,7±0,7
натрій	47,4	49,3±1,2	51,8±1,3
сірка	21,9	1,52±0,1	1,5±0,1
фосфор	64,9	238,8±3,4	240,4±3,5
хлор	62,7	54,4±1,4	9,5±0,2
Мікроелементи, мкг			
залізо	0,4	137,7±3,4	143,0±3,6
йод	6,4	19,4±0,5	8,5±0,2
кобальт	0,4	0,6±0,1	0,5±0,1
марганець	6,4	3,9±0,1	3,3±0,1
мідь	16,8	6,5±0,2	6,9±0,1
цинк	0,28	249,0±3,7	210,5±0,2

Результати досліджень свідчать, що мінеральний склад НСДП на основі УФ-похідних БВМС суттєво відрізняється від контрольного зразка. Розроблені напівфабрикати характеризується високим вмістом кальцію, фосфору та магнію (в 3...5 разів більше у порівнянні з контролем). Це, ймовірно, пов'язано з тим, що в процесі ультрафільтраційного концентрування із підвищенням вмісту білка у концентраті підвищується вміст кальцію та фосфору, зв'язаних із білками, а також колоїдного фосфату кальцію. Збалансованість за вмістом Са:Р розроблених сумішей дорівнює 1:1,45, тобто дуже близька до оптимальної.

Досліджували вітамінний склад розроблених напівфабрикатів. Результати досліджень наведені у табл. 5.24.

Таблиця 5.24

Вітамінний склад НСДП на основі сколотин та їх УФ-концентрату

Вітаміни	Вміст (у 100г продукту)		
	Контроль	НСДП УФРЗМ	НСДП УФРС
1	2	3	4
Вітамін А, мг	0,02	0,05±0,01	0,14±0,01
β-Каротин, мг	0,03	0,03±0,01	0,03±0,01
Вітамін D, мкг	0,02	0,11±0,01	0,12±0,01
Вітамін Е, мг	0,04	0,1±0,01	0,11±0,01
Вітамін С, мг	0,38	0,46±0,01	0,56±0,01
Вітамін В ₆ , мг	0,05	0,07±0,01	0,08±0,01
Вітамін В ₁₂ , мкг	0,3	0,67±0,01	0,69±0,01
Біотин, мкг	3,7	4,21±0,08	4,39±0,11
Ніацин, мг	0,07	0,15±0,01	0,17±0,01
Пантотенова кислота, мг	0,2	0,45±0,01	0,51±0,01
Рибофлавін, мг	0,1	0,3±0,01	0,32±0,01
Тіамін, мг	0,02	0,07±0,01	0,07±0,01
Фолацин, мкг	5,00	1,65±0,04	–
Холін, мг	69,6	18,01±0,45	25,22±0,63

Аналіз вітамінного складу напівфабрикатів для структурованої десертної продукції на основі УФ-похідних БВМС показав, що вони є цінним ресурсом вітаміну D, В₁₂, біотину, пантотенової кислоти.

5.2.3 Дослідження мікробіологічних показників НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС. При зберіганні найбільш розповсюдженими причинами псування молочних продуктів є мікробіологічні та хімічні фактори. Хімічне псування можуть викликати окислювальні процеси, а також небажані хімічні перетворення, які відбуваються під дією ферментів. Такі зміни характеризуються зниженням харчової та біологічної цінності. Для зниження рівня хімічного псування при

зберіганні НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС рекомендується виключити каталітичну дію на неї світла, повітря, кисню та високої температури.

Молочна продукція є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів. З огляду на це, нами було проведено дослідження мікробіологічних показників безпеки розроблених напівфабрикатів. Зразки НСДП було досліджено на наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП), дріжджів, плісень, патогенних організмів та *S.aureus*.

Дослідження мікробіологічної безпеки НСДП проводилось з гігієнічним обґрунтуванням термінів її зберігання в динаміці. Дослідження зразків проводились за температури 2...4°C. Результати дослідження наведено у табл. 5.25.

Таблиця 5.25

Динаміка мікробіологічних показників НСДП під час зберігання

Найменування показників	Норма	Вміст мікроорганізмів, КУО/г			
		Через 24 години	Через 36 годин	Через 48 годин	Через 72 години
За температури 2...4°C					
БГКП в 0,1 г	Не припускається	Не виявлено			
<i>S.aureus</i>	Не припускається	Не виявлено			
Дріжджі	100	-	-	1	8
Плісені	50	-	-	1	5
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	Не припускається	Не виявлено			

Аналіз даних табл. 5.25 свідчить, що температурний режим зберігання дослідних зразків НСДП впливає на розвиток мікрофлори в продукті. Так, за температури зберігання 2...4°C протягом 36 годин в обох зразках жодного показника мікробного псування не було виявлено, з підвищенням терміну зберігання до 48 годин в зразках розвиваються дріжджі та пліснява.

З вищевикладеного можна зробити висновок, що для дотримання мікробіологічної безпеки розроблених НСДП рекомендується температурний режим зберігання 2...4 °C до 36 годин.

У розроблених напівфабрикатах досліджували також вміст солей важких металів. Результати досліджень показали, що вміст у напівфабрикатах солей міді, свинцю, ртуті, олова, кадмію не перевищував допустимих норм, що свідчить про хімічну нешкідливість розроблених продуктів.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про високу якість розроблених НСДП, їх мікробіологічну та хімічну нешкідливість, що дозволяє рекомендувати їх для приготування широкого спектру структурованої десертної продукції у закладах ресторанного господарства.

5.2.4. Технології страв на основі напівфабрикатів для структурованої десертної продукції з використанням УФ-ретентатів БВМС. Одним із напрямків розширення асортименту структурованої десертної продукції на основі УФР БВМС є використання різноманітних плодовоовочевих наповнювачів (джемів, пюре, соків, ароматизаторів натуральних та інших смакоароматичних компонентів), що не знижують рН десертів нижче 6,0, так як це призводить до зниження міцності гелів.

Проведений комплекс досліджень дозволив науково обґрунтувати рецептурний склад та технологію виробництва структурованої десертної продукції на основі УФ-похідних БВМС. Як приклад, наводимо рецептурний склад нових структурованих десертів «Насолода», «Насолода» банановий, «Насолода» гарбузовий (табл. 5.26) та технологічну схему приготування десерту «Насолода» гарбузовий (рис. 5.14).

З метою реалізації параметрів технологічного процесу під час розробки асортименту структурованих десертів технологічну схему декомпоновано на підсистеми, функціонування кожної з яких обґрунтовано з точки зору проведених досліджень [374].

Технологічний процес виробництва десерту «Насолода» гарбузовий складається з таких підсистем: А – «Отримання десерту «Насолода» гарбузовий», В – «Отримання напівпродукту «Десерт», С – «Отримання напівфабрикату «Суміш для десерту», D₁ – «Отримання НСДП на основі УФ-

ретентатів БВМС», D_2 – «Отримання напівфабрикату «Вершки очищені», D_3 – «Отримання напівфабрикату «Пюре гарбуза».

Для кращого розуміння структури технологічної системи виробництва нової десертної продукції та мети функціонування її складових доцільним є складання відповідної табл. 5.27.

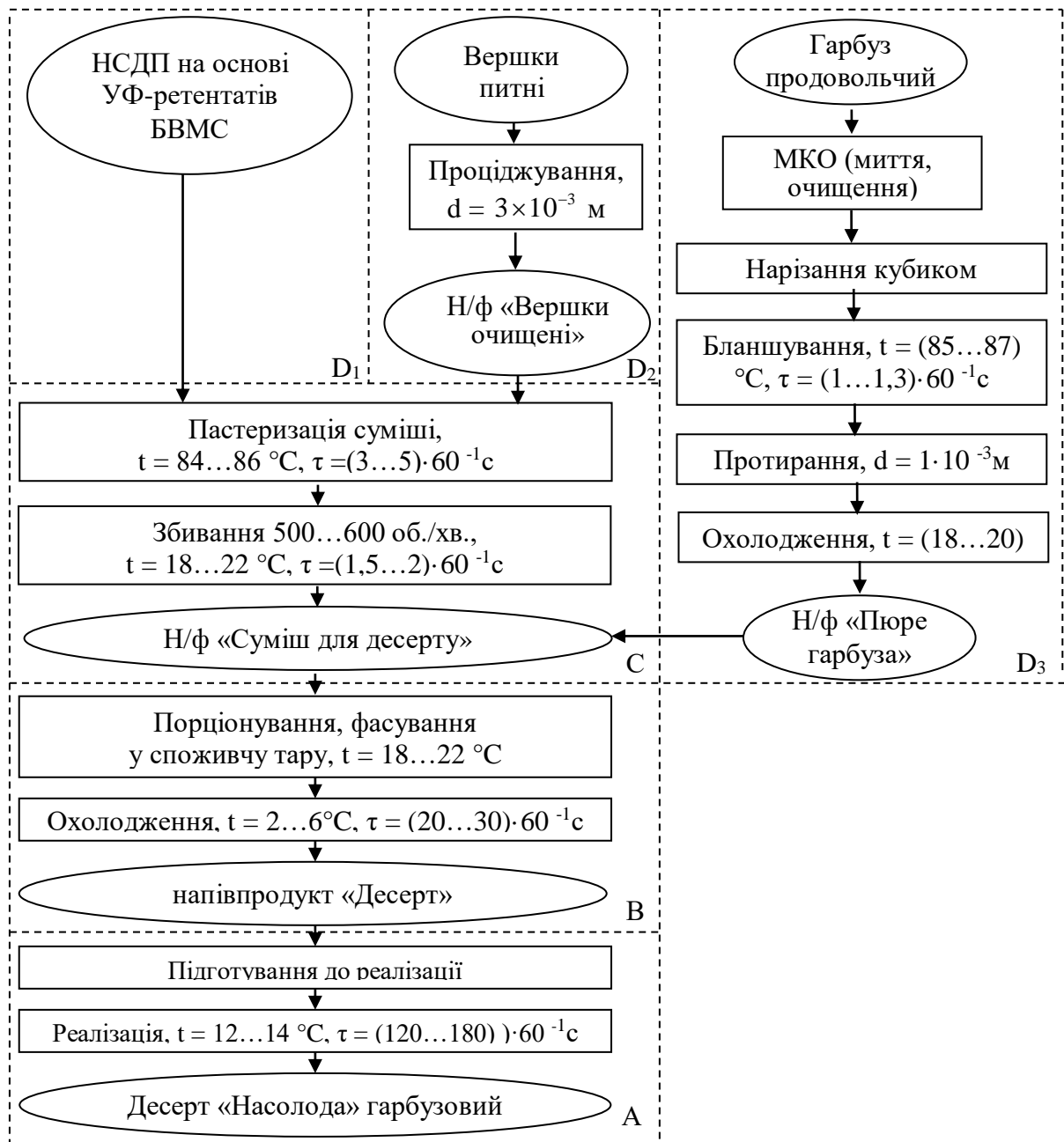


Рис. 5.14. Технологічна схема приготування десерту «Насолода» гарбузовий

Таблиця 5.26

Вміст рецептурних компонентів у розробленій десертній продукції

Найменування рецептурних компонентів	Затрати сировини на 1 кг, г					
	Десерт «Насолода»		Десерт «Насолода» банановий		Десерт «Насолода» гарбузовий	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
НСДП УФРЗМ або НСДП УФРС	780	780	780	780	600	600
Вершки питні (15 % жирності)	220	220	220	220	220	220
Ванільний цукор	2	2	-	-	-	
Гарбуз продовольчий	-	-	-	-	300	200
Банан свіжий	-	-	190	50	-	-
Всього	-	1010	-	1060	-	1020
Вихід 1 порції	-	200	-	200	-	200

Таблиця 5.27

Структура технологічної системи та мета функціонування її складових

Позначення підсистеми	Найменування підсистеми	Мета функціонування підсистеми
1	2	3
A	Отримання десерту «Насолода» гарбузовий	Отримання готового продукту з заданими властивостями за рахунок реалізації функціонально-технологічних властивостей інгредієнтів, з метою його подальшого реалізування
B	Отримання напівпродукту «Десерт»	Отримання напівпродукту, що доведений до стану кулінарної готовності. Формування органолептичних показників.
C	Отримання напівфабрикату «Суміш для десерту»	Отримання напівфабрикату підготованого до подальшої обробки (порціонування, охолодження)
D ₁	Отримання напівфабрикату «НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС»	Підготування напівфабрикату до подальшої технологічної обробки

Закінчення табл. 5.27

1	2	3
D ₂	Отримання напівфабрикату «Вершки очищені»	Підготування сировини до подальшої технологічної обробки, проціджування вершків з метою видалення сторонніх механічних домішок
D ₃	Отримання напівфабрикату «Пюре гарбуза»	Підготування сировини до подальшої технологічної обробки, миття, очищення гарбуза від шкірки з метою видалення сторонніх механічних домішок; подрібнення, бланшування, протирання до однорідної пюреподібної маси.

Підсистема А «Отримання десерту «Насолода» гарбузовий». Вид упаковки, маса десертів визначені на основі проведення маркетингових досліджень ринку. Передбачено, що готові десерти порціонують масою 200 г, що дозволяє реалізовувати їх як у торгівельній мережі, так і в ЗРГ. Розфасовані десерти підлягають реалізації за температури 12...14°C, протягом 2...3 годин (рис. 5.14).

Підсистема В «Отримання напівпродукту «Десерт». У рамках даної підсистеми здійснюється порціонування та фасування суміші для десерту з наступним охолодженням у холодильній камері до температури 2...6°C для забезпечення умов структуроутворення. Формуються кінцеві органолептичні показники готової продукції.

Підсистема С «Отримання напівфабрикату «Суміш для десерту» передбачає з'єднання підготовлених компонентів (НСДП на основі УФ-ретентатів БВМС та вершків) і збивання суміші міксером за температури 18...22°C, протягом 1,5...2 хв, що забезпечує рівномірний розподіл пухирців повітря у системі та утворення піноподібної структури.

Смако-ароматичні компоненти після попереднього отримання та підготування вводять у піноподібну систему після збивання. Обґрунтування виду та вмісту смако-ароматичних інгредієнтів здійснювали на основі органолептичної оцінки десертів, а також додавання їх до десертної суміші

не знижує її рН нижче 6,0, оскільки ці компоненти мають низький вміст органічних кислот.

Підсистема D₁ – націлена на підготування напівфабрикату до подальшої технологічної обробки.

Підсистема D₂ – передбачає очищення вхідної сировини від сторонніх механічних домішок, для отримання кінцевого продукту належної якості.

Підсистема D₃ – «Отримання напівфабрикату «Пюре гарбуза» поєднує у собі процеси механічної кулінарної обробки гарбуза (миття, очищення від шкірки), нарізання кубиком, бланшування за температури 85...87 °С, протягом (1...1,3)·60 с, протирання, охолодження до температури 18...20 °С.

Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нової продукції

Для розробленої структурованої десертної продукції «Насолода», «Насолода» банановий, «Насолода» гарбузовий нами досліджено показники, що визначають якість продукції – консистенція та зовнішній вигляд, зокрема діаметр пухирців піни в продукті, кремоподібність, густина, пружні властивості продукту.

Для визначення органолептичних показників розроблено шкалу сенсорної оцінки за 5-бальною шкалою для структурованих десертів на основі УФ-ретентатів БВМС (табл. 5.28), враховуючи основні органолептичні показники, що підлягають оцінці. Нами декомпоновано кожний із органолептичних показників якості та визначено коефіцієнти вагомості (табл. 5.29). Загальний показник якості продукту визначається шляхом ділення суми балів, виставлених за цими показниками, на кількість цих показників.

Таблиця 5.28

Шкала органолептичної оцінки структурованих десертів
на основі НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС

Показники якості	Рівень якості, бал				
	5	4	3	2	1
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	Продукт однорідний, без сторонніх включень, без ознак виділеної вологи, поверхня гладка	Продукт однорідний, без сторонніх включень, з незначним виділенням вологи	Продукт без сторонніх включень, неоднорідний, з виділенням вологи	Продукт із тріщинами на поверхні з виділенням вологи	Продукт рідкої консистенції з вираженим розшаруванням
Колір	Однорідний, інтенсивний, виражений, натуральний, властивий введеним наповнювачам	Однорідний, виражений, натуральний, властивий введеним наповнювачам	Неоднорідний, виражений, натуральний, властивий введеним наповнювачам	Невиражений, натуральний	Невиражений, ненатуральний
Смак	Виражений, чистий, збалансований, повільно вивільняється	Виражений, чистий, незбалансований, помірно вивільняється	Виражений, незбалансований, швидко вивільняється	Невиражений, незбалансований, швидко вивільняється	Зі сторонніми присмаками
Запах	Виражений, чистий, в міру стійкий, притаманний компонентам, що входять до його складу, без сторонніх	Виражений, в міру стійкий, притаманний компонентам, що входять до його складу, без сторонніх	Невиражений, в міру стійкий, притаманний компонентам, що входять до його складу, без сторонніх	Невиражений	Зі стороннім запахом
Консистенція	Однорідна, пружна, пластична, з характерним відколом	Однорідна, в міру тверда, пружна, еластична	Однорідна, низька пружність, наявні ознаки хрупкості	Неоднорідна, пластична, м'яка, відсутність відколу	Неоднорідна, м'яка, легко руйнується з виділенням вологи

Таблиця 5.29

Результати сенсорного аналізу розробленої десертної продукції

<i>Сенсорний (бальний) аналіз «Крему ванільного» (контроль)</i>			
Назва показника	Коефіцієнт важливості	Оцінка	Загальна оцінка
1	2	3	4
Зовнішній вигляд	2	4	8
Колір	1	4	4
Консистенція	2	3	6
Смак	3	3	9
Запах	2	4	8
			$\Sigma = 35$
Загальний показник якості продукту-аналога			$35 / 10 = 3,5$
<i>Сенсорний (бальний) аналіз десерту «Насолода»</i>			
Зовнішній вигляд	2	4	8
Колір	1	3	3
Консистенція	2	4	8
Смак	3	4	12
Запах	2	5	10
			$\Sigma = 41$
Загальний показник якості нового продукту (без наповнювача)			$41 / 10 = 4,1$
<i>Сенсорний (бальний) аналіз десерту «Насолода» банановий</i>			
Зовнішній вигляд	2	4	8
Колір	1	2	2
Консистенція	2	4	8
Смак	3	5	15
Запах	2	5	10
			$\Sigma = 43$
Загальний показник якості нового продукту (з пюре банану)			$43 / 10 = 4,3$
<i>Сенсорний (бальний) аналіз десерту «Насолода» гарбузовий</i>			
Зовнішній вигляд	2	4	8
Колір	1	5	5
Консистенція	2	4	8
Смак	3	4	12
Запах	2	4	8
			$\Sigma = 41$
Загальний показник якості нового продукту (з пюре гарбуза)			$41 / 10 = 4,1$

Порівняльну характеристику загального показника якості розробленої структурованої десертної продукції та контролю представлено графічно у вигляді наступної діаграми (рис. 5.15).

