

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно–технологічний факультет»

Кафедра «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових  
виробництв»

Допущений до захисту:

Завідувач кафедри ТОПХВ

д. т. н., професор Севостьянов І. В.

---

(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПЮРЕ ТА НАПОЮ ІЗ  
ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ**

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

За спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Виконав: студент групи 51–МП

Гулевич Руслан Михайлович

---

Керівник: д.т.н., професор

Севостьянов Іван Вячеславович

---

Вінниця 2020

# ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Технологічних процесів та  
обладнання переробних і  
харчових виробництв

Інженерно–технологічний факультет

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри ТПОПХВ

д. т. н., професор \_\_\_\_\_ Севостьянов І. В.

\_\_\_\_\_ 2020 р.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

## **ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Студенту: Гулевичу Руслану Михайловичу

на тему

«Дослідження процесу виробництва пюре та напою із заморожених ягід чорної смородини»

Затверджену Наказом від \_\_\_\_\_

Вихідні дані для підготовки роботи:

1. Методичні вказівки з виконання магістерської роботи.
2. План-проспект магістерської роботи.
3. Підручники та навчально-методичні посібники, статистичні дані.
4. Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТІ)
5. Методика економічної оцінки результатів досліджень.
6. Дані власних досліджень, одержаних за попередній період.

## Календарний план виконання магістерської роботи

Структура роботи		Обсяг, стор.	Термін підготовки	Підпис керівника
Анотація		2	04.03.2020	
Вступ		3	05.04.2020	
Розділ 1	Літературний огляд	17	06.05.2020	
Розділ 2	Методологія проведення характеристика об'єктів і методів дослідження	9	07.06.2020	
Розділ 3	Використання ягід смородини чорної українських сортів як сировини для створення функціональних продуктів харчування	68	08.07.2020	
Розділ 4	Технологія отримання пюре і напою з заморожених ягід смородини чорної	14	09.08.2020	
Висновки		1	10.09.2020	
Список використаних джерел		5	11.10.2020	

Термін подання роботи на кафедру

для попереднього розгляду « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Завдання видав « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ І.В. Севостьнов д.т.н., професор

(підпис)

## АНОТАЦІЯ

У магістерській кваліфікаційній роботі розглядається дослідження процесу виробництва пюре та напою із заморожених ягід чорної смородини. Зокрема, визначається вплив терміну та температури заморозки ягід на якість готового продукту. Аналізується залежність показників збереження біологічних речовин від режиму заморозки. В результаті роботи була розроблена й обґрунтована система отримання ягідного напою. У роботі також було визначено оптимальний режим зберігання ягід. Практичну значущість має також розроблена технологія і лінія одержання напою із заморожених ягід чорної смородини. Результати теоретичних і експериментальних досліджень мають велику значущість для підприємств громадського харчування, ягідної галузі та навчальних закладів.

## SUMMARY

In the master's qualification work the research of the process of production of puree and drink from frozen blackcurrant berries is considered. In particular, the influence of the term and temperature of freezing of berries on the quality of the finished product is determined. The dependence of indicators of preservation of biological substances on the freezing mode is analyzed. As a result of the work, a system for obtaining a berry drink was developed and substantiated. The optimal mode of berry storage was also determined in the work. The developed technology and the line for obtaining a drink from frozen black currant berries are also of practical importance. The results of theoretical and experimental research are of great importance for catering, berry industry and educational institutions.

## Зміст

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Застосування плодово–ягідної сировини для створення нових продуктів харчування	9
1.2 Ботанічна характеристика смородини чорної ( <i>Ribes nigrum L.</i> ).....	12
1.3 Технологія заморожування ягідної сировини.....	15
1.4 Технологічні фактори заморожування ягідної сировини .....	22
Висновки до розділу.....	25
Розділ 2. Методологія проведення характеристика об'єктів і методів дослідження .....	27
2.1 Організація досліджень.....	27
2.2 Предмет і об'єкт дослідження.....	29
2.3. Методи дослідження .....	32
Розділ 3. Використання ягід смородини чорної українських сортів як сировини для створення функціональних продуктів харчування.....	36
3.1 Морфологічні характеристики, хімічний склад, технологічні властивості, безпеку і товарну якість свіжих ягід смородини чорної українських сортів .....	36
3.2 Вплив режимів заморожування на хімічний склад і технологічні характеристики ягід смородини чорної українських сортів .....	49
3.3 Розробка математичних моделей для різних технологічних режимів заморожування ягідної сировини .....	73
Висновки до розділу.....	93
Розділ 4. Технологія отримання пюре і напою з заморожених ягід смородини чорної.....	95
4.1. Технологія отримання пюре із заморожених ягід смородини чорної українських сортів	95
4.2. Технологія отримання напою «Ягідний» .....	103
Висновки до розділу.....	108
Основні висновки .....	110
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	111