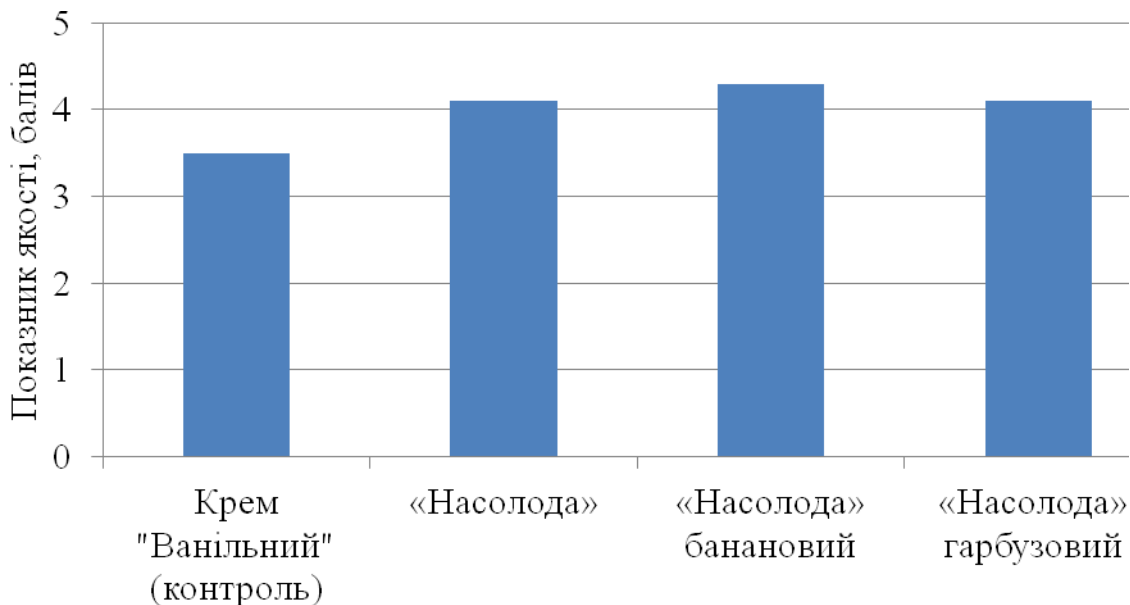


Рис. 5.15. Загальний показник органолептичної оцінки структурованої десертної продукції

Згідно даних діаграми можна стверджувати, що органолептична оцінка розробленої структурованої десертної продукції перевищує контроль на 0,6...0,8 балів, а отже нова продукція є більш конкурентоспроможною.

5.3. Технологія напівфабрикатів для збитої десертної продукції на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру та дослідження їх якості.

5.3.1. Розробка технологічної схеми виробництва напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі сироватки з-під кислого сиру. Результати досліджень, викладених у попередніх розділах, та дані, відомі з науково-технічної літератури, дали підставу для розробки технологічної схеми виробництва напівфабрикату для збитої десертної продукції на основі УФ-ретентату сироватки з-під кислого сиру (рис. 5.16).

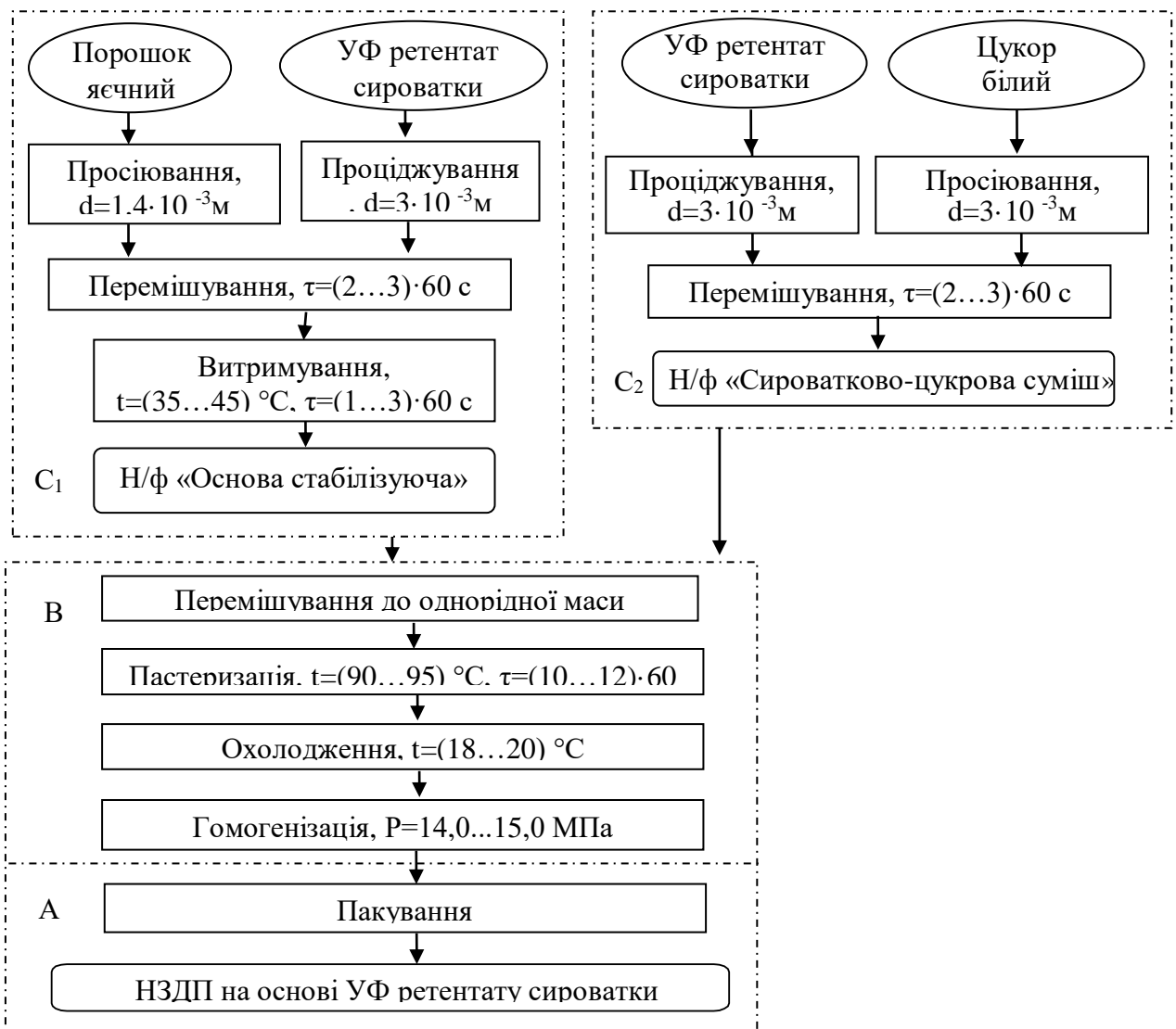


Рис. 5.16. Технологічна схема виробництва НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки

Розроблений спосіб отримання НЗДП УФСКС передбачає [375]:

- підготовку вихідних сировинних компонентів (просіювання цукру білого та яєчного порошка, проціджування УФСКС);
- змішування вихідних сировинних компонентів;
- пастеризацію суміші за температури 90...95 °С протягом (10...12)·60 с;
- охолодження суміші до температури 18...20 °С;
- гомогенізацію отриманої суміші;
- пакування напівфабрикату.

Підсистема С₁ – отримання напівфабрикату «Основа стабілізуюча» націлена на очищення вхідної сировини (УФРСКС та порошка яєчного) від сторонніх механічних домішок, для отримання кінцевого продукту належної якості, її перемішування та витримання за температури 35...45°С протягом (1...3)·60 с.

Підсистема С₂ – отримання напівфабрикату «Сироватково-цукрова суміш» передбачає попередню підготовку УФРСКС, цукру та їх перемішування протягом (2...3)·60 с.

Підсистема В передбачає змішування напівфабрикатів «Сироватково-цукрова суміш» та «Основа стабілізуюча», пастеризацію отриманої суміші за температури 90...95 °С протягом 10...12 хв., її охолодження до температури 18...20 °С та гомогенізацію отриманої суміші за тиску 14...15МПа [376, 377].

Підсистема А – отримання «НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки» передбачає пакування отриманої суміші та реалізацію.

5.3.2. Дослідження харчової цінності напівфабрикату на основі УФРСКС. Досліджували показники харчової цінності розробленого напівфабрикату. Як контрольні показники використовували дані про харчову цінність суміші для морозива вершкового [233].

До органолептичних показників морозива відносяться смак, запах, консистенція, колір та зовнішній вигляд. Саме ці показники, головним чином, формують уявлення споживача про якість морозива.

За органолептичними показниками напівфабрикати повинні відповідати вимогам, зазначеним у табл. 5.30.

Таблиця 5.30

Органолептичні показники НЗДП на основі УФРСКС

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	однорідна рідина без відшарування жиру і зважених часток
Консистенція	густа, в'язка
Колір	зеленувато-жовтий, що відповідає кольору сироватки
Смак та запах	кисло-молочний, чистий, без сторонніх запахів

Вміст основних харчових речовин у розробленому напівфабрикаті, а також його енергетична цінність представлені в табл. 5.31.

Таблиця 5.31

Хімічний склад НЗДП на основі УФРСКС

Найменування продуктів	Вміст, г на 100 г				Енергетична цінність, ккал
	Сухих речовин	Білків	Жирів	Вуглеводів	
Контроль	34,0	3,3	10,0	19,0	0,8
НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки	33,8±1,6	5,4±0,2	7,5±0,3	20,3±1,1	1,1±0,05

На підставі результатів досліджень, що представлені у табл. 5.31, можна зробити висновок, що вміст білка у розробленому напівфабрикаті є вищим на 2,1...2,2%, ніж у контролі, жиру – нижчим на 2,3...2,6%. При цьому загальна кількість вуглеводів та енергетична цінність розробленого напівфабрикату та контрольного зразка відрізнялись не суттєво.

Оскільки НЗДП УФРСКС відрізняється високим вмістом білка, досліджували його амінокислотний склад (табл. 5.32).

Таблиця 5.32

Амінокислотний склад НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки,

% на натуральну речовину ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Назва амінокислоти	Контроль	НЗДП на основі УФ-ретентату сироватки
1	2	3
Незамінні амінокислоти	1,28	2,94
в тому числі		
валін	0,16	0,38
ізолейцин	0,18	0,38
лейцин	0,32	0,72
лізин	0,22	0,52
метіонін	0,07	0,18
треонін	0,15	0,32
триптофан	0,04	0,08
фенілаланін	0,16	0,36
Замінні амінокислоти	2,06	2,32

Закінчення табл. 5.32

1	2	3
в тому числі		
аланін	0,09	0,11
аргінін	0,09	0,12
аспарагінова кислота	0,28	0,31
гістидин	0,06	0,08
глутамінова кислота	0,71	0,82
пролін	0,37	0,38
серин	0,19	0,23
тирозин	0,18	0,21
цистін	0,01	0,06
Загальна кількість АК	3,34	5,26

У ході дослідження напівфабрикатів у них було ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, в тому числі всі незамінні. Частка незамінних амінокислот складає 39,7%. У складі незамінних амінокислот відмічається підвищена кількість метіоніну та триптофану, серед замінних амінокислот – аргініну, гістидину, цистіну.

Біологічна цінність білків харчових продуктів визначається відповідністю скору незамінних амінокислот їх білків стандарту ФАО/ВООЗ. Тому з метою визначення біологічної цінності розробленого напівфабрикату обчислювали амінокислотний скор і порівнювали його зі стандартом (табл. 5.33).

Аналіз отриманих даних свідчить, що в розробленому напівфабрикаті лімітуючі амінокислоти відсутні, для контрольного зразка амінокислотами, лімітуючими біологічну цінність, є метіонін + цистін.

Загальна характеристика білкових речовин напівфабрикату свідчить, що він може бути віднесений до високобілкових, повноцінних і достатньо збалансованих за амінокислотним складом продуктів. Підвищений вміст білків дозволяє рекомендувати включати страви на основі НЗДП УФРСКС у збіднені на білок раціони.

Біологічна цінність продуктів також характеризується ступенем протеолізу їх білків ферментами шлунково-кишкового тракту. Досліджували

швидкість розщеплення білків НЗДП УФРСКС харчовими протеїназами (табл. 5.34).

Таблиця 5.33

Амінокислотний скор НЗДП УФРСКС

Назва амінокислоти	Вміст білків, мг на 1 г білків (ФАО/ВООЗ)	% до стандарту	
		Контроль	НЗДП УФРСКС
Ізолейцин	40	135	127
Лейцин	70	138	134
Метіонін + цистін	35	69	104
Лізін	55	120	139
Фенілаланін + тирозин	60	170	152
Треонін	40	110	125
Валін	50	98	131
Триптофан	10	106	109

Таблиця 5.34

Швидкість перетравлення та відносна біологічна цінність НЗДП УФРСКС

(X±m, m≤0,05)

Найменування продуктів	Ступінь протеолізу, мкг/екв%			ВБЦ
	пепсином	трипсином	всього	
Контроль	15,61	11,7	27,31	163
НЗДП УФРСКС	7,03	13,29	20,32	141

Результати досліджень відносної біологічної цінності (ВБЦ) напівфабрикату показують, що його ВБЦ в цілому близька до аналогічного показника контрольного зразка, причому клітини інфузорії *Tetrahymena regiformis*, що вирости на зразку, були крупніше та рухливіше, ніж на контрольному зразку.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про високу біологічну цінність розробленого напівфабрикату.

Вивчали жирнокислотний склад жиру розроблених НЗДП УФРСКС (табл. 5.35).

Таблиця 5.35

Жирнокислотний склад НЗДП УФРСКС ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Жирні кислоти	Вміст, г/100 г	Жирні кислоти	Вміст, г/100 г
Насичені, у тому числі:	3,71	Мононенасичені, у тому числі:	3,05
капронова	0,014	мірістолеїнова	0,16
каприлова	0,014	пальмітолеїнова	0,29
капринова	0,09	олеїнова	2,60
лауринова	0,14	Поліненасичені, у тому числі:	0,73
мірістинова	0,51	линолева	0,7
пентадеканова	0,08	ліноленова	0,03
пальмітинова	2,14		
маргарінова	0,04		
стеаринова	0,68		

Як показує аналіз даних, до складу напівфабрикату входить чотирнадцять жирних кислот [378]. Основна маса жирних кислот припадає на пальмітинову, мірістинову, масляну. Поліненасичені жирні кислоти є незамінними, вони виконують низку важливих функцій в організмі (забезпечують нормальний ріст організму та обмін речовин тощо [379]).

На біологічну цінність розробленого напівфабрикату також впливає вміст мінеральних речовин. Мінеральний склад НЗДП УФРСКС визначає характер можливих хімічних перетворень під час технологічного процесу: іони кальцію визначають термостійкість молочних білків сумішей, іони міді,

заліза впливають на процеси окислення жиру та аскорбінової кислоти, іони калію та натрію впливають на загальну сольову рівновагу в суміші [21, 112].

Досліджували мінеральний склад НЗДП УФРСКС, результати досліджень наведені у табл. 5.36.

Таблиця 5.36

Мінеральний склад НЗДП УФРСКС ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Мінеральні речовини	Вміст (у 100г продукту)	
	Контроль	НЗДП УФРСКС
Макроелементи, мг		
калій	158	22,0
кальцій	140	845,0
магній	22	276,0
натрій	50	23,0
сірка	38	14,0
фосфор	108	453,0
хлор	54	-
Мікроелементи, мкг		
залізо	145	581,4
йод	43	-
кобальт	1,3	1,6
марганець	14	31,6
мідь	15	2,17
молібден	7	-
фтор	22	-
цинк	323	172,1

Результати досліджень свідчать, що мінеральний склад НЗДП УФРСКС характеризується вищим вмістом кальцію, фосфору та магнію. Збалансованість за вмістом Са:Р розроблених напівфабрикатів дуже близька до оптимальної [380].

Досліджували вітамінний склад НЗДП УФРСКС, результати досліджень наведені у табл. 5.37.

Таблиця 5.37

Вітамінний склад НЗДП УФРСКС ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Вітаміни	Вміст (у 100г продукту)	
	Контроль	НЗДП УФРСКС
Вітамін А, мг	0,06	0,11
β -Каротин, мг	0,03	0,07
Вітамін D, мкг	0,02	0,22
Вітамін E, мг	0,30	0,72
Вітамін С, мг	0,60	0,56
Вітамін В ₆ , мг	0,07	0,06
Вітамін В ₁₂ , мкг	0,34	0,95
Біотин, мкг	2,18	6,24
Ніацин, мг	0,05	0,59
Пантотенова кислота, мг	0,35	0,89
Рибофлавін, мг	0,20	0,48
Тіамін, мг	0,03	0,25
Фолацин, мкг	5,00	–
Холін, мг	9,10	24,0

Аналіз вітамінного складу НЗДП УФРСКС показав, що він є гарним джерелом вітаміну В₁₂, біотину, ніацину, пантотенової кислоти, а також холіну.

5.3.3. Дослідження мікробіологічних показників НЗДП УФРСКС. В значній мірі якість та безпека НЗДП визначається його мікробіологічними показниками. Напівфабрикати, з яких готується збита десертна продукція, є сприятливим поживним середовищем для розвитку мікроорганізмів, що може спричинити негативний вплив на якість готового

продукту. Мікробіологічні показники дозволяють прогнозувати зміну органолептичних характеристик та фізико-хімічних показників у процесі зберігання, що, як правило, зумовлено поглинанням харчових речовин продукту остаточною мікрофлорою з метою підтримання власної життєдіяльності.

Під час дослідження мікробіологічних характеристик НЗДП УФРСКС, зразки зберігали за температури 2...4 °С, 16...18 °С, протягом 7 діб. При цьому кожні 24 години проводили дослідження загального вмісту мікроорганізмів, патогенних та умовнопатогенних мікроорганізмів, а також кількісно оцінювали вміст плісень та дріжджів. Результати досліджень наведені у табл. 5.38.

Таблиця 5.38

Мікробіологічні показники НЗДП УФРСКС ($X \pm m$, $m \leq 0,05$)

Показник	Температура зберігання, °С	Тривалість зберігання, діб				
		0	1	3	5	7
КМАФАМ, КОЕ/г, не більше 1×10^4	2...4	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$6,8 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$
	16...18	$1,2 \times 10^2$	$5,7 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	-	-
Плісені та дріжджі, КОЕ/г, не більше 1×10^2	2...4	н/в в 1 г	н/в в 1 г	29	73	99
	16...18	н/в в 1 г	57	123	-	-
БГКП	2...4	не виявлені в 1 грамі				
	16...18	не виявлені в 1 грамі				

Аналіз отриманих результатів показав, у розроблених НЗДП УФРСКС розвиток мікроорганізмів мав експоненціальну залежність.

Наведені результати дозволяють визначити термін зберігання напівфабрикатів – 3...5 діб за температури зберігання 2...4 °С, до 24 годин за температури зберігання 16...18 °С.

У НЗДП УФРСКС досліджували вміст солей важких металів. Результати досліджень показали, що вміст солей міді, свинцю, ртуті, олова,

кадмію не перевищував допустимих норм, що свідчить про хімічну нешкідливість розроблених продуктів.

Отже, проведені дослідження свідчать про високі показники якості розробленого НЗДП УФРСКС, його мікробіологічну та хімічну нешкідливість.

5.4. Основні напрямки використання напівфабрикатів на основі концентратів білково-вуглеводної молочної сировини

Результати досліджень якісних характеристик розроблених напівфабрикатів – НБВМ, НБВГ, НСДП УФРЗМ, НСДП УФРС, НЗДП УФРСКС – дозволили визначити основні напрями їх використання у закладах ресторанного господарства (рис. 5.17) та надати рекомендації до їх застосування у технологіях кулінарної продукції.

Як показано на рис. 5.17, використання напівфабрикатів на основі концентратів БВМС можливе у наступних групах страв:

- борошняні страви;
- борошняні кулінарні вироби;
- страви з кисломолочного сиру;
- другі страви;
- солодкі страви;
- напої;
- морозиво м'яке.

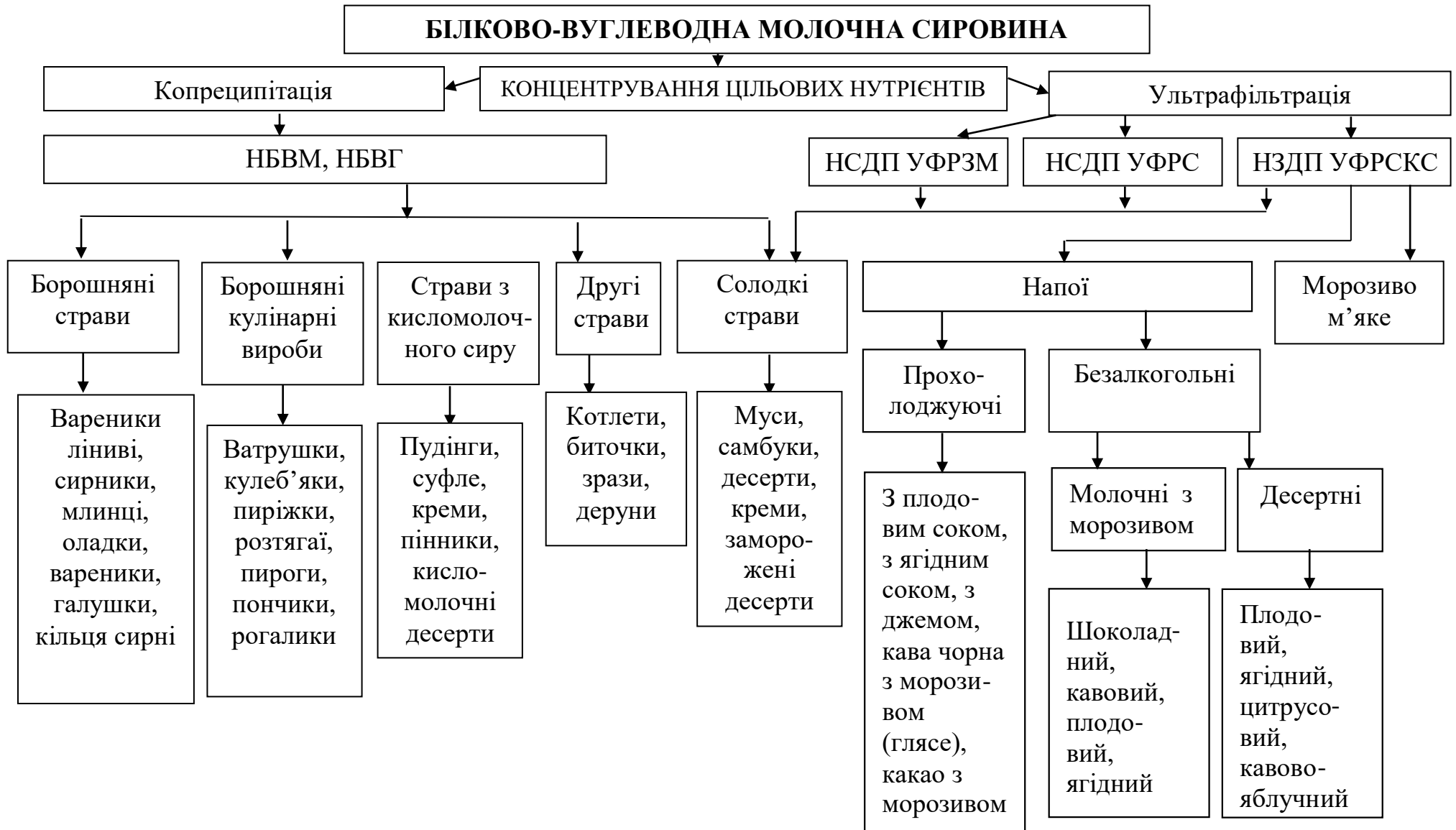


Рис. 5.17. Основні напрями використання розроблених напівфабрикатів у закладах ресторанного господарства

Висновки за розділом

1. Розроблено технологічні схеми виробництва НБВМ, НБВГ, НСДП УФРЗМ, НСДП УФРС, НЗДП УФРСКС. Встановлено раціональні значення параметрів проведення окремих стадій технологічних процесів, температурні та часові режими приготування вищезначених напівфабрикатів.

2. Визначено показники, що характеризують харчову цінність НБВМ, НБВГ, НСДП УФРЗМ, НСДП УФРС, НЗДП УФРСКС. Встановлено, що за вмістом сухих речовин НБВМ перевищує контрольний зразок на 2,9...3,1%, НБВГ – на 3,1...3,2%; за вмістом жиру на 0,44...0,46%; за вмістом золи на 0,27...28%; за вмістом вуглеводів – на 3,5...3,7 та 3,8...4,0% відповідно. Кількість незамінних амінокислот від загальної їх суми в білках НБВМ та НБВГ, як і в контролі, складає 41...42%. НСДП на основі УФ-похідних БВМС порівняно з контролем мають нижчу калорійність на 48...50%, меншу масову частку жиру на 15,0...15,9% з одночасним збільшенням кількості білка на 2,0...2,2%. Вміст білка у НЗДП УФРСКС є вищим на 2,1...2,2%, ніж в контролі, жиру – нижчим на 2,3...2,6%. При цьому загальна кількість вуглеводів та енергетична цінність розробленого напівфабрикату та контрольного зразка відрізняються не суттєво. У всіх розроблених напівфабрикатах ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, в тому числі всі незамінні, лімітуючі амінокислоти – відсутні.

3. Визначено, що склад НБВМ та НБВГ характеризується вищим вмістом кальцію, фосфору та магнію (в 1,...1,6 рази більше, ніж у контролі). Співвідношення Са:Р:Мg для НБВГ складає 1:1,55:0,31, а НБВМ – 1:1,57:0,27. НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС характеризуються високим вмістом кальцію, фосфору та магнію (в 3...5 разів більше, у порівнянні з контролем). При цьому збалансованість за вмістом Са:Р у розроблених напівфабрикатах дорівнює 1:1,45, тобто дуже близька до оптимальної.

4. Аналіз вітамінного складу розроблених напівфабрикатів показав, що НБВГ та НБВМ показав, що вони є гарним джерелом вітаміну А, С, ніацину,

а також рибофлавіну; НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС – вітаміну D, B₁₂, біотину, пантотенової кислоти; НЗДП УФРСКС – вітаміну B₁₂, біотину, ніацину, пантотенової кислоти, а також холіну. Доведено, що розроблені НБВКРС відрізняються значним підвищенням вмісту β-каротину в 3,0...3,5 для НБВМ та у 8,5...9 раз для НБВГ, що дозволяє рекомендувати використовувати їх у дитячому та дієтичному харчуванні.

5. Показано, що вміст солей міді, свинцю, ртуті, олова, кадмію у розроблених напівфабрикатах не перевищує допустимих норм, що свідчить про хімічну нешкідливість розроблених продуктів.

6. Результати дослідження зміни мікробіологічних та органолептичних показників розроблених напівфабрикатів під час зберігання дозволили визначити їх терміни зберігання: НБВКРС охолоджених – за температури 0...4°C – 7 діб, НБВКРС заморожених – за температури -18...-19°C – 6 місяців; НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС – 2...4 °C протягом 36 годин; НЗДП УФРСКС – 3...5 діб за температури зберігання 2...4 °C, до 24 годин за температури зберігання 16...18 °C.

7. За результатами проведених досліджень *in vivo* було визначено п'ятий клас токсичності стабілізатора «Астрі Гель», що засвідчує його практичну нетоксичність. Була встановлена залежність «ефект-доза» після споживання щурами НБВКРС зі стабілізатором «Астрі Гель», на основі чого розраховані параметри гострої токсичності стабілізатора: показники летальних і ефективних доз, ступінь його безпечності. Показник ЛД₅₀ для напівфабрикатів білково-вуглеводних у перерахунку на стабілізатор «Астрі Гель» склав 17,87 г/кг (при розрахункових величинах ЛД₁₆=4,75 г/кг, ЛД₈₄=67,20 г/кг, а ЛД₉₉=395,95 г/кг), що доводить його безпечність під час споживання у помірних дозах.

8. Визначено вплив вуглеводневої складової рослинних компонентів та стабілізатора «Астрі Гель» на вологоутримуючу здатність НБВКРС. Розроблені напівфабрикати характеризуються ВУЗ вищою, ніж в контролі в 1,4...1,7 рази. Під час зберігання ВУЗ у контролі знижується на 3,1...6,7%,

НБВМ – на 1,1...2,3%, НБВГ – на 0,9...1,5%. При цьому НБВГ має вищу ВУЗ в 1,2 рази, ніж НБВМ. Доведено, що при проведенні циклу технологічних операцій – охолодженні або заморожуванні, зберіганні та розморожуванні, сприятиме зменшенню втрат сировини понад нормативних та забезпечить високі органолептичні показники продукції на основі НБВКРС.

9. Розроблено шкалу сенсорної оцінки органолептичних показників структурованих десертів на основі НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС за 5-бальною шкалою, декомпоновано кожний із органолептичних показників якості та визначено коефіцієнти вагомості. Показано, що органолептична оцінка розробленої структурованої десертної продукції перевищує контроль на 0,6...0,8 балів, а отже нова продукція є більш конкурентоспроможною.

10. Визначено напрямки використання напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі концентратів БВМС в технологіях виробництва продукції ресторанного господарства. Встановлено, що їх застосування можливе у таких напрямках: для приготування борошняних страв та кулінарних виробів, страв з кисломолочного сиру, других та солодких страв, напоїв та морозиві м'якому.

РОЗДІЛ 6

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Апробація результатів досліджень та впровадження їх в практику

Під час проведення теоретичних та експериментальних досліджень за дисертаційною роботою одночасно проводилась робота із впровадження їх результатів у практику.

Було розроблено та затверджено у відповідному порядку нормативну документацію – ТУ У 15.5–01566330-188:2010 «Молочно-білкові креми зі сколотин» та технологічну інструкцію з виробництва молочно-білкових кремів зі сколотин; десерти білково-вуглеводні – ТУ У 10.5-01566330-310:2015 «Десерти молочні» та технологічну інструкцію з виробництва молочно-білкових десертів (Додаток Г).

Розроблені теоретичні положення та прикладні результати знайшли відображення у монографіях [66, 347], що рекомендовані для використання у навчальному процесі підготовки здобувачів ступенів магістра та доктора філософії зі спеціальності «Харчові технології», при викладанні спеціальних дисциплін.

Розроблено більш ніж 120 технологій страв та кулінарних виробів з використанням напівфабрикатів, створених із застосуванням копреципітації та УФ-концентрування БВМС.

Розроблені напівфабрикати та страви на їх основі неодноразово були представлені на дегустаціях та демонструвалися на міжнародних та регіональних виставках, де отримали схвалення спеціалістів галузі та були рекомендовані до впровадження (додатки Е, Ж, К).

Технології розроблених напівфабрикатів та страви з їх використанням впроваджені у виробничих умовах ТОВ «12 квартал» (м. Дніпропетровськ,

акт від 05.11.2009 р.), КП «Міська молочна фабрика-кухня дитячого харчування» (м. Харків, акт від 28.02.2014 р.), ПП «Александрова» кафе «Сливки» (м. Дніпропетровськ, акт від 24.05.2014 р.), ТОВ «Аліна-А» ресторан «Українські страви» (м. Дніпропетровськ, акт від 14.11.2014 р.), ТОВ «Піросмані» ресторан «Піросмані» (м. Дніпропетровськ, акт від 14.04.2015 р.), ФОП Мельник М.Г. (м. Харків, акт від 30.06.2015 р.), ТОВ «УПК-Арматура» (м. Харків, акт від 11.07.2016 р.), ФОП Гусенко О.П. мережа «Бістро кафе» (м. Харків, акт від 30.10.2019 р.) та навчальний процес ХДУХТ (акти від 22.06.2015 р., 15.09.2015р., 20.12.2016р., 14.11.2018р., 16.11.2020р.) (Додаток К).

Підписано ліцензійний договір на комерційне використання об'єкта права інтелектуальної власності. Предметом договору є патент України на корисну модель № 84650 «Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату зі сколотин» (Додаток Л).

Розроблено конструкцію пристрою для барботування РВПС (барботеру), що забезпечує імпульсну подачу газу всередину рідких систем. Виконання форми пристрою у вигляді тора, завдяки наявності двох поверхонь, що поширюють стиснений газ, дозволяє запобігти утворенню «мертвих» зон поблизу мембрани і інтенсифікувати процес турбулізації РВПС при їх ультрафільтраційному поділі. Розроблено дослідно-промисловий зразок ультрафільтраційного модуля для УФ-поділу РВПС в режимі барботування, який може бути використаний у підприємствах будь-якої потужності.

6.2. Оцінка ефективності наукових розробок

Результати наукового дослідження щодо розробки технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини багатоаспектні, а їх впровадження у практику є джерелом конкурентних переваг та чинником

конкурентоспроможності підприємств харчового комплексу. Розроблені напівфабрикати на основі цільового використання нутрієнтів БВМС зумовлюють нові технологічні властивості та хімічний склад виробів з їх використанням, сприяють розширенню асортименту харчової продукції, забезпеченню регульованого амінокислотного, жирнокислотного складу, високі органолептичні показники нової кулінарної продукції. Враховуючи комплексний характер проведеного дослідження, оцінювання його результатів здійснено з урахуванням основних ефектів та перспектив впровадження у практику діяльності. Під час оцінювання результатів наукової розробки враховано її науково-технічний, економічний, соціальний, екологічний, маркетинговий ефекти та перспективи комерціалізації [381, 382].

Науково-технічний ефект наукової розробки полягає в обґрунтуванні нових технологій виробництва напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини. Нові продукти одержані на основі концентрування БВМС як копреципітацією, так і мембранними методами, зокрема ультрафільтрацією, що дозволяє виключити втрату нативних властивостей їх термолабільних компонентів та створює передумови для розвитку харчової науки й науки про процеси і апарати в частині обґрунтування нових способів харчових виробництв та розробки харчової продукції з новими споживними та технологічними властивостями.

Наукова новизна підтверджена патентами України на винахід: №108244 МПК (2015.01) А23С 23/00, А23С 9/152 (2006.01) «Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату» та №115620 МПК А23С 21/08 (2006.01), А23С 23/00 «Спосіб отримання десерту». Значущість наукової розробки підтверджена патентами на способи одержання напівфабрикатів (молочно-білкового напівфабрикату зі сколотин: пат. на корисну модель 84650, Україна, МПК А23С 23/00; спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на корисну модель 88150, Україна,

МПК (2014.01) A23C 23/00); спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на корисну модель 110412, Україна, МПК A23C 23/00, а також способи одержання молочно-білкового крему (пат. на корисну модель 48561, Україна, МПК A23C 23/00), морозива (пат. на корисну модель 76281, Україна, МПК (2006.01) A23G 9/04), десерту (пат. на корисну модель 110413, Україна, МПК A23C 23/00).

Економічний ефект наукової розробки полягає в отриманні економічних результатів від її впровадження [381] кожним виробничим суб'єктом. За розрахунками ціни на розроблені продукти відповідають цінам на продукти-аналоги та є конкурентоспроможними.

Для обґрунтування економічного ефекту наукової розробки визначено собівартість і відпускні ціни на УФ-ретентати знежиреного молока, сколотин, сироватки з-під кислого сиру. Розрахунки здійснено, спираючись на методичні рекомендації щодо визначення собівартості продукції [383], склад витрат відповідно до П(С)БО16 «Витрати» [384], дані Державної служби статистики України щодо структури витрат і рентабельності діяльності на підприємствах з перероблення молока (КВЕД 10.51) [385]. Вихідна інформація та результати розрахунків наведені у додатку М. За розрахунками встановлено, що ціна на УФ-ретентати становитиме 10,0...28,7 тис. грн/т (залежно від вихідної сировини).

Відпускна ціна 1 кг НКК з урахуванням інфляції складає 17 грн., проти 25,0 за продуктом-аналогом [23], відпускна ціна десертної продукції, що виготовлена з використанням УФ-ретентатів БВМС – 10,15 ...11,05 грн. проти 15...25,0 за одиницю продукції вагою 200,0 г [374]. За проведеними розрахунками впровадження у практику діяльності розроблених технологій дозволить одержати економічний ефект у розмірі:

- 1,8 тис. грн. на 1000 кг готової продукції від виробництва НКК із сколотин [386];

- 1,4...4,0 тис грн. на 1000 кг продукції при впровадженні технології виробництва УФ-ретентатів БВМС;

– 79,45...86,33 грн. на 100 кг готової продукції при використанні технології структурованої десертної продукції з використанням УФ-похідних БВМС у закладах ресторанного господарства [387].

Соціальний ефект наукової розробки пов'язаний з підвищенням життєвого рівня населення [381], а саме вирішенням проблеми дефіциту в харчуванні незамінних нутрієнтів. Молоко визнається найбільш досконалим продуктом з точки зору харчової й біологічної цінності [388-390]. Згідно розрахунків МОЗ, раціональна норма споживання молока та молокопродуктів становить 380 кг на одну особу на рік. Фактичне споживання коливається за періодами часу та має загальну тенденцію до зниження (рис. 6.1).

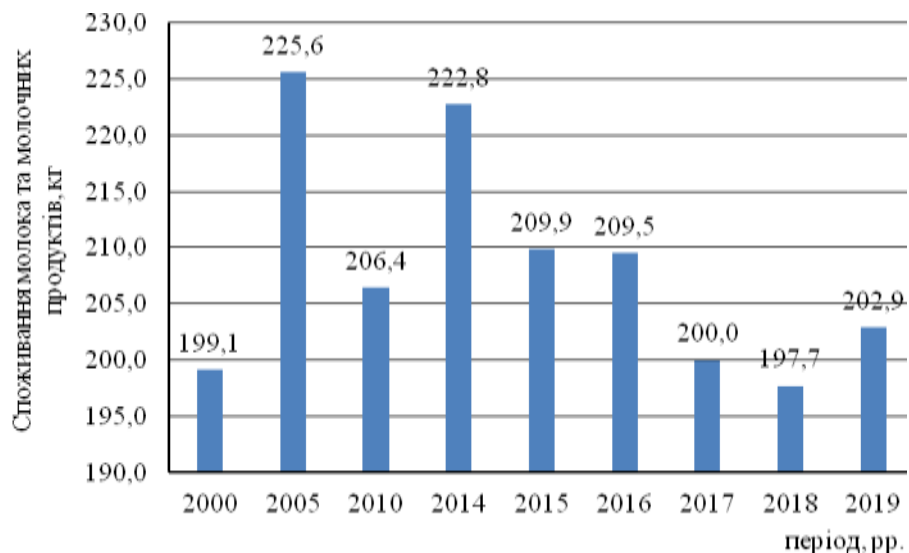


Рис. 6.1. Споживання молока та молочних продуктів за 2000-2019 рр., на одну особу за рік, кілограмів (складено на основі [391])

За даними 2019 р., споживання молока та молочних продуктів становило 202,9 кг на особу на рік, що складає 53,0% раціональної норми (рис. 6.2).

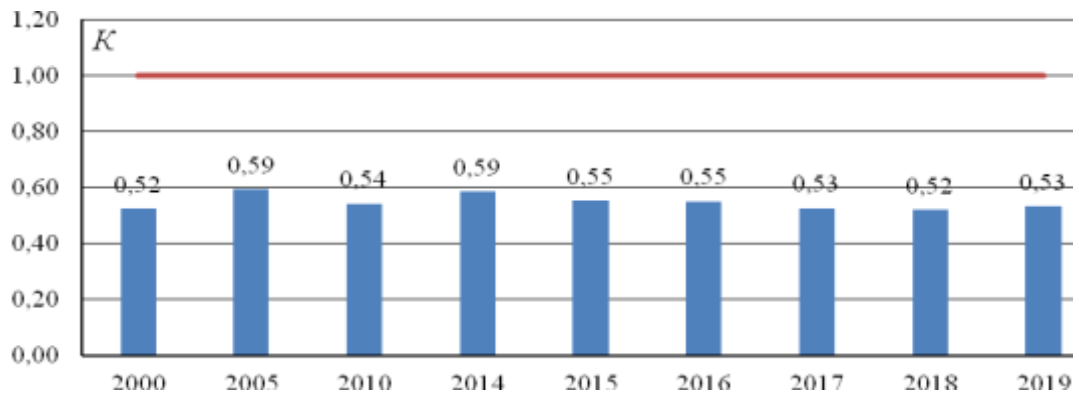


Рис. 6.2. Достатність споживання молока та молочних продуктів, коефіцієнт K (складено на основі [391])

На фоні низьких показників достатності відзначено зменшення фонду споживання молока і молочних продуктів (рис. 6.3).