## ВСТУП

**Актуальність магістерського дослідження.** Одним із способів підвищення ефективності використання плодово-ягідної сировини є комплексна і раціональна переробка, наприклад, ягоди смородини чорної (*Ribes nigrum* L.) українських сортів. Українські сорти смородини чорної максимально пристосовані до несприятливих умов зростання, є джерелами яких бракує в харчовому раціоні мікронутрієнтів (вітамінів, макро- мікро- і ультрамікроелементів, біофлавоноїдів, антиоксидантів та ін. речовин), що забезпечують підвищення рівня якості життя населення України. Державна політика України спрямована на коригування харчових раціонів за рахунок збільшення споживання плодово ягідної сировини [21,35].

Річна норма споживання фруктів і ягід повинна становити 113 кг на рік на людину, проте Україна значно відстає від багатьох країн по споживанню цієї групи продуктів (53 кг/г на людину) [36].

Цілорічне споживання ягід смородини чорної пов'язано з необхідністю їх переробки. Одним з оптимальних способів переробки є заморожування, яке не вимагає додаткових витрат на підготовку сировини, а сучасні технології зберігають більше корисних нутрієнтів, ніж при інших способах консервування. Таке заморожене плодово-ягідну сировину може бути в подальшому використано для створення нових продуктів харчування. Розробка і вдосконалення традиційних технологій на основі переробки ягід спрямовані на поліпшення харчових раціонів шляхом створення функціональних харчових продуктів [32].

В даний час сегмент заморожених продуктів у структурі продовольчого плодовоовочевого ринку України складає 16-17%, причому тільки 9,1% припадає на ягоди.

Українські інтродуковані сорти смородини чорної є маловивченими. Тому, вивчення особливостей їх морфологічних характеристик, харчової та біологічної цінностей свіжих і заморожених ягід, вивчення режимів

заморожування, зберігання і переробки замороженої ягоди з метою створення функціональних продуктів харчування є актуальним.

Робота проводилася в рамках фундаментальних наукових досліджень кафедри товарознавства та експертизи товарів ВНАУ в період з 2019 - 2020 рр.

**Мета магістерської роботи** - розробка технології виробництва пюре із заморожених ягід чорної смородини і напою для поліпшення структури харчування населення.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні **завдання**:

- вивчити технологічні характеристики 12 сортів чорної смородини для виявлення перспективних сортів для промислової переробки;
- досліджувати технологічні режими заморожування ягідної сировини;
- розробити рецептуру і привести технологію виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної українських сортів;
- розробити рецептуру і привести технологію виробництва напою «Ягідний» на основі сироватки молочної з додаванням пюре із заморожених ягід смородини чорної;

**Методи дослідження** – При вирішенні поставлених у роботі задач застосовували загальноприйняті і спеціальні методи: соціологічні, маркетингові, морфометричні, біохімічні, органолептичні, фізико–хімічні, мікробіологічні, токсикологічні, статистичні.



## РОЗДІЛ 1.ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Застосування плодово–ягідної сировини для створення нових продуктів харчування

Епідеміологічні дослідження, проведені НДІ харчування та дані статистики України свідчать про порушення в харчуванні населення, розвитку ризику вікових патологій і неінфекційних соціальнозначимихаліментарно–завісімихзаболеваниі [36,41].

Типовими відхиленнями в харчуванні для більшості груп населення є надмірне споживання жиру, цукру, крохмалю на тлі підвищеної калорійності, недостатнє забезпечення надходження вітамінів і мікроелементів. Виявляються дефіцити біологічно–активних речовин, як правило, зачіпають не який–небудь один компонент (вітамін або мікроелемент), а мають характер поєднаної недостатності. Розраховано, що навіть правильно складений раціон харчування дорослої людини з енергетичною цінністю 2500 ккал виявляється дефіцитним на 18–20% за змістом більшості мікроелементів. В Україні незадоволена забезпеченість біологічно активними речовинами визначається, перш за все, споживанням рафінованих висококалорійних харчових продуктів (білий хліб, крупи, макаронні, кондитерські вироби, цукор), а також харчових продуктів, підданих інтенсивної технологічній обробці [33].

Харчування визначає здоров'я людини. Державна політика України на 2010–2020 роки направлена на коригування харчових раціонів. В рамках державних програм розроблені рекомендації по функціональному харчуванню, спрямовані на профілактику недостатності макро– і мікронутрієнтів. Оптимальним фізіологічно обґрунтованим шляхом заповнення недостатнього надходження вітамінів і мікроелементів з їжею є збагачення біологічно активними добавками повсякденного харчового раціону. Метою збагачення харчових продуктів є поліпшення забезпеченості організму вітамінами і мінеральними речовинами і ліквідація у населення існуючого дефіциту

мікронутрієнтів при систематичному споживанні доступних для всіх верств населення харчових продуктів [21].

В Україні в даний час система збагачення харчових раціонів мікронутрієнтів тільки починає розвиватися. Для користуються попитом харчових продуктів, починаючи з 1980-х років, проводиться збагачення апельсинового соку сполуками кальцію і заліза, зернових продуктів фолієвою кислотою і рибофлавіном, вітамінізація молока і синтетичних рослинних жирів.

Розроблено наукові принципи та обґрунтування вимог до збагачення продуктів в Концепції державної політики в області здорового харчування населення; в рекомендаціях по раціональним нормам споживання продуктів відповідають сучасним вимогам здорового харчування; ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила» та Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» / НАКАЗ 29.12.2012 № 1140. На основі цих документів в Україні з'явилася законодавча база виробництва інноваційних продуктів для здорового харчування [21, 25, 28].

Незамінними компонентами їжі, необхідними для нормального протікання обміну речовин є ягоди. Рекомендований обсяг споживання в рік становить 90–100 кг на людину, що передбачає щоденне споживання не менше 300 грамів. Згідно з рекомендацією Інституту харчування НУХТ річна норма споживання, ягід повинна становити не менше 113 кг, з них смородини чорної близько 4–5 кг. Україна значно відстає від багатьох країн світу за кількістю споживання цієї групи продуктів (53 кг в рік на людину). З урахуванням того, що фрукти і ягоди це сезонні і швидкопсувні продукти, актуальність дослідження ягід української селекції і раціональних способів їх переробки з мінімальними втратами мікронутрієнтів очевидна [30].

В рамках даної проблеми є важливим і актуальним розробка теоретичних і практичних аспектів виробництва нових видів харчових продуктів, збагачених біологічно активними речовинами [25].

Заморожені ягоди і фрукти мають ряд незаперечних переваг: вони не вимагають додаткових витрат на підготовку, практично готові до вживання, а головне, завдяки, сучасними технологіями зберігають більше корисних нутрієнтів, ніж при інших способах консервування [31, 35].

В даний час сегмент заморожених продуктів у структурі продовольчого плодоовочевого ринку України складає 16–17%, що значно нижче в порівнянні з розвиненими країнами, наприклад в США цей показник становить 71% [121].

У структурі ринку плодоовочевої замороженої продукції приходиться 47,6% приходиться на овочеві суміші, 22,4% – на моноовощі, 10,9% – на гриби, 10% на картоплю, 9,1% на ягоди. Дані свідчать про те, що ринок розвивається нерівномірно при низькому обсязі товарообігу. Поки що споживання заморожених овочів в нашій країні на душу населення становить близько 1 кг в рік, в країнах Європи від 4 до 6 кг на рік[32, 35, 96].

На українському ринку замороженої плодоовочевої продукції 47,6% продажів доводиться на овочеві суміші, 22,4% на моноовощі, 10,9% на гриби, 10% на картоплю, і 9,1% на ягоди. [35].