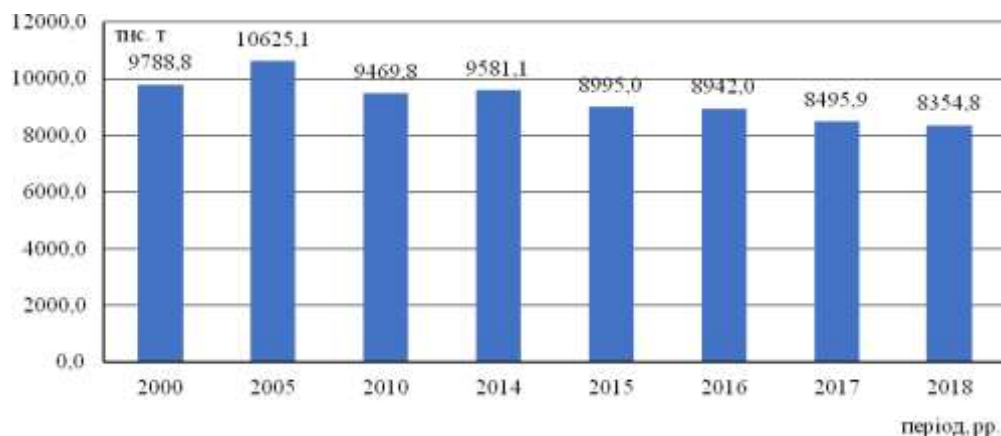


Рис. 6.3. Фонд споживання молока та молочних продуктів населенням України за 2000-2018 рр., тис. т (складено на основі [391])

За даними Державної служби статистики України, фонд споживання молока та молочних продуктів, розрахований у фізичній вазі, включаючи молоко всіх видів худоби та молочні продукти в перерахунку на молоко, за 2000-2018 рр. зменшився з 9788,8 тис. т у 2000 р. до 8354,8 тис. т у 2018 р. [391]. У динаміці відзначено також зменшення обсягів виробництва молока і молочних продуктів. За 2000-2019 рр. скорочення становило 23,5% (рис. 6.4).

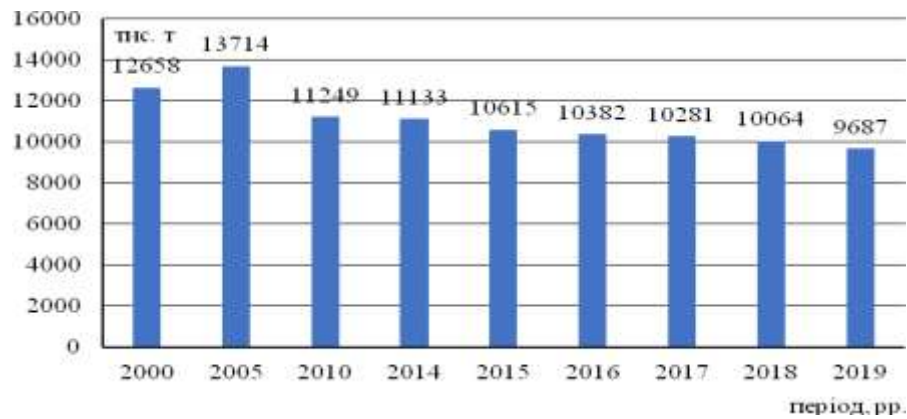


Рис. 6.4. Виробництво молока та молочних продуктів, тис. т (складено на основі [391])

Недостатнє споживання молока і молочних продуктів, зменшення фонду та скорочення їх виробництва доводить актуальність наукових досліджень щодо удосконалення технологій з переробки молока у цілому та використання продуктів переробки у тому числі [392, 393]. Враховуючи зазначене, розробки технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини мають значне соціальне значення в частині забезпечення населення продукцією з високим вмістом білків та інших нутрієнтів.

Екологічний ефект впровадження наукової розробки зумовлений актуальністю вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища. Сколотини та сироватка належать до групи висококонцентрованих стоків, що насичують зовнішнє середовище органічними сполуками, жирами і білками та потребують обов'язкового очищення перед скиданням у водойми або систему каналізації [394-396]. Незважаючи на те, що обсяг стоків сироватки у період 2017-2019 рр. зменшується, їх величина є значною, а саме 235,6 тис. т на рік за даними 2019 р. (рис. 6.5).

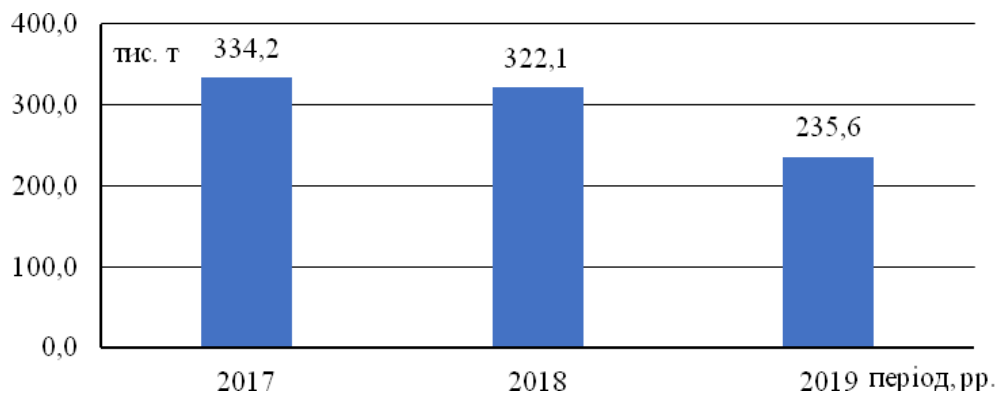


Рис. 6.5. Відходи сироватки за 2017-2019 рр., тис. т (складено на основі [397])

Враховуючи зазначене впровадження розроблених технологій з переробки сколотин та сироватки з-під кислого сиру сприятиме зменшенню обсягу стоків та підвищенню екологічної безпеки місцевості, регіону, країни. За нашими розрахунками вихід УФ-ретентату з 1000 кг сколотин становить 420 кг, з 1000 кг сироватки – 180 кг. Таким чином встановлення лінії з переробки БВМС потужністю 600 л/г або 36,0 кг/г за готовим продуктом за умов її завантаження на 2/3 дозволить зменшити обсяги стоків підприємствами молочної промисловості [398].

Маркетинговий ефект полягає у відображенні потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливості їх реалізації [381]. Це зумовлює аналіз інноваційної активності харчових підприємств в цілому та підприємств молочної промисловості в тому числі. За результатами дослідження встановлено, що підприємства харчової промисловості є найбільш інноваційно активними. За даними 2019 р., із загальної кількості інноваційно активних підприємств на підприємства харчової промисловості припадало 16,8% [398] (рис. 6.6).

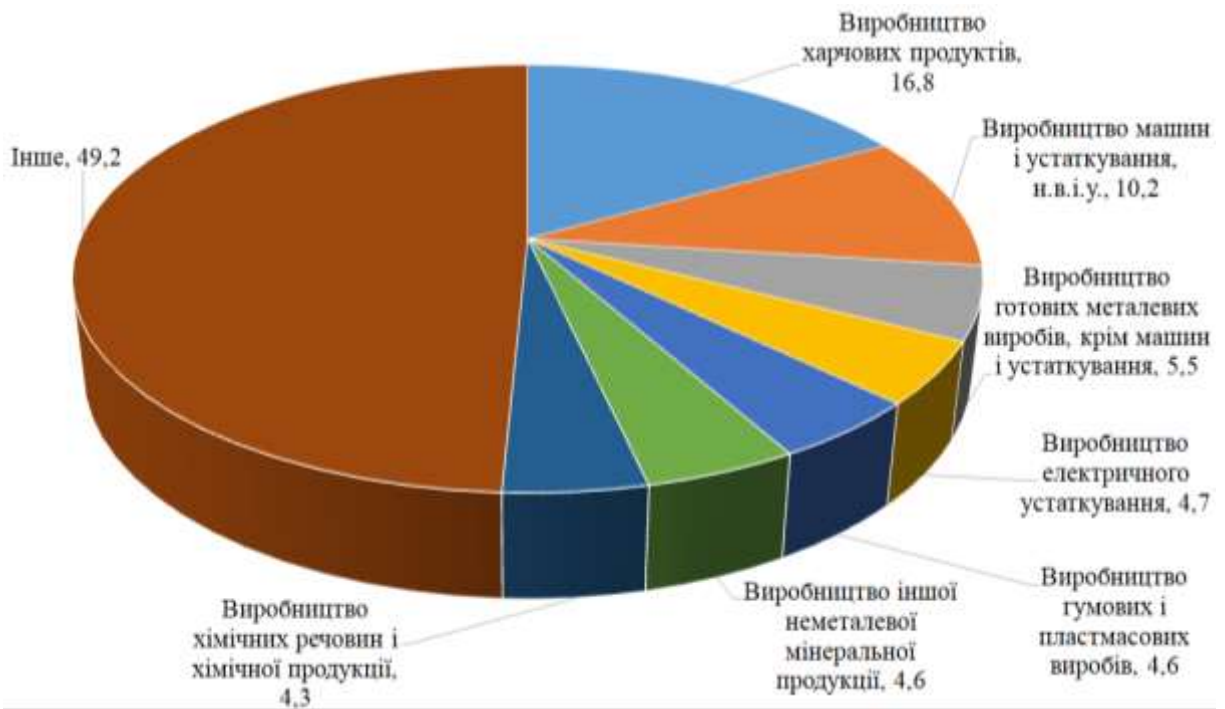


Рис. 6.6. Структура інноваційно активних промислових підприємств у розрізі видів економічної діяльності, % (складено на основі [398])

Із загального обсягу витрат на інноваційну діяльність 20,0...20,2% припадає на виробництво харчових продуктів [388]. Враховуючи тенденції щодо споживчих запитів та результати апробації, очікуваним є запит на розроблену технологію напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини з боку підприємств харчової промисловості та закладів ресторанного господарства. Агенція Packaged Facts [399] опублікувала результати дослідження, в якому представлено матеріали щодо значного потенціалу молочної промисловості за рахунок розширення кулінарної продукції. Зокрема дослідники звертають увагу на склотини та сироватку з-під кислого сиру та прогнозують активне їх використання у приготуванні десертної продукції, морозива, тістечок, соусів, кондитерських виробів [400]. Акти впровадження продукції доводять затребуваність розроблених технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини та

готовність підприємств харчової промисловості та закладів ресторанного господарства до їх впровадження (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Результати впровадження наукових розробок у практику

Підприємство	Впровадження
ТОВ «12 квартал» (м. Дніпропетровськ)	акт від 05.11.2009 р.
КП «Міська молочна фабрика-кухня дитячого харчування» (м. Харків)	акт від 28.02.2014 р.
ПП «Александрова» кафе «Сливки» (м. Дніпропетровськ)	акт від 24.05.2014 р.
ТОВ «Аліна-А» ресторан «Українські страви» (м. Дніпропетровськ)	акт від 14.11.2014 р.
ТОВ «Піросмані» ресторан «Піросмані» (м. Дніпропетровськ)	акт від 14.04.2015 р.
ФОП Мельник М.Г. (м. Харків)	акт від 30.06.2015 р.
ТОВ «УПК-Арматура» (м. Харків)	акт від 11.07.2016 р.
ФОП Гусенко О.П. мережа «Бістро кафе» (м. Харків)	акт від 30.10.2019 р.

Для узагальнення результатів наукової розробки та оцінювання перспектив її впровадження у практику (науково-технічний, економічний, соціальний, екологічний, маркетинговий) використано метод нечіткої логіки [401] та перспективи впровадження представлено лінгвістичними змінними «рівень ефекту» та «перспективи впровадження наукової розробки». Характеристики за вказаними лінгвістичними змінними сформовано на основі існуючих рекомендацій щодо комерціалізації розробок, створених в результаті науково-технічної діяльності [382], оцінювання ефективності науково-дослідних робіт [402]. Класифікація і ознаки для оцінювання рівня ефекту наведені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Характеристика лінгвістичних змінних для оцінювання
результативності наукових розробок

Ефект	Рівень ефекту				
	дуже низький	низький	середній	високий	дуже високий
1	2	3	4	5	6
Науково-технічний	Розроблено нові класифікації методів, уточнені використовувані методики, експериментально підтверджені відомі розрахунки і методики	Підтверджено розроблені раніше теоретичні висновки	Підтверджено розроблені раніше теоретичні висновки, розширені відомі теорії, удосконалені використовувані методики.	Використані нові методики й оригінальні методи розрахунків	Створено новий напрямок наукових знань і досліджень, використані нові методики й оригінальні методи розрахунків
Економічний	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів
Соціальний	Соціальний ефект на рівні підприємства	Соціальний ефект на рівні локальної території	Соціальний ефект на рівні регіону	Соціальний ефект на рівні галузі	Соціальний ефект на рівні економіки країни
Екологічний	Екологічний ефект на рівні підприємства	Екологічний ефект на рівні локальної території	Екологічний ефект на рівні регіону	Екологічний ефект на рівні галузі	Екологічний ефект на рівні економіки країни
Маркетинговий	Маркетинговий ефект на рівні підприємства	Маркетинговий ефект на рівні локальної території	Маркетинговий ефект на рівні регіону	Маркетинговий ефект на рівні галузі	Маркетинговий ефект на рівні економіки країни

складено на основі [382, 401]

Комплексний показник результативності наукових розробок розраховано за формулою [403]:

$$Ref = \sum_{i=1}^N p_i \times \sum_{j=1}^5 \alpha_j \times \lambda_{ij}, \quad (6.1)$$

де Ref – комплексний показник результативності наукових розробок, коефіцієнт; p_i - рівень значущості i -ї характеристики для оцінювання; дорівнює $p_i = 1/N$; $\alpha_j = (0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9)$ – сукупність вузлових точок; λ_{ij} – значення функції приналежності.

Умови ідентифікації рівня результативності та перспектив впровадження наукових розробок наведено у табл. 6.3.

Таблиця 6.3

Умови ідентифікації рівня результативності та перспектив впровадження наукових розробок

Інтервал значення коефіцієнту Ref	Висновок щодо рівня результативності	Висновок щодо перспектив впровадження
$0 < Ref \leq 0,20$	дуже низький	дуже низькі
$0,21 < Ref \leq 0,40$	низький	низькі
$0,41 < Ref \leq 0,60$	середній	середні
$0,61 < Ref \leq 0,80$	високий	високі
$0,81 < Ref \leq 1,0$	дуже високий	дуже високі

Об'єктивні дані щодо ефектів впровадження технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини та позиціонування їх у матриці за рівнями результативності наукових розробок наведено у табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Ефекти впровадження технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини

Ефект	Опис	Нечітка множина
Науково-технічний	Створено новий напрямок наукових знань і досліджень, використані нові методики й оригінальні методи розрахунків	0/0,1; 0/0,3; 0/0,5; 0/0,7; 1/0,9
Економічний	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	0/0,1; 1/0,3; 0/0,5; 0/0,7; 0/0,9
Соціальний	Соціальний ефект на рівні економіки країни	0/0,1; 0/0,3; 0/0,5; 0/0,7; 1/0,9
Екологічний	Екологічний ефект на рівні галузі	0/0,1; 0/0,3; 0/0,5; 1/0,7; 0/0,9
Маркетинговий	Маркетинговий ефект на рівні галузі	0/0,1; 0/0,3; 0/0,5; 1/0,7; 0/0,9

Враховуючи інформацію щодо ефектів за нечіткою множиною, комплексний показник результативності наукових розробок визначено на рівні 0,70 ($0,2 \times (0 \times 0,1 + 1 \times 0,3 + 0 \times 0,5 + 2 \times 0,7 + 2 \times 0,9)$), що дозволяє зробити висновок про високий рівень загального ефекту від впровадження технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини та високі перспективи щодо впровадження цієї технології у практику діяльності підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства.

Висновки за розділом

1. Проведено комплекс заходів щодо впровадження розроблених технологій у підприємствах харчової промисловості та закладах ресторанного господарства м. Харкова, м. Дніпра.

2. Показано, що нова кулінарна продукція пройшла технологічні, органолептичні та інші дослідження, широко була представлена на міжнародних, обласних, регіональних і вузівських конференціях, виставках, дегустаціях.

3. Відзначено інноваційність наукових розробок, багатоаспектність результатів наукових розробок, які досліджені з урахуванням науково-технічного, економічного, соціального, екологічного, маркетингового ефектів.

4. Доведено економічну доцільність впровадження розробок у практичну діяльність харчових виробництв та закладів ресторанного господарства. У результаті розрахунків встановлено, що економічний ефект впровадження інноваційної продукції становитиме: 1,8 тис. грн. на 1000 кг готової продукції від виробництва НКК із сколотин; 1,4...4,0 тис грн. на 1000 кг продукції при впровадженні технології виробництва УФ-ретентатів БВМС; 79,45...86,33 грн. на 100 кг готової продукції при використанні технології структурованої десертної продукції з використанням УФ-похідних БВМС у закладах ресторанного господарства

5. Доведено, що в умовах недостатнього споживання молока і молочних продуктів, зменшення фонду та скорочення їх виробництва в Україні впровадження розроблених технологій напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини сприятиме вирішенню проблеми забезпечення населення продукцією з високим вмістом білків та інших нутрієнтів.

6. Обґрунтовано екологічний ефект впровадження розробок у практику. Відзначено, що встановлення лінії з переробки сколотин

потужністю 600 л/г або 36,0 кг/г за готовим продуктом за умов її завантаження забезпечить зменшення обсяги стоків підприємствами молочної промисловості на 2/3.

7. Спираючись на об'єктивні дані щодо апробації наукових розробок у діяльності підприємств і враховуючи інноваційну активність у сегменті виробництва харчових продуктів зроблено висновок про затребуваність розробленої технології напівфабрикатів на основі цільового використання нутрієнтів білково-вуглеводної молочної сировини та готовність підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства до її впровадження.

8. Враховуючи, що результати наукового дослідження можуть використовуватись в багатьох сферах економіки ідентифіковано рівень перспективності впровадження результатів наукової роботи у практику діяльності підприємств, для чого використано інтегральний показник результативності наукових розробок, розрахований за результатами оцінювання різних проявів ефекту наукової роботи з використанням методу нечіткої логіки. Узагальнена оцінка потенціалу наукових розробок з урахуванням науково-технічного, економічного, соціального, екологічного, маркетингового ефектів довела високий рівень їх результативності. Інтегральний показник результативності наукових розробок становить 0,7, що складає 70,0% максимально-можливого рівня оцінки (1,0).

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу літературних джерел та патентного пошуку було зроблено висновок, що сьогодні значно погіршилася структура харчування, частково або повністю вилучені з раціону багатьох людей необхідні біологічні компоненти, насамперед, повноцінний білок, що спровокувало виникнення проблем у харчуванні населення всього світу і, зокрема, в Україні. Теоретично доведено, що цільове використання нутрієнтів БВМС, зокрема знежиреного молока, сколотин та сироватки з-під кислого сиру, дозволить забезпечити населення повноцінним білковим харчуванням та раціонально використовувати сировину тваринного походження. Встановлено, що цільове використання нутрієнтів БВМС можливо забезпечити їх виділенням шляхом копреципітації та УФ-концентрування.