Провідні гравці – Hortino, Bauer, вони працюють з продуктами середньої цінової категорії. До основних постачальників преміальної продукції відносяться Bonduelle, Ardo і Unifrost. Серед українських виробників лідирують «ФруктЕксПОл» ПП, «Беток» ТОВ та «АгрANA Фрут Лука» Тов[32, 35].

За даними ВООЗ стан здоров'я людини лише на 30% залежить від генетичних особливостей і організації медичної служби, а на 70% визначається способом життя людини і харчуванням [33, 36, 46, 47]. Порушення харчування призводить до порушення фізичного розвитку імунного статусу населення. У нас це пов'язано перш за все з дефіцитом вітамінів (особливо антиоксидантів А, С, Е, бета–каротину), мінеральних речовин (кальцію, заліза, йоду, фтору, селену, цинку), харчових волокон і поліненасичених жирних кислот. Дефіцит мікронутрієнтів зачіпає всі верстви населення і є причиною аліментарнозалежних захворювань, наприклад, спостерігається зростання рахіту

і гіпотрофії в два рази, а анемії і ендокринної патології в 1,5 рази в дитячому та підлітковому віці [29].

Плодово–ягідне сировину є функціональними продуктами натурального походження, що володіють приємним смаком і вираженим оздоровчим ефектом для людини. У категорію функціональних продуктів харчування за ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила.» входять натуральні продукти призначені для систематичного вживання в складі харчових раціонів усіма віковими групами, що знижують ризик розвитку аліментарних захворювань, які зберігали і поліпшують здоров'я за рахунок наявності функціональних інгредієнтів в їх складі в кількостях, що становлять від 10–50% від добової фізіологічної потреби людини [25].

Сучасна наука про харчування розглядає ягоди багатьох рослин як багате джерело життєво важливих інгредієнтів, при цьому за даними ВООЗ необхідно, щоб зміст фруктів і овочів в щоденному харчовому раціоні становило не менше 400–500 грамів.

Фізіологічно обґрунтованим шляхом заповнення надходження вітамінів і мікроелементів є ягідну сировину. Найбільш перспективним сировиною для створення нових продуктів харчування в Подільському регіоні є ягоди смородини чорної.

## 1.2 Ботанічна характеристика смородини чорної (*Ribes nigrum* L.)

Ареал зростання смородини досить великий: це області з помірним кліматом Євразії, Північно–Західної Африки, Північної та Центральної Америки, Тихоокеанського узбережжя Південної Америки до Вогняної Землі.

Головне зосередження видів роду *Ribes* L. – це поширення в зонах холодного і помірного клімату Європи, Азії, Північної Африки і Нового Світу.

Подільська смородина зимостійка, стійка до антракнозу, краще пристосована до несприятливих умов і нестачі вологи. Кущі нижчі, густі, сільнораскідисті. Подільський підвид смородини представляє великий інтерес

при схрещуванні з європейськими сортами. Гібриди мають збагачену спадкову основу, більш життєздатні, мають господарсько корисними ознаками.

Однак, вирощування чорної смородини на садових ділянках найчастіше є проблематичним через незнання біологічних особливостей цієї культури [44].

Смородина належить до великого роду *Ribes* L., яка налічує близько 150 видів. Рід *Ribes* L. в даний час відноситься до сімейства крижовнікових *Grossulariaceae*, порядку *Saxifragales*.

Смородина є багаторічним чагарником, якому властивий ряд загальних морфологічних ознак. Основні градації рослин по потужності зростання куща: слаборослиє, середньорослі, сильнорослі. Діаметр крони кущів смородини розглядають як малий, середній і великий. Кущ за густотою крони оцінюється як рідкісний, середній, густий. За компактності кущ смородини фіксують як стелеться, полустелющейся, розлогий (слабо, середньо, сильно), стислий.

Важливу помологічну інформацію несуть листя рослин смородини. За величиною лист оцінюють як дрібний, середній, великий і дуже великий. Поверхня листа може бути гладка, зморшкувата, пухирчастої–зморшкувата, складчаста. Блиск листа або відсутній (лист матовий), або він слабкий, середній, сильний. Лист буває симетричний або асиметричний. Структура пластинки листа: ніжна (трав'яниста), щільна (шкіряста). Забарвлення верхньої сторони листа може бути світло–зелена, зелена, темно–зелена. Зазубреність листа у смородини: городчатий, двоякогородчатая, пилчасті, двоякопильчатие, пильчато–городчатий. Характеризуючи лист смородини, вказують число лопатей і форму середньої лопаті (трикутна, яйцеподібна, округла, ромбічна).

У смородини вказують форму квітки: плоскоблюдевидная, глибокоблюдевидная, чашоподібна, колокольчатая, колокольчато–циліндрична, округло–дзвонові, бокаловидная, бокаловидная з розширеним підставою. Відзначається величина квітки: дрібний, середній, великий.

Кисті смородини розрізняються за формою – конічна, циліндрична, неправильна. Довжину кисті у смородини чорної вимірюють в сантиметрах (дуже коротка до 3,0 до 5,0; коротка 3,1–5,0 5,1–8,0; середня 5,1–7,0 8,1–10, 0;

довга 7,1–10,0 10,1–12,0; дуже довга більше 10,0 більше 12,0). Число ягід в кисті: смородина чорна – мале (2–6 ягід), середнє (7–9), велика (10–12), дуже велика (більше 12); смородина червона – мале (7–10), середнє (11–14), велика (15–20), дуже велика (20). Розміщення ягід – рідкісне, середнє, щільне.

Плід (многосемянная ягода) счїтається важнейшим критерієм при помологічній характеристиці сорту. Форма ягоди може бути: округлої, плоско–округлої, еліптичної, овальної, довгастої, грушоподібної. У смородини вказують форму її заснування, яка може бути округла, овальна, п'ятигранна, округло–п'ятигранна, неправильна. Число насіння в ягоді: мале, середнє, велике. Форма насінини: округла, яйцеподібна, довгаста. Величина насіння: дрібні, середні, великі.

Чорна смородина одна з найбільш цінних ягідних культур, що вирощуються в Україні. У ягодах містяться моносахариди (вуглеводи): глюкоза, фруктоза і олігосахарид – сахароза. Залежно від сорту і екологічного регіону зростання ягоди смородини містять від 80 до 400 мг% аскорбінової кислоти від 1 до 4–х добових норм (для того, щоб забезпечити добову потребу організму в аскорбінової кислоти досить щодня з'їдати всього 15–20 ягід). За кількістю вітаміну С чорна смородина поступається лише шипшині, але перевершує малину в 5 разів, агрус і цитрусові в 7–8 разів, яблуню і грушу в 10–20 разів, вишню і абрикос в 20–40 разів. Крім того, в смородині є вітаміни В1, В2 », В5, В6 і В9, і такі біоактивні речовини як органічні кислоти (лимонна, яблучна, винна, бурштинова), цукру, пектини, клітковина, велика кількість каротиноїдів, мікроелементи. До складу фенольних сполук ягід входять катехіни, флавоноли (рутин, кемпферол, кверцетин, кверцитрин, гіперозид та ін.), Антоціани, лейкоантоціани, кислоти (саліцилова, хлорогенова, Катехіновий і кумарова) [50].

Чорна смородина містить такі макро– і мікроелементи як кальцій, калій, залізо, цинк, йод, марганець і ін. Причому найбільший вміст цих біологічно активних сполук накопичується в недозрілих ягодах і в шкірці. Листя чорної смородини містять 0,25% аскорбінової кислоти, ефірну олію, вітамін Р, речовини

фітонцидні дії, а так само магній, марганець, срібло, мідь, свинець, сірку, ефірну олію.

Всі ці нутрієнти визначають високі смакові, харчові і біологічні властивості ягід смородини, як самостійного продукту, так і для використання в якості функціональної добавки в різні групи харчових продуктів.

### 1.3 Технологія заморожування ягідної сировини

Заморожування продуктів харчування – один з кращих способів консервування, що дозволяє максимально зберегти якість, харчову та біологічну цінність протягом тривалого часу, реалізований на сьогоднішній день в різних технологіях харчових продуктів, в тому числі і технології плодово–ягідної сировини. Заморожування це процес часткового або повного перетворення води, що міститься в продукті в лід, а відведення тепла представляє необхідна умова такого перетворення. Заморожування різко знижує хімічну, мікробіологічну та ферментативну активність максимально зберігаючи вітаміни. Дія низьких температур блокує всі окислювально–відновні процеси, знижує активність вільної води, за рахунок переходу її в кристалічний лід [29, 30,50].