2. Встановлено закономірності зміни агрегативної стійкості харчових систем на основі БВМС. Визначено вплив температурних, часових, масових чинників високотемпературної коагуляції та комплексного осадження білків сколотин з використанням як коагулянта сироватки з-під кислого сиру на ступінь виділення сухих речовин із системи та фізико-хімічні властивості низькокальцієвого копреципітату зі сколотин. Визначено, що найкращі органолептичні і структурно-механічні властивості має низькокальцієвий копреципітат зі сколотин, який отримується в результаті високотемпературної обробки (93...95 °С) сколотин протягом (10...15)·60 с із наступним їх охолодженням до 80...85 °С, внесенням 30...40% коагулянту, витриманням суміші за температури коагуляції (10...15)·60 с та інтенсивного охолодження її до 40...45 °С.

3. Визначено раціональні технологічні параметри проведення УФ-розділення БВМС з використанням УФ-мембран типу ПАН в тупиковому режимі та режимі барботування РВПС. Встановлено, що максимальна ефективність процесу УФ всіх дослідних видів БВМС в тупиковому режимі

досягається за тиску фільтрації 0,4...0,5 МПа, температури РВПС, що поділяються – 40...50 °С, тривалості процесу – (1,5...2,0)·60² с, в режимі барботування – за температури 40...50 °С, тиску фільтрації – 0,4...0,5 МПа, тривалості (3,0...4,0)·60² с. Рекомендованими режимами барботування при цьому є частота 0,10...0,15 хв⁻¹ і тиск 0,56...0,58 МПа. Зазначені конструктивні особливості і технологічні режими дозволяють інтенсифікувати процес ультрафільтраційного концентрування знежиреного молока порівняно з УФ в тупиковому режимі в 1,3...1,4 разів, сколотин – в 1,5...1,6 разів, сироватки з-під кислого сиру – в 1,4...1,5 разів.

4. Комплексними дослідженнями якісних показників розроблених НКК зі сколотин та УФ-ретентатів БВМС доведено їх високу харчову та біологічну цінність, що обумовлює доцільність їх використання в технологіях напівфабрикатів для структурованої десертної продукції.

5. Досліджено склад та властивості пюре з каротиновмісної сировини з метою їх потенційного використання в технологіях НБВКРС. Виявлено, що пюре з моркви та пюре з гарбуза обраних ботанічних сортів відрізняються підвищеним вмістом антиоксиданта й імуномодулятора β-каротину – 7,5±0,15 мг та 12,6±0,2 мг в 100 г відповідно. Вміст вітаміну С у пюре з моркви становить 5,0...5,2 мг / 100г, у пюре з гарбуза – 12,0...12,4 мг / 100г.

6. Досліджено протекторну дію стабілізатора «Астрі Гель» на біологічно активні речовини каротиновмісної овочевої сировини та параметри його токсичної дії. Встановлено закономірності, що свідчать про ефективність використання стабілізатора «Астрі Гель» з метою збереження біологічно активних речовин та кольору розроблених пюре з моркви та пюре з гарбуза як окремо, так і в складі НБВМ та НБВГ. За результатами проведених досліджень *in vivo* було визначено п'ятий клас токсичної дії стабілізатора «Астрі Гель», що засвідчує його практичну нетоксичність. Встановлена залежність «ефект-доза» після споживання щурами НБВКРС зі стабілізатором «Астрі Гель», на основі чого розраховані параметри гострої токсичності стабілізатора: показники летальних і ефективних доз, ступінь

його безпечності. Показник LD_{50} для напівфабрикатів білково-вуглеводних у перерахунку на стабілізатор «Астрі Гель» склав 17,87 г/кг (при розрахункових величинах $LD_{16}=4,75$ г/кг, $LD_{84}=67,20$ г/кг, а $LD_{99}=395,95$ г/кг), що доводить його безпечність під час споживання у помірних дозах.

7. Визначено ступінь участі білків різних фракцій БВМС та їх УФ-ретентатів у піноутворенні. Встановлено, що на процес піноутворення знежиреного молока та сколотин найбільший вплив мають казеїнові білки. У процесі піноутворення сироватки з-під кислого сиру 90...95% сироваткових білків залучаються до міжфазної поверхні, при цьому казеїнові білки флотовані у піну на 45...50%. Доведено, що зі збільшенням фактору концентрації БВМС флотація білків у піну інтенсифікується.

8. Розроблено технології виробництва напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі НКК зі сколотин та УФ-ретентатів БВМС. Визначено показники, що характеризують харчову цінність НБВМ, НБВГ, НСДП УФРЗМ, НСДП УФРС, НЗДП УФРСКС. Встановлено, що за вмістом сухих речовин НБВМ перевищує контрольний зразок на 2,9...3,1%, НБВГ – на 3,1...3,2%; за вмістом жиру на 0,44...0,46%; за вмістом золи на 0,27...28%; за вмістом вуглеводів – на 3,5...3,7 та 3,8...4,0% відповідно. Кількість незамінних амінокислот від загальної їх суми в білках НБВМ та НБВГ, як і в контролі, складає 41...42%. НСДП на основі УФ-похідних БВМС порівняно з контролем мають нижчу калорійність на 48...50%, меншу масову частку жиру на 15,0...15,9% з одночасним збільшенням кількості білка на 2,0...2,2%. Вміст білка у НЗДП УФРСКС є вищим на 2,1...2,2%, ніж в контролі, жиру – нижчим на 2,3...2,6%. У всіх розроблених напівфабрикатах ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, в тому числі всі незамінні, лімітуючі амінокислоти – відсутні.

9. Результати дослідження зміни мікробіологічних та органолептичних показників розроблених напівфабрикатів під час зберігання дозволили визначити їх терміни зберігання: НБВКРС охолоджених – за температури 0...4 °С – 7 діб, НБВКРС заморожених – за температури

-18...-19 °С – 6 місяців; НСДП УФРЗМ та НСДП УФРС – за температури 2...4 °С протягом 36 годин; НЗДП УФРСКС – 3...5 діб за температури зберігання 2...4 °С, до 24 годин за температури зберігання 16...18 °С.

10. Визначено напрями використання напівфабрикатів білково-вуглеводних на основі цільового використання нутрієнтів БВМС у технологіях виробництва продукції ресторанного господарства. Встановлено, що їх застосування доцільне для приготування борошняних страв та кулінарних виробів, страв із кисломолочного сиру, других та солодких страв, напоїв та морозива м'якого. Доведено переваги розроблених виробів за харчовою та біологічною цінністю, що полягають у збагаченні їх цільовими нутрієнтами та зниженні енергетичної цінності.

11. Розроблено та затверджено нормативну документацію на нові види продукції з використанням концентратів БВМС. Запропоновані технології пройшли апробацію на підприємствах харчової промисловості та у закладах ресторанного господарства України. У результаті розрахунків встановлено, що економічний ефект впровадження інноваційної продукції становитиме: 1,8 тис. грн на 1000 кг готової продукції від виробництва НКК зі сколотин; 1,4...4,0 тис. грн на 1000 кг продукції за умов упровадження технології виробництва УФ-ретентатів БВМС; 79,45...86,33 грн на 100 кг готової продукції у разі використання технології структурованої десертної продукції з використанням УФ-похідних БВМС у закладах ресторанного господарства. Узагальнена оцінка потенціалу наукових розробок з урахуванням науково-технічного, економічного, соціального, екологічного, маркетингового ефектів довела високий рівень їх результативності. Інтегральний показник результативності наукових розробок становить 0,7.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз молочної галузі України. URL: <http://avm-ua.org/uk/post/analiz-molocnoi-galuzi-ukraini>.
2. Мошковська О. А. Аналіз сучасного стану молокопродуктового підкомплексу України, проблем його розвитку та шляхів їх вирішення // Агросвіт. № 18. 2019. С. 16–23.
3. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/>.
4. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
5. Деркач А. О конкуренции украинских производителей молока с европейскими. URL: <https://infagro.com.ua/aleksandr-derkach-o-konkurentsii-ukrainskih-proizvoditeley-moloka-s-evropeyskimi/>.
6. Итоги года на рынке молока: производители все больше ориентируются на Китай и ЕС. URL: <https://delo.ua/business/itogi-goda-moloko-349186/>.
7. От количества к качеству: анализ рынка молочной продукции в Украине. URL: <https://pro-consulting.ua/pressroom/ot-kolichestva-k-kachestvu-analiz-rynka-molochnoj-produkcii-v-ukraine>.
8. Рынок молочной продукции Украины. URL: <https://trademaster.ua/articles/312870>.
9. Розвиток промисловості для забезпечення зростання та оновлення української економіки: науково-аналітична доповідь / за ред. д-ра екон. наук Дейнеко Л. В.; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозів НАН України». Київ, 2018. 158 с.
10. Дьяченко П. Ф., Коваленко М. С., Грищенко А. Д. Технология молока и молочных продуктов. Москва: Пищевая промышленность, 1974. 446 с.

11. Липатов Н. Н. Принципы рационализации технологий и совершенствования качества мясных и молочных продуктов: дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 1988. 630 с.

12. Просеков А. Ю. Теоретическое обоснование и технологические принципы формирования молочных пенообразных дисперсных систем: дис. ... д-ра техн. наук. Кемерово, 2004. 472 с.

13. Храмов А. Г., Нестеренко П. Г. Рациональная переработка и использование белково-углеводного молочного сырья. Москва: Молочная промышленность, 1998. 105 с.

14. Храмов А. Г., Полянский К. К., Нестеренко П. Г. и др. Промышленная переработка нежирного молочного сырья / под ред. А. Г. Храмова. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1992. 192 с.

15. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В. Белково-углеводное молочное сырье как основа для десертной продукции // Food safety, resources, energy-efficiency and innovative technologies: the collection of materials of the International conference, November 28-30, 2019. Namangan city, 2019. P. 220–223.

16. Гуляев-Зайцев С. С. Физико-химические основы производства масла из высокожирных сливок. Москва: Пищевая промышленность, 1974. 133 с.

17. Гуляев-Зайцев С. С., Тищенко Л. М. Сезонні та регіональні зміни хімічного складу молочного жиру // Вісник аграрної науки. 2002. №3. С. 67–69.

18. Дейниченко Г. В. Научное обоснование и разработка технологий продуктов питания повышенной пищевой ценности на основе нежирного молочного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.16. Харьков, 1997. 327 с.

19. Козлов В. Н., Затирка А. Ф. Технология молочно-белковых продуктов. Киев: Урожай, 1988. 168 с.

20. Sychevskyi M., Romanchuk I., Minorova A. Milk whey processing: prospects in Ukraine // *Food science and technology*. 2019. V. 13, Issue 4. P. 58–68.
21. Поліщук Г. Є. Формування складних дисперсних систем молочного морозива з натуральними компонентами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04. Київ, 2013. 48 с.
22. Рудавська Г. Б., Тищенко Є. В., Куш С. П. Молочні та яєчні товари: підруч. для студентів ВНЗ. 3-тє вид., перероб. та допов. / за заг. ред. д-ра с.-г. наук, проф. Г. Б. Рудавської. Київ: КНТУ, 2013. 371 с.
23. Юдіна Т. І. Наукове обґрунтування технологій структурованої кулінарної продукції з використанням концентратів сколотин: дис ... д-ра техн. наук: 05.18.16. Київ, 2016. 405 с.
24. De Bassi L. G., Caetano Ferreira G. C., Da Silva A. S. et al. Evaluation of physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of fermented milk beverages with buttermilk addition // *International Journal of Dairy Technology*. 2011, 65(2). P. 282–286.
25. Szkolnicka K., Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A. Buttermilk ice cream – new method for buttermilk utilization // *Food Sci Nutr*. 2020. P. 1–10.
26. Соколова З. С., Лакомова Л. И., Тиняков В. Г. Технология сыра и продуктов переработки сыворотки: учебное пособие. Москва: Агропромиздат, 1992. 335 с.
27. Yadav J. S. S., Yan S., Pilli S. et al. Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides // *Biotechnology Advances*. 2015. 33(6). P. 756–774.
28. Abdel-Haleem H., Kheadr E., Dabour N. et al. Buttermilk: one of the oldest functional foods // *Egyptian Journal of Dairy Science*. 2018. 46 (1). P. 11–30.
29. Энциклопедия питания в 10 томах. Том 3: Характеристика продуктов питания / под общей ред. Черевко А. И. Харьков: Мир книг, 2014. 744 с.

30. Elías-Argote X., Laubscher A., Jiménez-Flores R. Dairy ingredients containing milk fat globule membrane: description, composition, and industrial potential // *In Advances in Dairy Ingredients*. 2013. P. 71–98.
31. Vanderghem C., Bodson P., Danthine S. et al. Milk fat globule membrane and buttermilks: From composition to valorization // *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*. 2010. 14(3). P. 485–500.
32. Ключникова Д. В. К вопросу использования подсырной сыворотки // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. №4 (35). Ч. 1. С. 70–71.
33. Попов А. М., Драпкина Г. С. Современное состояние переработки вторичного молочного сырья // *Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов*. Кемерово. 2001. №3. С. 69.
34. Вышемирский Ф. А., Силин В. М. Эффективность производства сливочного масла и спредов // *Сыроделие и маслоделие*. 2005. №3. С. 22–27.
35. Ладика В., Маслак О. Світовий молочний ринок: стан та перспективи // *Пропозиція*. 2009. №3. С. 42–43.
36. Romeih E. A., Abdel-Hamid M., Awad A. A. The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yogurt // *Dairy Science & Technology*. 2014. 94. P. 297–309.
37. Ali A. H. Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics // *Int J Dairy Technol*, 2019. 72. P. 169–182.
38. Zhao L., Feng R., Ren F., Mao X. Addition of buttermilk improves the flavor and volatile compound profiles of low-fat yogurt. *LWT // Food Science and Technology*. 2018. 98. P. 9–17.
39. Беспалова Е., Миклух И. Аминокислотный состав молочных продуктов функционального назначения // *Наука и инновации*. 2020. №11. С. 78–83.

40. La microfiltration pr serve le go t du lait // Leseure Ph. Lig. Et cond. 2004. V. 35, №311. P. 20–21.
41. Cheang B., Zydney A. A two-stage ultrafiltration process for fractionation of whey protein isolate // I. Membr.Sci. 2004. V. 231. № 1-2. P. 159–167.
42. Щетилина И. П. Совершенствование процесса выделения белков молока и молочной сыворотки методом электрофлотации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 02.18.16. Воронеж, 2004. 20 с.
43. Фетисов Е. А., Дьяченко П. Ф., Артемова Т. И. Новые методы разделения растворов в молочной промышленности. Москва, 1982. 20 с.
44. Шаяхметов А. Ш., Полянский К. К., Долниковский В. И. Разделение и концентрирование компонентов творожной сыворотки обратным осмосом // Молочная промышленность. 1986. № 6. С. 123–125.
45. Новиков О. П., Борисов А. Т., Степанятов В. Е. Методы извлечения белковых веществ из творожной сыворотки. Москва: ЦНТИИТЭИмясомолпром, 1981. 19 с.
46. Ростроса Н. К. Технология молока и молочных продуктов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Пищевая промышленность, 1980. 192 с.
47. Ростроса Н. К. Производство молочно-белковых концентратов на основе высокотемпературной коагуляции белков обезжиренного молока. Москва: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1986. 8 с.
48. Трухачев В. И., Молочников В. В., Орлова Т. А. и др. Концентраты белков молока. Ставрополь: АГРУС, 2009. 152 с.
49. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И., Жеребцов Н. А. Химия пищи: Белки, структура, функции, роль в питании в 2 кн. Москва: Колос, 2000. Кн. 1. 384 с.
50. Ангиогенин. URL: <http://milk-industry.ru/molochnaya-syvorotka/3413-angiogenin.html>.

51. Храпцов А. Г., Василисин С. В. Рациональное использование обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Ставрополь, 2001. 108 с.
52. Волкова Т. А., Кравченко Э. Ф. Сухие концентраты на основе вторичного молочного сырья // Сыроделие и маслоделие. 2003. №4. С. 34.
53. Орлова Т. А. Использование фракционирования молочного сырья полисахаридами в производстве функциональных продуктов питания // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. №8. С. 96–97.
54. Молочников В. В. Биологическая ценность белков молочной сыворотки // Производство и применение в народном хозяйстве биологически активных веществ молока. Ставрополь: ВНИИКИМ, 1982. С. 3–7.
55. Харитонов В. Д., Евдокимов И. А., Алиева Л. Р. Тенденции развития технологий переработки молока // Молочная промышленность. 2003. №10. С. 5–8.
56. Barile D., Tao N., Lebrilla C. B. et al. Permeate from cheese whey ultrafiltration is a source of milk oligosaccharides // International Dairy Journal. 2009. 19(9). P. 524–530.
57. Schork N., Schuhmann S., Nirschl H., Guthausen G. In situ measurement of deposit layer formation during skim milk filtration by MRI // Magnetic resonance in chemistry. 2019. T. 57. V. 9. P. 738–748.
58. Dussault-Chouinard I., Britten M., Pouliot Y. Improving rennet coagulation and cheesemaking properties of reverse osmosis skim milk concentrates by pH adjustment // International dairy journal. 2019. T. 95. P. 6–14.
59. Cho J. Y., Jung H. Y., Kim J. K. Biodegraded mackerel wastewater selectively inhibits harmful algal blooms // Journal of hazardous materials. 2019. T. 364. P. 349–355.
60. Rekik S. B., Bouaziz J., Deratani A., Baklouti S. Purification of Industrial Effluent by Ultrafiltration Ceramic Membrane based on Natural Clays and Starch Powder // Carbonaceous composite materials. 2018. T. 42. P. 177–204.

61. Deynychenko G. V., Zolotukhina I. V. Features of membrane concentration of buttermilk // *Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. / Алматинский технологический ун-т. Алматы (Казахстан), 2015. С. 48–49.*
62. Дубяга В. П., Бесфамильный И. Б. Нанотехнологии и мембраны // *Мембраны. 2005. № 3(27). С. 11–16.*
63. Дытнерский Ю. И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. Москва: Химия, 1986. 272 с.
64. Дубяга В. П., Поверов А. А. Мембранные технологии для охраны окружающей среды и водоподготовки // *Мембраны. 2002. № 13. С. 3–10.*
65. Deynychenko G. V., Zolotukhina I. V., Solonchuk L. N. Substantiation of using UF-concentrate from whey from acidified cheese for the beverage production // *Мембранні і сорбційні процеси та технології: зб. матер. українсько-польської наук. конф. / Нац. ун-тет «Києво-Могилянська академія». Київ, 2015. С. 67.*
66. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Золотухіна І. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної виворотки: монографія. Харків: Факт, 2008. 208 с.
67. Козукова Л. Г. Баромембранные процессы разделения: задачи и проблемы // *Вестник ДВО РАН. 2006. № 5. С. 65–76.*
68. Брик М. Т. Питна вода і мембранні технології // *Наукові записки. 2000. Т. 18. С. 4–24*
69. Брык М. Т., Нигматулик Р. Р. Химия и технология воды // *РЖХ. 1995. Т. 17. № 4. С. 375–397.*
70. Малежик І. Ф., Циганков П. С., Немирович П. М. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв: підруч. / за ред. проф. І. Ф. Малежика. Київ: НУХТ, 2003. 400 с.
71. Брык М. Т. Энциклопедия мембран в 2-х томах. Киев: Киево-Могилянская академия, 2005. Т. 2. 660 с.

72. Мазняк З. О. Досліджування процесу ультрафільтраційного концентрування сколотин та його апаратурне оформлення: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. Харків, 2003. 660 с.

73. Дейниченко Г. В., Мазняк З. А. Интенсификация ультрафильтрации пахты // Молочная промышленность. 2003. № 6. С. 58–59.