Стандартні морозильні системи мають ряд переваг, що дозволяють використовувати їх в різних режимах для харчових груп продуктів. До переваг можна віднести: роботу аналогічно домашнім холодильникам і морозильних камер; конструкцію що складається з простого корпусу, компресорів, випарних і охолоджувальних змійовиків; використання в якості холодоагенту хлорфторуглеводородов або аміаку; робочу температуру від – 37,2 °С до –40 °С; високу продуктивність. Недоліки цих систем полягають в наступному: високі капітальні витрати; великі витрати на електроенергію; фіксована максимальна холодопродуктивність; потенційно висока дегідратація продуктів; фіксовані продуктивний площі; фіксована робоча температура і продуктивність; необхідність розморожування систем; використання хлорфторуглеводородов, виробництво і застосування яких відповідно до екологічним законодавством

поступово скорочується; необхідність окремого приміщення для компресорів (при великих потужностях); потенційно високі експлуатаційні витрати.

За останні кілька років в світі відзначається значне зростання споживчого попиту на заморожену рослинну продукцію, так як її можна використовувати при приготуванні широкого асортименту різних страв. Ефективним напрямком розвитку технологій отримання замороженої плодово-ягідної продукції є шоковий заморожування. Перевага даного методу консервування для ягідної продукції полягає в тому, що протягом тривалого часу зберігається до 75–80% біологічно активних речовин ягід, тоді як при пастеризації і стерилізації їх залишається лише 15–20%. Це єдиний метод консервування ягід, який не викликає втрати смакових споживчих якостей.

В даний час, зміни, що відбуваються в ягодах при морозильній зберіганні, вивчені недостатньо. Є дослідження впливу модифікованої атмосфери на якість ягід полуниці під час холодильніковие зберігання [50], і впливу обробки плодів деякими хімічними речовинами на тривалість зберігання при низьких температурах. Є також окремі публікації щодо впливу заморожування деяких видів ягід (суниці садової, порічки, чорноплідної горобини і сливи) в стаціонарних морозильних камерах при  $t = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$  і по зміні загального змісту в них фенолів, флавоноїдів, антоціанів і деяких інших антиоксидантів.

Ягоди відносяться до продуктів з ніжною структурою, яка може пошкоджуватися під впливом кристалів льоду за рахунок механічного пошкодження структури, зменшення кількості вільної води в основному за рахунок зв'язку води з білками, часткової реабсорбції води при розморожуванні, коли відбувається виділення клітинного соку. Ступінь пошкодження продукту істотно впливає на його якість і зниження споживчих властивостей [43].

Технологія консервування плодів та ягід заморожуванням полягає в охолодженні, заморожуванні в шокової камері, механічному очищенню сміття, калібрування за розміром, дозаморозке в морозильній тунелі, електронної цветосортіровке, візуальної інспекції, фасування та маркування.



Ягоди, призначені для заморожування, піддають попередній підготовці. Відбувається відбір свіжого доброякісного неушкодженого сировини в технічній ступеня зрілості. Для цього проводять сортування, щоб отримати однорідне за якістю сировину. У світовій практиці спостерігається тенденція до виключення цього етапу технологічного процесу (якщо неможлива його механізація і автоматизація) за рахунок підвищення вимог до якості і однорідності за ступенем зрілості надходить на переробку плодоовочевої сировини. Сортування за ступенем зрілості, кольором і структурою дуже важлива, так як не можна допустити для заморожування перезріла сировину. Відомі сортувальні машини на фотоелементах, які сортують сировину за кольором. Далі застосовується стандартна технологічна схема переробки ягід.

Технологічна схема стандартної переробки ягід (заморозка і очищення) включає охолодження, заморозку в шокової камері швидкої заморозки ( $-37-42$  °C), механічне очищення ягід від сміття, калібрування ягід за розміром, дозаморозку в морозильній тунелі для підтримки температури, електронну цветосортіровку, візуальну інспекцію, фасовку і маркування [48].