74. Дейниченко Г. В., Поперечний А. М., Мазняк З. О. Спосіб концентрування білка із вторинної молочної сировини (сколотин) // Обладнання та технології торгових виробництв : темат. зб. наук. пр. Донецьк: ДонДУЕТ, 2003. Вип. 9. С. 92–96.

75. Пристрій для ультрафільтрації біологічних рідин: деклараційний пат. на винахід 54980 Україна, МПК (2001) B01D61/00. / Черевко О. І., Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Поперечний А. М., Юдіна Т. І. Заявник і патентовласник Харк. держ. акад. технології і організації харчування № 2002064643; заявл. 06.06.02; опубл. 17.03.03, Бюл. № 3. 3 с.

76. Дытнерский Ю. И. Обратный осмос и ультрафильтрация. Москва: Химия, 1991. 352 с.

77. Shannon M. A., Bohn P. W., Elimelech M. A., Georgiades J. G. et al. Science and technology for water purification in the coming decades // Nature. 2008. V. 452. № 7185. P. 301–310.

78. Lipp P., Baldauf G. Stang der Membrantechnik in der Irinkwasseraufbereitung in Deutschland // DVGW Energ. Wasser-Prax. 2008. V. 59. № 4. P. 60–64.

79. Al – Jeshi S., Neville A. An experimental evaluation of reverse osmosis membrane performance in oily // Desalination. 2007. V. 228. № 1–3. P. 287–294.

80. Patent 102006007859 Deutschland PC (2001) C02f3/34. Halophiler Schwachlast MBR / S. Baumgarten, R. Ostrovski. № 102006007859; заявл. 17.02.06; опубл. 30.08.07. P. 5.

81. Українець А. І., Мирончук В. Г., Грушевська І. О. та ін. Дослідження процесу нанофільтрації при комплексній переробці молочної

сироватки // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Доля. 2007. № 1 (107). С. 466–471.

82. Грушевська І. О., Українець А. І., Мирончук В. Г. та ін. Нанофільтрація цільної сироватки після виділення з неї білково-жирової фракції // Мембранні та сорбційні процеси і технології: тези доп. XIX укр. семінару, 20–21 бер 2008 р. Київ, 2008. С. 15.

83. Українець А. І., Мирончук В. Г., Кучерук Д. Д. та ін. Процес нанофільтрації молочної сироватки // Обладнання та технології харчових виробництв. Донецьк: Дон НУЕТ. 2007. Вип. 17, Т 1. С. 138–142.

84. Kristensen D., Jensen P.Y., Madsen F., Birdi K.S. Rheology and Surface Tension of Selected Processed Dairy Fluids: Influence of Temperature // Journal of Dairy Science. 1997. V. 80, Is. 10. P. 2282–2290.

85. Saffon M., Jiménez-Flores R., Britten M., Pouliot Y. Effect of heating whey proteins in the presence of milk fat globule membrane extract or phospholipids from buttermilk // International Dairy Journal. 2015. V. 48. P. 60–65.

86. Далинин О. Ю. Прогрессивные способы переработки молока. Минск: Урожай, 1989. 110 с.

87. Вышемирский Ф. А. Этюды о масле, маслоделии и маслоделах. Москва: Молочная пром-сть, 2008. 363 с.

88. Силин В. М. О нормировании расхода сырья в маслоделии и упорядочении расчетов при подготовке смеси с требуемой массовой долей жира в сыродельной отрасли // Молочное дело. 2007. № 7. 30–32.

89. Остроумов Л.А., Брагинский В.И., Осинцев А.М., Боровая Е.А. Структура и коагуляционные свойства белков молока // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 8. С.41–46.

90. Крусь Г.Н. К вопросу строения мицеллы и механизма сычужной коагуляции казеина // Молочная промышленность. 1992. № 4. С.23–28.

91. Шилер Г.Г., Пояркова Г.С., Левачев М.М. Гипотетически идеальный жир в продуктах питания здорового человека // XXI

Международный конгресс по молочному делу. Краткие сообщения. Москва, 1982. Т.2. С. 272–273.

92. Савелькина Н. А. Биохимия и микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие в 2 ч. Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. Ч. 2. 120 с.

93. Молочников В. В. Биологическая ценность белков молочной сыворотки // Производство и применение в народном хозяйстве биологически активных веществ молока: Тезисы докл. 2-й краевой науч.-техн. конф. Ставрополь, 1982. С. 3–7.

94. Mann E. Milchprotein – Copraezipitaten // Molkereizeitung Well. 1984. Т.38. Р. 40.

95. Ставрова Э. Р. Рациональное использование молочного сырья. Москва: Агропромиздат, 1975. 207 с.

96. Левинтон Ж. Б. Проблемы пищевого белка в мире и в Украине // Пути решения проблемы пищевого белка в Украине: труды науч.-практич. конф. Киев, 1994. С. 5–7.

97. Острик А. С., Дорохович А. Н., Мироненко Н. В. Использование нетрадиционного сырья в кондитерской промышленности: справочник. Киев: Урожай, 1989. 112 с.

98. Овчинникова А. С., Агеева Е. В. Применение белоксодержащего сырья в производстве кондитерских изделий // Кондитерская пром-ть. 1991. Сер. 17. Вып. 10. С 1–20.

99. Replacers on the Sensory Properties, Color, Melting, and Hardness of Ice Cream // Journal of Dairy Science. 2014. 82. P. 2094–2100.

100. Meena G. S., Singh A. K., Gupta V. K., et al. Alteration in physicochemical, functional, rheological and reconstitution properties of milk protein concentrate powder by pH, homogenization and diafiltration. // Journal of food science and technology-mysore. 2019. Т. 56. V. 3. P. 1622–1630.

101. Sodini I., Morin P., Olabi A., Jimenez-Flores R. Compositional and functional properties of buttermilk: A comparison between sweet, sour, and whey buttermilk // JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 2006. Т. 89. V. 2. P. 525–536.

102. Козлов В.Н., Козлова В.А. Использование дополнительных сырьевых ресурсов в общественном питании. Киев: Техника, 1983. 87 с.

103. K možnostem využití koncentrátů lécnych bílkovin. Periin Stibor. // «Prum. potravim». 1986. №10. P. 525–528.

104. Спосіб виробництва м'якого низьколактозного морозива: пат. на корисну модель 135572UA, Україна, МПК А 23 G 9/04 (2006.01) / Бондар С. М., Трубнікова А. А., Чабанова О. Б., Шарахматова Т. Є., Мамінтова К. О., Климентьєва І. О. № и 2019 00443; заявл. 16.01.19; опубл. 10.07.19, бюл. № 13/2019.

105. Трубнікова А. А. Розроблення безлактозного концентрату маслянки із заданим складом нутрієнтів: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Одеса. 2019. 253 с.

106. Ребиндер П. А. Пенообразователи. Пены. Физический словарь в 5 т. Москва: Гл. ред. техн. энцикл. и словарей, 1983. Т.4. С. 710–711.

107. Кругляков П.М., Ексерова Д.Р. Пена и пенные пленки. Москва: Химия, 1990. 286 с.

108. Белоусов А. П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 264 с.

109. Гордієнко Л. В. Дослідження якості лукуму збивного з кизилієвим пюре при зберіганні // Технології харчових продуктів і комбікормів: зб. тез доп. учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. Одеса: ОНАХТ, 2018. С. 27–28.

110. Гніцевич В., Васильєва О. Технологія солодких соусів із плодово-ягідної сировини // Товари і ринки: Міжнар. наук.-практ. журн. 2020. № 1 (33). С. 78-84.

111. Остроумов Л. А., Просеков А. Ю., Жданов В. А. Пенообразование в молоке и молочных продуктах // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000. №10. С. 21–22.
112. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / 3-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: Гиорд, 2003. 320 с.
113. Chatterton D. E. W., Smithers G., Roupas P., Brodkorb A. Bioactivity of blactoglobulin and α -lactalbumin-Technological implications for processing // International Dairy Journal. 2006. V. 16(11). P. 1229–1240.
114. Delavari B., Saboury A. A., Atri M. S. et al. Alpha-lactalbumin: A new carrier for vitamin D3 food enrichment // Food Hydrocolloids. 2015. V. 45. P. 124–131.
115. Просеков А. Ю., Ильина А. А., Новиков Р. С. Использование пенообразных систем на основе цельного молока в производстве молочных десертов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. №11. С. 21–22.
116. Рогов И. А., Горбатов В. А., Свинцов В. А. Дисперсные системы мясных и молочных продуктов. Москва: Агропромиздат. 1990. 320 с.
117. Жданов В. А. Исследование процесса пенообразования молока: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Кемерово, 2000. 152 с.
118. Остроумов Л. А., Просеков А. Ю., Жданов В. А. Влияние лактозы, активной и титруемой кислотности на пенообразующие свойства молока // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. №2. С. 47–48.
119. Уманский М. С., Просеков А. Ю. Влияние липокомплекса молочных систем на их пенообразующие свойства // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. №8. С. 77–81.
120. Климова Т. А., Просеков А. Ю. Биотехнологические аспекты пенообразования вторичного молочного сырья // Пищевые продукты и здоровье человека: Материалы научной студенческой конференции. Кемерово, 2001. С. 64.

121. Просеков А. Ю. Концептуальные аспекты пенообразования в молочных системах // Хранение и переработка сельхозсырья. 2002. №2. С. 24–27.
122. Волгарев М. Н., Тутельян В. А., Княжев В. А. и др. Концепция здорового питания // Вестн. РАМН. 1999. № 9. С. 17–19.
123. Доронин А. Ф., Шендеров Б. А. Функциональное питание. Москва, 2002. 294 с.
124. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України: стат. зб. 2010. К.: Державна служба статистики України, 2011. 55 с.
125. Грузева О. В., Іншакова Г. В., Яковенко В. Г. Вплив харчових чинників на здоров'я населення // Матеріали IV з'їзду фахівців з соціальної медицини та організації охорони здоров'я. 2008. Т. 1-2. С. 60–62 (14).
126. Ересько Г. А. Комбинированные молочные продукты: Обзорная информация. Москва: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1993. 28 с.
127. Покровский А. А., Романенко Г. А., Княжев В. А. и др. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни. Новосибирск: Изд-во Сиб. ун-тет, 2002. 341 с.
128. Шилер Г. Г., Молочников В. В., Заяц Н. Е., Кубанская Д. М. Комбинированные молочные продукты. Москва: ЦНИИТЭИмясомол-пром, 1990. – 38 с.
129. Коул Р. Пищевые белки растительного происхождения // Prepared Foods. 1997. №11. С. 25.
130. Микулович Т. П. Растительный белок. Москва: Агропромиздат, 1991. 367 с.
131. Дубинина А. А. Технология получения полуфабрикатов из семечковых и косточковых плодов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Харьков, 1993. 177 с.

132. Савельев Н. И. Пригодность плодовых, ягодных и редких культур для получения натуральных продуктов питания // Вестник РАСХН. 2006. №5. С. 95–96.

133. Борисов В. А., Рабинович А. М. Целебные овощные и пряноароматические растения России. Москва: Ариэбиа, 2008. 546 с.

134. Литвинов С. С., Борисов В. А. Качество и целебные свойства овощных и пряноароматических культур // Сб. науч. трудов по овощеводству и бахчеводству. М., 2009. С.11–18.

135. Кононков П. Ф., Гинее В. К., Пивоваров В. Ф. и др. Овощи как продукт функционального питания. Москва: Столичная типография, 2008. 128 с.

136. Висерас Адаркон Х. Овощи и фрукты. Москва, 2006. 74 с .

137. Магамедов Г. О., Плотникова И. В. Использование свекловичных полуфабрикатов в производстве карамельных начинок (химический состав и пищевая ценность свекловичного пюре и жома и их влияние на качество и структурно-механические свойства начинок) // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2005. №7. С. 15–16.

138. Юрченко Н. А., Волончук С. К., Лунева Л. М. Использование плодоовощных добавок в производстве молочно-белковых продуктов лечебно-профилактического назначения // Вестник РАСХН. 2008. №3. С. 90–91.

139. Слабина Н. М., Дроздова В. И., Володько Г. В., Гореньков Э. С. Плодоовощные консервы профилактического назначения // Пищевая промышленность. 2006. №11. С. 3–5.

140. Тележенко Л. Н. Оценка сохранности биологически активных качеств фруктов при их переработке // Вестник Международной академии холода. 2007. №4. С. 45–47.

141. Василькина В. А., Новожилова Е. С. Овощные пюре в мучных изделиях для здорового питания // Кондитерское производство. 2005. №6. С. 42–47.

142. Максимов И. В., Курчаева Е. Е., Манжесов В. И. Пути рационального использования растительного сырья при производстве функциональных продуктов // Современные наукоемкие технологии. 2009. № 4. С. 20–22.

143. Павлюк Р. Ю., Яницький В. В., Кравченко Р. Н. та ін. Вивчення біологічно активних речовин із лікарської сировини з потенційною антиоксидантною активністю // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: праці наук.-практ. конф., присвяч. 30-річчю ХДАТОХ, 16-17 жовт., 1997 р. / Харк. держ. ак. техн. орг. харч. Харків, 1997. С. 111 –112.

144. Погарська В. В. Формування якості каротиноїдних фітодобавок профілактичної дії з моркви та їх використання в продуктах харчування: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. Харків, 1998. 17 с.

145. Калачева А. В. Оценка исходного материала моркови столовой с разнообразной окраской корнеплода и разработка экспресс-методики определения содержания каротина: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Москва, 2011. 156 с.

146. Алексахин В. И., Алпатьев А. В., Андреева Р. А. и др. Справочник по овощеводству. Ленинград: Колос. Ленинградское отделение, 1983. 511 с.

147. Бобровицкий А. В. Территориальная организация хранения и переработки овощной продукции. Киев: Техника, 1991. 134 с.

148. Каталог районированных сортов овощных, плодовых и ягодных культур, рекомендуемых для консервной промышленности. Москва: Агропромиздат, 1986. 114 с.

149. Бакулина В. А., Брегер Э. Л., Грибова Н. Я. Характеристика сортов и гибридов овощных культур, включенных в Госреестор с 1995 г. // Картофель и овощи. 1996. № 1. С. 3.

150. Донченко Л. В., Калайциди Л. Ю. Физико-математические свойства пектинов из различных видов растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 1998. № 1. С. 34–35.

151. Нуштаева Т. И., Помозова В. А., Позняковский В. М., Шелухина Н. П. Пектиновые вещества плодово-ягодного и овощного сырья Кузбасса // Пищевая промышленность. 1993. № 8. С. 12–14.

152. Петровский К. С., Смирнова Н. Н., Белоусов Д. П. Витамины круглый год. Москва: Росагропромиздат, 1990. 68 с.

153. Plant pigment as natural food colours: Finn.chem. Congr., Helsinki: 12-14. Nov. 1991, Abstr. - 1991. P. 123-135.

154. Белик В. Ф., Советкина В. Е. Овощные культуры и технология их возделывания. Москва: Агропромиздат, 1991. 480 с.

155. Михалев В. Ю. Особенности производства семян тыквы на фармакологические цели с применением механизированной уборки в условиях Волгоградского Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06. Москва, 2003. 23 с.

156. Теханович Г. А. Генофонд бахчевых культур и его использование в селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Санкт-Петербург, 2004. 32 с.

157. Литвинов С. С., Борисов В. А. Качество и целебные свойства овощных и пряноароматических культур // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству. 2009. С.11–18.

158. Висерас Аларкон Х. Овощи и фрукты. Москва, 2006. 74 с .

159. Кононков П. Ф., Гинее В. К., Пивоваров В. Ф. и др. Овощи как продукт функционального питания. Москва: Столичная типография, 2008. 128 с.

160. Болотских А. Т. Диетические свойства тыквы // Картофель и овощи. 1992. № 1. С. 30–31.

161. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. Москва: Агропромиздат, 1987. 494 с.

162. Дмитриева Е. Т., Евстигнеев Г. М., Мархи З. А. др. Консервы и концентраты для детского питания. Москва: Агропроиздат, 1985. 246 с.
163. Троян З. Н., Лычкина Л. В., Корастилева Н. Н., Юрченко Н. В. Бахчевые культуры – арбузы, кабачки, тыква в консервной промышленности // Пищевая промышленность. 1998. № 5. С.22–23.
164. Борисов В. А., Рабинович А. М. Целебные овощные и пряноароматические растения России. Москва: Ариэбиа, 2008. 546 с.
165. Болотских А. Т. Диетические свойства тыквы // Картофель и овощи. 1992. № 1. С.30–31.
166. Дубініна А. А. Наукове обґрунтування формування споживних властивостей фортифікованих паст із фруктів та овочів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15. Харків, 2014. 556 с.
167. Булдаков А. С. Пищевые добавки: справочник. Москва, 2001. 436 с.
168. Светлов А. Н., Кузнецов С. В. Производство низкокалорийных пищевых продуктов с использованием карбоксиметилцеллюлозы // Переработка молока. 2005. №2. С. 28–29.
169. Душман А. И. Модифицированные крахмалы // Пищевая промышленность. 1991. №7. С. 51–53.
170. Птичкина Н. М. Продукты с регулируемой энергетической ценностью на основе водорослевых полисахаридов // Экология человека: проблемы и состояние лечебно-профилактического питания: тез. докл. Междунар. семинара. Москва, 1994. С. 44–45.
171. Берегова И. В. Пектины и каррагинаны в молочных продуктах нового поколения // Переработка молока. 2005. №4. С. 27–28.
172. Базарнова Ю. Г., Шкотова Т. В., Зюканов В. М. Применение натуральных гидроколлоидов для стабилизации пищевых продуктов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. 2005. №2. С. 36–39.
173. ГОСТ 4495 – 87. Технические условия молоко цельное сухое: 2008. 6 с. (Межгосударственный стандарт).

174. Дунченко Н. И. Научное обоснование технологий производства и принципов управления качеством структурированных молочных продуктов: дис...д-р техн.наук: 05.18.04. Москва, 2003. 341с.

175. Перцевой Ф. В., Савгира Ю. А., Фомина И. Н. Влияние некоторых пищевых низкомолекулярных веществ на теплоту испарения и энергию связи молекул воды в студнях желатина Сб. науч. тр. Харьков. 1994. С. 18–20.

176. https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2020/04/30/Gelita-anticipates-continued-double-digit-growth-in-collagen-peptides-in-2020?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright

177. Смирнов С. О., Фазулина О. Ф. Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 3. С. 454–469.

178. Sagdic O., Ozturk I., Cankurt H., Tornuk F. Interaction Between Some Phenolic Compounds and Probiotic Bacterium in Functional Ice Cream Production // Food and Bioprocess Technology. 2012. P. 2964–2971.

179. Mian K., Makkia S., Komal J. Food Materials Science in Egg Powder Industry // Role of Materials Science in Food Bioengineering Academic Press. 2018. P. 505–537.

180. Cuihua Chang, Yali Xu, Mingcheng Shi et al. Effect of dry-heat and guar gum on properties of egg white powder: Analysis of forming capacity and baking performance // Food Hydrocolloids. 2020. V. 99. P. 333.

181. Арсеньева Т. П. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. В 4 т. Т. 4 Мороженое. СПб: ГИОРД. 2002. 84 с.

182. Fresh milk products with ability to provoke postabsorptive satiety, and methods of their production Патент RU(11) 2 391 847(13) C2 A23C 23/00 (2006.01) / EhMAR P'er (FR), LLJuSh Ann (FR), ARNU DELE Veronik (FR), ShMITT Loran (FR), SANChES EhREDERO Antonio (ES), SOLER BADOSA Khose-Ehnrike (ES), KARLSEN Dianna (US), LEBA Zhil' (FR), LIOT'E Arno

(FR), BERTE Venue (FR), DELOFFR Fab'enn (FR); заявл. 27.07.2009; опубл. 20.06.2010, Бюл. 17. 26с.

183. Крамаренко Д. П. Технологія молочно-білкових фаршів з використанням водовмісної водоростевої добавки: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Харків, 2007. 233 с.

184. Івашина Л. Л. Технологія молочно-білкових запіканок з йодовміщуючими добавками: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Харків, 2011. 240 с.

185. Конаныхин А. В. Применение мембранных процессов в молочной промышленности Дании // Молочная промышленность. 1985. 41 с.

186. Дейниченко Г. В., Мазняк З. А. Интенсификация ультрафильтрации пахты // Молочная промышленность. 2003. №6. С. 58–59.

187. Чагаровский А. П., Гришин М. А. Переработка ультрафильтрата молочного сырья. Москва: АгроНИИТЭИмясомолпром, 1987. 38 с.

188. Фетисов Е. А., Дьяченко П. Ф., Артёмова Т. И. Новые методы разделения растворов в молочной промышленности. Москва, 1982. 20 с.

189. Полянський К. К., Долниковський В. І., Шаяхметов А. Ш. Линия переработки молочного сырья с применением ультрафильтрации и обратного смоса // Изв. вузов. Пищ. технология. 1988. №1. С. 100–102.

190. Aalberberg W. I., Folstar P. Moderne technologieen voor de verwerking van melk // Voedingsmiddelen technologie. 1986. № 19. P. 92-99.

191. Штейнгауз Э. К., Рыженко Г. Ф., Толкач В. В. и др. Использование обезжиренного молока, пахты и сыворотки за рубежом. Москва: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1980. 28 с.

192. Чагаровский А. П., Чагаровский В. П., Круглик В. И. Технология производства белкового молока с применением процесса ультрафильтрации. // Тезисы докл. межресп. науч.-техн. конф. мол. ученых по состоянию и перспективам мало- и безотходной технологии по использованию втор. материальных ресурсов. Тбилиси, 1985. С. 206.

193. Фетисов Е. А., Дьяченко П. Ф., Артёмова Т. И. Новые методы разделения растворов в молочной промышленности. Москва, 1982. 20с.
194. Neue in der Milch-und Molkereierzeugung eproduction // Milchwissenschaft. 1986. BD.41, № 2. С. 119–120.
195. Ultrafiltration sgebrauch beie der Tischquarkproduktion // Milchwissenschaft. 1987. BD. 42, № 2. С. 122.
196. Использование ультрафильтрации при производстве творога в ФРГ // Dairy Industries International. 1987. BD. 52, № 11. С. 31.
197. Production des fromages doux du lait de chevre avec l'utilisation de la methode d' ultrafiltrage du caillot // Technique laitiere et Marketing. 1986. № 1011. С. 24–28.
198. International symposium on diry products // Food Processing. 1987. № 11. С. 43.
199. Любинаскас В., Куликаускаене М., Сурвила Р. Применение ультрафильтрации при выработке некоторых рассольных сыров // Сб. науч. тр. 1987. 21. С. 68–74.
200. APV-sircourd continuous cheader cheese process // Chem. Eng. Austral. 1987. 12. № 1. P. 7–8.
201. Iyer M., Le fievre J. Yield of chederrcheese manufactured from milk concentrated by ultrafiltration // J. Soc. Dairy Technol. 1987. V. 40, № 2. P. 45–50.
202. Darrington Hugh. Cheese: an ultrafiltration debut // Food manufacture. 1987. V. 62, №2. P. 57.
203. Guirguis N., Verteeg K., Hickey M. W. The manufacture of yogurt using reverse osmosis concentrated skim milk // Austral J. Dairy Technol. 1987. V. 42, № 1-2. P. 7–10.
204. Конаныхин А. В., Егорова Л. С. Методы оценки селективности полимерных мембран, предназначенных для ультрафильтрации молочного сырья по белковым компонентам // Современные методы аналитического

состава и свойств молочного сырья и готовой продукции в масло- и сыроделии. Углич, 1987. С. 22–26.

205. Чагаровский А. П., Гришин М. А., Литвин С. И. Ультрафильтрационное концентрирование жиросодержащего молочного сырья // Проблемы освоения мембранных технологий в отраслях агропромышленного комплекса: тезисы докладов республиканской научно-практической конференции. Кишинёв, 1988. С. 38–39.

206. Milchkonferenz'87 // Molkerei-Ztg. Welt Milch. 1987. V. 41, № 45. P. 1377–1389.

207. Rainput N. C. Heat stability of buffalo milk as effected by the additions of ure and glyceraldehides // New Zeland Journal of Dairy Science and technology. 1982. №2. P. 185–190.

208. Low fat dairy products // Dairy Ind. Int. 1987. 52, № 8. P. 25.

209. Green M. Z., Scott K. J. Chemical characterization of milk concentrated by ultrafiltration. // J. of Dairy Research. 1984. №51. P. 267–278.

210. Изготовление творога способом ультрафильтрации. М.: ЦНИИТЭИ-мясомолпром, 1982. Вып. 3.

211. Полянский К. К., Долниковский В. И., Шаяхметов А. Ш. Линия переработки молочного сырья с применением ультрафильтрации и обратного осмоса // Изв. вузов. Пищ. технология. 1988. №1. С. 100–102.

212. Milc: an overview // Dairy Ind. Int. 1987. 52, №7. P. 47-49.

213. Хандак Р. Н. и др. Технологические особенности переработки молока, пахты и сыворотки с применением мембранной техники: Обзор информ. Москва: ЦНТИИТЭИмясомолпром, 1984. 36 с.

214. Долниковский В. И., Полянский К. К., Голубева Л. И. Изменение свойств творожной сыворотки при концентрировании обратным осмосом // Пищ. и перераб. пром-сть. 1987. №12. С. 43–44.

215. Способ приготовления мороженого: Пат. РФ № 2031595, МКИ А 23 G 9/4 / Дейниченко Г. В., Найдёнова Е. Г., Чагаровский А. П. № 92015602/13; Заяв. 30.12.92; Оpubл. 27.04.95, Бюл. № 9.

216. Оленев Ю. А., Козакова Н. В. Использование концентратов молочной сыворотки в производстве мороженого // Химия. 1985. Вып. 22.
217. Переработка и использование молочной сыворотки. Технологическая тетрадь. Москва: Росагропромиздат, 1989. 267 с.
218. Способ приготовления мороженого: Пат. Великобритании № 0308091, МКИ А23G9/02 / заявл. 04.04.88; опубл. 12.02.89., Бюл. №11.
219. Dairy Field. 1988. V. 171, №5. P. 38–41.
220. Sien Riecviez F., Riedel C. – z.: Bocherund Konditor 31. 1977. ‘P. 248–251.
221. Кафка Б. В., Лурье И. С. Технохимический контроль кондитерского производства. Москва: Пищ. пром-сть, 1967. 282 с.
222. Вискозиметр постоянного напряжения сдвига ВПН-0,2М. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. АЛЮ 2.842.003 ТО. Москва, 1987. 50 с.
223. Горальчук А. Б. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2006. 63 с.
224. Кулешова Л. Г. Механизмы действия внеклеточного льдообразования и связанных с ним явлений на биологические объекты: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.19. Харків, 2011. 385 с.
225. Пристрій для криомікроскопічних досліджень. Пат. 13671 (Україна), МПК⁴ G 02 B 21/28. P / Новіков О. М., Кулешова Л. Г., Блохзін С. В., Олійник С. Т.; заяв. 24.02.1984; опубл. 25.04.1997, Бюл. №2. 3 с.
226. Зинченко А. В., Моисеев В. А. Исследование низкотемпературных фазовых переходов в водных растворах ПЭГ-400 калориметрическим методом // Криобиология и криомедицина. 1979. Вып. 5. С. 27–30.
227. Уэндладт У. Термические методы анализа. М.: Мир, 1978. 526 с.

228. Покровский А. А. Теория и практика сбалансированного питания. Москва: Пищ. пром-ть, 1971. 131 с.

229. Оленев Ю. А. О способах выражения содержания воздуха в мороженом // Холодильная техника. № 7. 1984. С.48–49.

230. Фильчакова Н. Н. Стабилизация жировой и воздушной дисперсных фаз мороженого с целью совершенствования технологии его производства: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.12. Москва, 1973. 163 с.

231. ДСТУ ISO 5983:2003. Визначення вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод К'ельдаля (ISO 5984:2002, IDT). К., 2005. 18 с.

232. Покровский А. А., Ертанов И. Д. Атакуемость белков протеолитическими ферментами // Вопросы питания. 1965. № 3. С. 38–45.

233. Химический состав пищевых продуктов. В 3 кн. Кн. 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. 2-е изд., перераб. и доп./ под ред. И. М. Скурихина. М.: Агропромиздат, 1987. 360 с.

234. Игнатъев А. Д., Исаев М. К., Домов В. А., Нелюбин В. П. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью реснитчатой инфузории тетрахимена пириформис // Вопросы питания. 1980. №1. С. 70–71.

235. Покровский А. А. Теория и практика сбалансированного питания. Москва: Пищ. пром-ть, 1971. 131 с.

236. Скурихин И. М. О методах определения содержания минеральных веществ в продуктах // Вопросы питания. 1981. №2. С. 5.

237. Полуэктов Н. С. Методы анализа по фотометрии пламени. Москва: Химия, 1967. 96 с.

238. Славин У. А. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Москва: Химия, 1971. 193 с.

239. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. Взамен ГОСТ 7636-85. Москва, 1986. 66 с.

240.ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод мышьяка. Взамен ГОСТ 5512-50. Москва, 1986 46 с.

241.ГОСТ 26931-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения меди. – Взамен ГОСТ 14353-74. Москва, 1986. 86 с.

242.ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. Взамен ГОСТ 5370-58. Москва, 1986. 56 с.

243.ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия. Москва, 1986. 66 с.

244.ГОСТ 26934-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка. Взамен ГОСТ 5370-58. Москва, 1986. 26 с.

245. ГОСТ 9225-84. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа (Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного аналізу). 15 с.

246.ГОСТ 9225-85. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа. Москва, 1985. 12 с.

247.Litchfield J. T., Wilcoxon F. A simplified method of evaluating dose-effect experiments // Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. 1949. V. 96 (2). P. 99–113.

248.ГОСТ 26668-85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов. Москва, 1986. 6 с.

249.ГОСТ 26669-85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы проведения микробиологических анализов. Взамен ГОСТ 10444.0-75. Москва, 1986. 14 с.

250.Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0218569-01#Text>

251.Пирятин В. Д. Обработка результатов экспериментальных исследований по способу наименьших квадратов. Харьков: ХГУ, 1962. 213 с.

252.Пастухова С. В. Комплексное использование молочного сырья. Москва: Пищ. пром-ть, 1982. 147 с.

253. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження властивостей молочно-білкового згустку сколотин // Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології: зб. праць Другої міжнар. спеціалізованої наук.-практ. конф. в рамках XVII Міжнародного Форуму товарів і послуг для дітей «BABY EXPO», 9 вересня 2014 р. / НУХТ. Київ, 2014. С. 85–87.

254. Deinychenko G. and other. in all 10 persons. Survey of complex influence of physico-chemical and technological parameters on the process of milk-egg co-precipitate obtaining // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies / Technology and equipment of food production. 2020. Vol. 3. № 11 (105) P. 30–37.

255. XXI Международный молочный конгресс: В 2 т. / ЦНИИТЭ - мясомолпром. Москва, 1982. Т.2. 514 с.

256. Development in dairy chemistry / Edited by P.P. Fox. - Applied Science Publishers Ltd. - Riple Road, Backing, Essex! England. - 1982. P. 21.

257. Казанский М. М., Коваленко М. С., Воробьев А. И. Технология молока и молочных продуктов. Москва: Пищепромиздат, 1960. 435с.

258. Deinychenko G. et al. Biological value of protein of culinary products based on milk-protein concentrate // EUREKA: Life Sciences. 2020. № 3. P. 31–37.

259. Черевко О. І., Козлов В. М., Куликова С. В. Обробка молочної сироватки і екологія // Екологія і економіка: тези всеукраїнської науково-практичної конференції / Львівська комерційна академія. Львів. 1997. С. 117–119.

260. Черевко О. І., Козлов В. М., Куликова С. В. Дослідження остаточного білка в сироватці // Стан і проблеми розвитку торгівлі і харчування в Україні: тези науково-практичної конференції / Харківська державна академія технологи та організації харчування. Харків, 1997. С. 89–90.

261. Черевко А. И., Козлов В. Н., Куликова С. В. Исследование

получения молочно-белкового концентрата из творожной сыворотки и обезжиренного молока: сб. научных трудов / Харьковская государственная академия технологии и организации питания. Харьков: ХГАТОП, 1997. С. 30–31.

262. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження впливу концентрації коагулянту на органолептичні та фізико-хімічні властивості молочно-білкового згустку // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького: зб. наук. пр. / ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. Львів: ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького, 2009. Том 11. №2 (41). Ч. 5. С. 34–37.

263. Клебанов Г. И., Дьяченко П. Ф. Структурная организация оболочек жировых шариков молока // Прикладная биохимия и микробиология. 1972. Вып. 8. С. 625–628.

264. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Юдіна Т. І. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників низькокальцієвого копреципітату зі сколотин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 2. С. 142–150.

265. Deynichenko G., Zolotukhina I., Yudina T. Influence of technological parameters of low-calcium buttermilk coprecipitate on its rheological characteristics // Tourism of the XXI century: Global challenges and civilization values: II International scientific and practical conference, June 01, 2020. Kyiv. P. 429–433.

266. *Milchwissenschaft*. - 1989. - Bd. 44. - №10. - S. 638-639.

267. Овчинникова А. С., Агеева Е. В. Применение белоксодержащего сырья в производстве кондитерских изделий // Кондитерская пром-ть. 1991. Сер. 17. Вып. 10. С. 1–20.

268. Funktionelle Ingredienzien aus Milch. Zorenzen Peter Christian // *Welt Milck*. 1992. Vol. 46, № 29-30. P. 821–825.

269. Горбатов А. В., Мачихин С. А. Структурно-механические

характеристики пищевых продуктов. Москва: Легкая и пищ. пром-ть, 1982. 296 с.

270. Черевко О. І., Козлов В. М., Кулікова С. В. Вивчення вологоутримуючої здатності молочного альбуміну // Сучасні проблеми розвитку ринку, сертифікації та конкурентоспроможності товарів та послуг: тези науково-практичної конференції / Львівська комерційна академія. Львів: ЛКА. 1996. С. 157–158.

271. Li Y., Dalgleish D., Corredig M. Influence of heating treatment and membrane concentration on the formation of soluble aggregates // Food research international. 2015. V. 76. P. 309–316.

272. Хванг С.-Т. Мембранные процессы разделения / пер. с англ.; под ред. Ю. И. Дытнерского. Москва: Химия, 1981. 460 с.

273. Технологические процессы с применением мембран / под ред. Р.-Е. Лейси и С. Леба. Москва: Мир, 1996. 370 с.

274. Иванец В. Н., Лобасенко Б. А. Методы интенсификации гидромеханических процессов: учеб. пособ. Кемерово: КТИПП, 2003. 84 с.

275. Моделювання процесів мембранного розділення: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 166 с.

276. Старов В. М. Концентрирование и очистка растворов высокомолекулярных соединений // Химия и технология воды. 1987. № 3. С. 195–199.

277. Дьяконов В. П. Справочник по MathCAD PLUS 6.0 PRO. Москва: СК Пресс, 1997. 336 с.

278. Deynichenko G., Maznyak Z., Zolotukhina I., Gafurov O. Membrane concentration of non-fat milk stuff // Industrial Engineering Journal «RECET». 2011. Vol. 12, № 3 (33). P. 245–248.

279. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В. Исследование содержания сухих веществ в продуктах УФ-разделения обезжиренного молока // Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания: Сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф. / Государственный

университет Акакия Церетели. Кутаиси, 2020. С. 242–245.

280. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Скрынник В. И. Исследование функционально-технологических свойств обезжиренного молока // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Могилев: МГУП, 2020. Т.1. С. 348–349.

281. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В. Исследование свойств ультрафильтрационных мембран // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. Гродно: ГГАУ, 2020. С. 239–241.

282. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Кравченко Т. В. Визначення баричних режимів отримання ультрафільтраційних концентратів білково-вуглеводної молочної сировини // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: зб. наук. праць / Харк. нац. техн. ун-т с/г ім. П. Василенка. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2019. Вип. 207. С. 176–182.

283. Deynychenko G., Zolotukhina I., Sefikhanova K., Belyaeva I. Resource-saving technology of raw milk recycling // Recent Journal. 2013. V. 14, № 3 (40). P. 251–254.

284. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В. Дослідження вмісту сухих речовин у продуктах мембранного розділення білково-вуглеводної молочної сировини // Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: Міжнародна науково-практична конференція, 24 листопада 2020 р. / Таврійський держ. агротехнол. ун-т ім. Д. Моторного, Мелітополь, 2020. С. 70–71.

285. Брык М. Т., Голубев В. Н., Чагаровский А. П. Мембранная технология в пищевой промышленности. Київ: Урожай, 1991. 224 с.

286. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Сефіханова К. А.

Обґрунтування використання рослинної сировини в технологіях молочно-білкових кремів // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: тези Міжнар. наук.-практ. конф. у 2-х ч., 19 листопада 2008 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2008. Ч. 1. С. 48–49.

287. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження складу та властивостей пюре з рослинної сировини з метою використання їх у технологіях молочно-білкових кремів // Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства: тези I Міжнар. наук.-практ. конф., присв. 35-річчю технол. ф-ту, 23–24 квітня 2009 р. / Полт. ун-т споживчої кооперації. Полтава, 2009. С. 27–29.

288. Кудрицкая С. Е. Каротиноиды плодов и ягод. Київ: Вища школа, 1990. 211 с.

289. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. Москва: ИЛ, 1986. 403 с.

290. Chen B. H., Chen Y. Y. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking // J. Agric. Food Chem. 1993. V. 41. P. 1315–1320.

291. Tan C., Nakajima M. β -Carotene nanodispersions: preparation, characterization, and stability evaluation // Food Chem. 2005. V. 92. P. 661–667.

292. Lee M., Chen B. Stability of lycopene during heating and illumination in a model system // Food Chem. 2002. V. 78. P. 425–430.

293. O'Neil C. A., Schwartz S. J. Comparison of liquid chromatographic method for determination of cis-trans isomers P-carotene // J. Assoc. Off. Anal. Chem. 1991. V. 74. P. 36–42.

294. O'Neil C. A., Schwartz S. J. Photoisomerization of β -carotene by Photosensitization with chlorophyll derivatives as sensitizers // J. Agric. Food Chem. 1995. V. 43. P. 631–635.

295. Goboy H. T. Occurrence of cis isomers of provitamins A in Brazilian vegetables // J. Agric. Food Chem. 1998. V. 46. P. 3081–3087.

296. Marx M. Effects of thermal processing on trans-isomerization of carotene in carrot juices and carotene-containing preparations // Food Chem. 2003. V. 83. P.609–617.

297. Heaton J. W. Discolouration of coleslaw caused by chlorophyll degradation // J. Agric. Food Chem. 1996. V. 44. P. 395–398.

298. Lin C. H. Effects of thermal processing on stability of carotenoids in some fruit and vegetables // Food Chem. 2003. V. 88. P. 1112–1116.

299. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Щербакова Т. В., Сефіханова К. А. Дослідження кольорових характеристик білково-вуглеводних напівфабрикатів із додаванням рослинної сировини // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2012. Вип.1 (15). С. 19–26.

300. Дейниченко Г., Золотухина И., Сефиханова Е. Молочно-белковые десерты // Питание и общество. 2011. №12. С. 27.

301. Косой В. Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас. Москва: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. 272 с.

302. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження консистенції молочно-білкових десертів з додаванням рослинної сировини // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького: зб. наук. пр. / ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів: ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2011. Т. 13. №4(50). Ч.4. С. 36–40.

303. Косой В. Д., Виноградов Я. И., Малышев А. Д. Инженерная технология биотехнологических средств. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. 648 с.

304. Саутин С. Н., Пунин А. Е. Мир компьютеров и химическая технология. Ленинград: Химия, 1991. 140 с.

305. Поршневу С. В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCAD. Москва: Горячая линия–Телеком, 2002. 458 с.

306. Горбатов А. В., Маслов А. М., Мачихин Ю. А. и др. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / под ред. А. В. Горбатова. Москва: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. 296 с.

307. Павлова В. В. Исследование и разработка технологии комбинированных пастообразных молочных продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Москва, 1998. 169 с.

308. Липатов Н. Н., Щербинин А. А., Сизых Е. И. и др. Влияние влаги на изменение структурно-механических показателей сырых и термообработанных фаршевых систем // Тез. докл. II Всесоюз. науч. конф. Харьков, 1989. С. 566–567.

309. Малюк Л. П. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии полуфабрикатов многофункционального назначения из растительного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.21. Харьков, 1995. 317 с.

310. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Сефіханова К. А. Оптимізація рецептурного складу білково-вуглеводних напівфабрикатів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: зб. наук. пр. / Тавр. держ. агротехнол. ун-т. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип. 16. Т. 1. С. 242–247.

311. Золотухина И. В. Визначення оптимального співвідношення компонентів білково-вуглеводних напівфабрикатів // Технічні науки та технології. 2016. №1 (3). С. 217–221.

312. Золотухина И. В., Сефіханова К. А. Оптимальне співвідношення компонентів білково-вуглеводних напівфабрикатів // Ukraine – EU. Modern technology, business and law. Modern Priorities of Economics, Engineering and Technologies: collection of international scientific papers / CNUT. Chernihiv, 2016. Part 1. P. 363–366.

313. Золотухіна І. В. Оптимізація процесу диспергування компонентів напівфабрикатів білково-вуглеводних із пюре моркви // Технічні науки та технології. 2018. № 2 (12). С. 222–228.

314. Грубы Я. Производство замороженных продуктов. Москва: Агропромиздат, 1990. 336 с.

315. Лабутина Н. В. Повышение эффективности технологии хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием ржаной муки: автореф. дис ... д-ра техн наук: 05.18.01. Москва, 2004. 47 с.

316. Roos H. Yrjö. Phase Transitions in Foods // Chapter 4 – Water and Phase Transitions. 1995. P. 73–107.

317. Уэндладт У. Термические методы анализа. М.: Мир, 1978. 526 с.

318. Jaya S., Das H. Glass Transition and Sticky Point Temperatures and Stability. Mobility Diagram of Fruit Powders // Food Bioprocess Technol. 2007. P. 33–37.

319. Telis V. R. N., Sobral P. J. A. Glass transitions for freeze-dried and air-dried tomato // Food Research International. 2002. 35. P. 435–443.

320. Deynichenko G., Zolotukhina I., Dmytrevskyi D. et al. Study of water state and phase transitions of liquid in milk-protein semi-finished products below 0 °C // Book abstracts. Food quality and safety, health and nutrition congress, September 2-4, 2020. Macedonia: Nutricon. 2020. P. 25–26.

321. Telis Nicoletti V. R., Sobral P. J. do Amaral, Telis-Romero J. Sorption Isotherm, Glass Transitions and State Diagram for Freeze-dried Plum Skin and Pulp // Food Science and Technology International June. 2006. V. 12, N 3. P. 181–187.

322. Ratnayake Wajira S., Chika Otani and David S. Jackson. Wajira DSC enthalpic transitions during starch gelatinization in excess water, dilute sodium chloride, and dilute sucrose solutions // Journal of the Science of Food and Agriculture 89:12 .2009. 2156–2164.

323. Coral D. F., Pineda-Gomez P., Rosales-Rivera A. and Rodriguez-Garcia M. E. Determination of the gelatinization temperature of starch presented in

maize flours // XIX Latin American Symposium on Solid State Physics (SLAFES XIX) Journal of Physics: Conference Series 167. 2009. P. 2–6.

324. Deinychenko G., Zolotukhina I. and other. Study of the water state and phase transitions of liquid in milk-protein semi-finished products below 0 °C // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2020. V. 32. P. 114–119.

325. Зинченко А. В., Моисеев В. А. Исследование низкотемпературных фазовых переходов в водных растворах ПЭГ-400 калориметрическим методом // Криобиология и криомедицина. 1979. Вып. 5. С. 27–30.

326. Зинченко А. В. Исследование фазовых переходов и физических состояний водных растворов многоатомных спиртов в диапазоне температур –150 °C – 0 °C: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук: 01.04.15. Киев, 1983. 20 с.

327. Zinchenko A. V., Zinchenko V. D. On phase transitions in the water–ethylene glycol system at subzero temperatures under non-isothermal conditions // Cryoletters. 2001. V. 22. P. 191–198.

328. Зінченко О. В., Манк В. В., Беляєва І. М. Поведінка цукрових розчинів при низьких температурах // Цукор України. 2007. 3(52). С. 11–13.

329. Sa M. M., Sereno A. M. Glass transitions and state diagrams for typical natural fruits and vegetables // Thermochemica Acta. 1994. V. 246. P. 285–297.

330. Дейниченко Г. В., Золотухина И. В., Сефиханова Е. А. Исследование продолжительности хранения молочно-белковых кремов // Техника и технология пищевых производств: тезисы VIII Междунар. науч.-техн. конф., 27-28 апреля 2011 г. / УО «МГУП». Могилев, 2011. Ч. 1. С. 242.

331. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак Н. В., Федак В. І. Дослідження технологічних властивостей УФ-похідних сколотин // Ukraine – EU. Modern technology, business and law. Modern engineering. Sustainable development. Innovations in social work: philosophy, psychology, sociology.

Current problems of legal science and practice: collection of international scientific papers in 2 parts / CNUT. Chernihiv, 2015. Part 2. P. 48–50.

332. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Скриннік В. І. Вплив лактози на піноутворюючу здатність продуктів уф переробки білково-вуглеводної молочної сировини // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези у 2-х ч. Міжнар. науково-практ. конф., 14 травня 2020 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2020. Ч. 1. С. 19–20.

333. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І. Дослідження технологічних властивостей УФ-похідних білково-вуглеводної молочної сировини // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. / Чернігівський націон. технолог. ун-т. Чернігів: ЧНТУ, 2015. №2(78). С. 197–201.

334. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І. Обґрунтування технології структурованої десертної продукції з використанням УФ-похідних БВМС // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля зб. наук. пр. / Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2009. №2 (132). С. 104–107.

335. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Розробка технологій десертної продукції функціонального призначення // Функціональні харчові продукти – дієтичні добавки – як дієвий засіб різнопланової профілактики захворювань: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 11-12 квітня 2013 р. / Націон. фармацевт. ун-т. Харків, 2013. С. 74–80.

336. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Обґрунтування вибору стабілізатора для м'якого морозива на основі сироватки // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2019. Вип. 2 (30). С. 183–192.

337. Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Визначення режимів фризрування морозива на основі сироватки // Інноваційні аспекти розвитку обладнання

харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: матеріали другої між нар. наук.-практ. конф., 5–7 вересня 2017 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2017. С. 53–55.

338. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Дослідження дисперсності повітряної фази нових видів м'якого морозива // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк: ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2013. Вип. 30. С. 42–46.

339. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. проф. К. П. Власова. Харьков: Гуманитарный центр, 2002. 256 с.

340. Дрейпер Н. Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Москва: Вильямс, 2007. 912 с.

341. Хартман К. и др. Планирование экспериментов в исследовании технологических процессов. Москва: Мир, 1977, 552 с.

342. Дьяконов В. П. Mathcad 11/12/13 в математике: справочник. Москва: Горячая линия–Телеком, 2007. 958 с.

343. Расстригин Л. А. Современные принципы управления сложными объектами. Москва: Сов. Радио, 1980. 2321 с.

344. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация, Теория, вычисления и приложения / пер. с английского. М.: Радио и связь, 1992. 504 с.

345. Арсеньева Т. П. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. В 4 т. Т.4. Мороженое. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2002. 184 с.

346. Панфилов В. А. Оптимизация технологических схем кондитерского производства: Стабилизация качества продукции. Москва: Пищ. пром-сть, 1980. 248 с.

347. Золотухіна І. В. Обґрунтування технологій напівфабрикатів білково-вуглеводних з використанням каротинвмісної рослинної сировини //

Інноваційні технології харчової продукції: колективна монографія / за заг. ред. Г. В. Дейниченка. Харків: Факт, 2019. 248 с.

348. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження впливу температури молочного згустку та тривалості гомогенізації на консистенцію молочно-білкових кремів // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2010. Вип.1 (11). С.184–187.

349. Спосіб одержання молочно-білкового крему: пат. на корисну модель 48561, Україна, МПК А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. № 200909617; заявл. 21.09.2009; опубл. 25.03.2010, Бюл. № 6. 4 с.

350. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату зі сколотин: пат. на корисну модель 84650, Україна, МПК А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. № 201305664; заявл. 30.04.2013; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20. 3 с.

351. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова Е. А. и др. Исследование пищевой ценности полуфабрикатов белково-углеводных с овощным сырьем // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей XVIII Междунар. науч.-практ. конф., 15 марта 2015 г. / ГГАУ. Гродно, 2015. С. 204–205.

352. Золотухіна І. В., Гончарова К. М. Дослідження консистенції молочно-білкових напівфабрикатів // Готельно-ресторанний бізнес: інноваційні напрями розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 25-27 березня 2015 р. / НУХТ. Київ, 2015. С. 62–63.

353. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. та ін. Амінокислотний склад білково-вуглеводних напівфабрикатів // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези доповідей у 2-х ч. Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015 р. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2015.

Ч. 1. С. 232–233.

354. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Дослідження показників безпеки молочно-білкових кремів // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького: зб. наук. пр. / ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів: ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького, 2010. Том 12. №3 (45). Ч. 4. С. 31–34.

355. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Мікробіологічні показники молочно-білкових кремів із використанням рослинної сировини // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: матеріали IV Міжнар. міжгалузева наук.-практ. конф., 7-9 квітня 2011 р. / ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2011. С. 171–173.

356. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова Е. А. Технологические аспекты безопасности молочно-белковых кремов с использованием растительного сырья // Техника и технология пищевых производств: тезисы VII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 22-23 апреля 2010 г. / УО «МГУП». Могилев, 2010. Ч. 1. С. 274.

357. Головка М. П., Применко В. Г., Головка Т. М. Визначення параметрів гострої токсичності біологічно активної добавки «Сивоселен Плюс» // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі / ХДУХТ. Харків: ХДУХТ, 2015. Вип. 1 (21). С. 222–231.

358. Dafaallah A. B. Application of Probit Analysis in studying the allelopathy phenomenon // Iraqi Journal of Science. 2020. Vol. 61(6). P. 1265–1274. URL: <http://scbaghdad.edu.iq/eijs/index.php/eijs/article/view/889>.

359. Жармухамедова Т. Ю. и др. Международные правила работы с лабораторными животными при проведении доклинических испытаний // Токсикологический вестник. 2011. №4. С. 2–8.

360. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.

361. Prymenko V., Sefikhanova K., Zolotukhina I., Helikh A. Scientific Justification of Acute Toxicity Parameters of Semi-Finished Proteins and Carbohydrates with Food Systems' Stabilizer // Ресторанный і готельний консалтинг. Інновації. 2020. Том 3. № 2. С. 262–272.

362. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Установлення тривалості зберігання молочно-білкових кремів // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. нац. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк: ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2011. Вип. 26. С. 346–351.

363. Золотухіна І. В. Исследование предельного напряжения сдвига полуфабрикатов белково-углеводных // Наука. Образование. Молодежь: мат. Республиканской науч.-практ. конф. молодых ученых, 26-27 апреля 2018 г. / АТУ. Алматы, 2018. С. 35–37.

364. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Побудова моделі якості напівфабрикатів білково-вуглеводних з додаванням пюре овочевих // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: зб. наук. пр. / Харк. нац. техн. ун-т с/г ім. П. Василенка. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2015. Вип. 20. С. 175–180.

365. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Определение цветных характеристик полуфабрикатов // Молодые ученые – науке и производству: тез. докл. внутривузовской науч.-практ. конф. с региональным участием. Саратов: ЭТИ СГУ, 2012. С. 25–27.

366. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на корисну модель 88150, Україна, МПК (2014.01) A23C 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Федак Н. В.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчов. та торгівлі. № u201301481; заявл. 07.02.2013; опубл. 11.03.2014, Бюл. №5. 4 с.

367. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на винахід 108244, Україна, МПК (2015.01) A23C 23/00, A23C 9/152 (2006.01) /

Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Федак Н. В.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № а201301480; заявл. 07.02.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. №7. 3 с.

368. Спосіб одержання молочно-білкового напівфабрикату: пат. на корисну модель 110412, Україна, МПК А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201603245; заявл. 29.03.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 3 с.

369. Спосіб отримання десерту: пат. на корисну модель 110413, Україна, МПК А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Скрипка К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201603246; заявл. 29.03.2016, опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19. 4 с.

370. Спосіб отримання десерту: пат. на винахід 115620, Україна, МПК А23С 21/08 (2006.01), А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Скрипка К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № а201603242; заявл. 29.03.2016; опубл. 27.11.2017. Бюл. № 22/2017. 4 с.

371. Здобнов А. И., Цыганенко В. А. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий : для предприятий общественного питания. Киев: ООО «Издательство Арий»: Москва: ИКТЦ «Лада», 2009. 680 с.

372. Дейниченко Г. В. Золотухина И. В. Обоснование разработки новых технологий десертной продукции // Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания: праці Міжнар. наук.-практ. конф. Кутаісі (Грузія), 2014. С. 220–222.

373. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Скриннік В. І. Визначення показників якості нових видів структурованої десертної продукції // Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення: Міжнародна науково-практична конференція, 25 вересня 2020 р. / Львівський торговельно-економічний університет, Львів, 2020. С. 160–163.

374. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І. Визначення потенційних ризиків технології молочних десертів на основі білково-

вуглеводної молочної сировини // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук пр. / Дон. держ. ун-т екон. та торг. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2010. Вип. 23. С. 155–161.

375. Спосіб одержання морозива: пат. на корисну модель 76281, Україна, МПК (2006.01) A23G 9/04 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № u201208088; заявл. 02.07.2012; опубл. 25.12.2012, Бюл. №24. 2 с.

376. Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Вплив гомогенізації на склад жирової фази та органолептичні показники морозива на основі сироватки // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2015. №1 (73). С. 76-81.

377. Золотухіна І. В. Дослідження процесу заморожування м'якого морозива // Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези допов. Міжнар. наук.-техн. конф. / ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2015. С. 58.

378. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Исследование жирнокислотного состава полуфабрикатов для мороженого // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: матер. Междунар. науч.-практ. конф. / Алматинский технологический ун-т. Алматы (Казахстан), 2014. С. 70–72.

379. Zolotukhina I. V. Optimization of the process of the distribution of the compounds of protein-soil fats of fragrances // Стан і перспективи харчової науки та промисловості: тези доповідей IV Міжнар. наук.-техн. конф., 11-12 жовтня 2017 року / ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2017. С. 82.

380. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Беляєва І. М. Дослідження мінерального складу напівфабрикатів для м'якого морозива // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: тези доп. У 2-х ч. Міжнар. наук.-практ. конф. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2014. Ч.1. С.226–227. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у

виробництво. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0218569-01#Text>

382. Методичні рекомендації з комерціалізації розробок, створених в результаті науково-технічної діяльності. Затверджені Наказом Державного комітету України з питань науки, інновацій та інформатизації від 13.09.2010 № 18. URL: document.ua/pro-zatverdzhennja-metodichnih-rekomendacii-doc35178.html

383. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості: [затв. наказом Міністерства промислової політики України від 09.07.2007 р. № 373]. Київ: ДІКЕД, 2007. 321 с.

384. П(С)БО 16 Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 16 «Витрати»: [затв. наказом Міністерство фінансів України від 31.12.1999 р. № 318]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0027-00>

385. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

386. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А., Гончарова К. М. Обґрунтування економічної доцільності використання напівфабрикатів білково-вуглеводних // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків: ХДУХТ, 2015. Вип. 2 (22). С. 82–93.

387. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Сефіханова К. А. Оцінка ефективності наукової розробки // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: тези допов. Міжнар. наук.-техн. конф. 19-21 травня 2015 р. / ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2015. С.240.

388. Романчук І. О., Мінорова Л. О., Моїсєєва А. В., Крушельницька Н. Л. Визначення харчової цінності молочних продуктів: сучасні погляди та методичні рекомендації. URL: file:///C:/Users/Elena/Downloads/pr_2017_9_34.pdf.

389. Paula Pereira C. Milk nutritional composition and its role in human health // Nutrition. 2014. V. 30, Issue 6. P. 619–627.

390. John A. Lucey, Don Otter, David S. Horne. A 100-Year Review:

Progress on the chemistry of milk and its components // *Journal of Dairy Science*. 2017. V. 100, Issue 12. P. 9916–9932.

391. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_spog_zb.htm.

392. Lauane Nunes, Guilherme M. Tavares. Thermal treatments and emerging technologies: Impacts on the structure and techno-functional properties of milk proteins // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. V. 90. P. 88–99.

393. Tricarico J. M., Kebreab E., Wattiaux M. A. MILK Symposium review: Sustainability of dairy production and consumption in low-income countries with emphasis on productivity and environmental impact // *Journal of Dairy Science*. 2020. V. 103, Issue 11. P. 9791–9802.

394. Які вимоги до очищення стічних вод на підприємстві молочної промисловості та допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах? URL: <https://ecolog-ua.com/news/yaki-vymogy-do-ochyshchennya-stichnyh-vod-na-pidpryyemstvi-molochnoyi-promyslovosti-ta>.

395. Fátima Carvalho, Ana R. Prazeres, Javier Rivas. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment // *Science of The Total Environment*. 2013. V. 445–446, P. 385–396.

396. Talha Ahmad, Rana Muhammad Aadil, Haassan Ahmed et al. Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. V. 88, P. 361–372.

397. Утворення відходів за класифікаційними угрупованнями державного класифікатора відходів. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

398. Писаренко Т. В., Кваша Т. К., Рожкова Л. В., Коваленко О. В. Інноваційна діяльність в Україні у 2019 році: науково-аналітична доповідь. Київ: УкрІНТЕІ, 2020. 45 с. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/ukrayinski-pidpryyemstva-finansuyut-innovaciyi-zdebilshogo-vlasnim-koshtom-analitichne-doslidzhennya-innovacijna-diyalnist-v-ukrayini-u-2019-roci>

399. Food Industry Trends. URL: <https://www.packagedfacts.com/Food-Industry-Trends-c496/>

400. Кулінарні традиції підштовхують молочну промисловість до зростання в 2019 році. URL: <http://milkuia.info/uk/post/kulinarni-tradicii-pidstovhnut-molocnu-promislovist-do-zrostanna-v-2019-roci>

401. Карпов В. А., Корольова Т. С., Підгорний А. З. Методика оцінки ефективності науково-дослідних робіт. Одеса: ОДЕУ, 2005. 19 с.

402. Кравець П., Киркало Р. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою. URL: http://vlp.com.ua/files/special/17_0.pdf

403. Клебанова Т. С., Гвоздицький В. С. Оцінка схильності підприємства до банкрутства на основі методів нечіткої логіки і нечітких нейронних мереж // БізнеІнформ. 2015. № 10. С. 165–170.