Очищення – це процес видалення з сировини неїстівних і малоцінних частин, а також випадкових органічних забруднень (нешкідливих сторонніх тіл). Питома вага такого роду відходів може бути досить значним і залежить від виду сировини: 55–75% для зеленого горошку, 40–50 – селери; 30–45 – цвітної капусти та шпинату, 20–40 – огірків і моркви, 15–30 – квасолі, 10–12 – суниці, 2,5–5% для смородини, вишні, слив. До складу відходів при очищенні плодів і овочів входять шкірка з рештою на ній шарами м'якоті, кісточка, насінневе гніздо, підстава листя, стебел, чашолистки, стулки бобів (у зеленого горошку) і т. д. .

Калібрування плодово–ягідного сировини проводиться з метою фракціонування різнокаліберної сировини на однорідні розмірні групи. Однорідність сировини за розміром – одна з найважливіших умов успішної технологічної його переробки. Ягоди, калібрують, як правило, в замороженому вигляді, щоб уникнути їх механічних пошкоджень і деформації. Помічено, що застосування горизонтальних калібрувальних пристроїв з круглими отворами

більш ефективно в порівнянні з барабаними, при використанні яких спостерігаються значні пошкодження продукту. Кількість пошкоджених плодів залежить також і від матеріалу, з якого виготовлений калібруючий вузол: кращі результати отримані при заміні металу вінідуrom.

Для холодильної обробки ягід використовується морозильне обладнання, яке може включати: морозильні камери з природним рухом повітря; морозильні камери і тунелі з інтенсивним рухом повітря; спіральні конвеєрні морозильні апарати, конвеєрні морозильні апарати; Флюїдизаційні морозильні апарати; плиткові морозильні апарати; заглибні морозильні апарати; фрізери; криогенні морозильні апарати.

Традиційна технологія заморожування, реалізована у вигляді так званих низькотемпературних холодильних камер, передбачає температуру в камері від  $-18$  до  $-24$  °C. Час заморозки в холодильних камерах становить 2,5 години і вище. У порівнянні з традиційним способом заморожування на стелажах в холодильних камерах, переваги застосування швидкоморозильних апаратів такі: зменшуються втрати продукту в 2 – 3 рази; скорочується час заморозки в 3 – 10 разів; скорочуються виробничі площі в 1,5 – 2 рази; скорочується виробничий персонал на 25 – 30%; скорочується термін окупності на 15 – 20%; низька вартість (у 3 – 4 рази дешевше закордонних аналогів).

Сучасне технологічна схема скороморозильного апарату передбачає заморожування ягоди на піддонах при природної конвекції при  $t = 12$  °C,  $-18$  °C,  $-24$  °C.

Процес заморожування триває до 7 годин, швидкість руху повітря в межах до 5 м/сек, холодопостачання забезпечує 2-х ступінчаста холодильна машина, що працює на фреоні.

В даний час багато виробників використовують метод так званої «шокової» заморозки IQF (individual quick freezing) – сильний удар холодом протягом спеціально розрахованого часу. Метод полягає в тому, що сировина, що минув попередню підготовку (мийку, сортування, бланшування, сушку і предохладження), подається на вхідний ділянку морозильного тунелю, далі

надходить всередину теплоізолюваної камери і потрапляє в потік холодного повітря, причому, перемішуючись, окремі шматочки не злипаються. Їх поверхня швидко покривається крижаною скоринкою, після чого відбувається подальше, більш повільне, заморожування. Після досягнення температури  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  продукт надходить в приймальний бункер тунелю і направляється на фасування.

Головними перевагами такого способу заморозки є мінімальна усушка продукту, збереження високої якості, привабливого зовнішнього вигляду, структури, швидкість отримання кінцевого продукту, зручність фасування [31].

Компанія «Агрона фрут» використовує шоківі технології, які дозволяють заморозити продукт за мінімальний час в потоці холодного повітря. Особливістю даних технологій заморожування продукції є такі параметри, як: температура повітря в швидкоморозильних тунелі або шоківі камері мінус  $30\text{ }^{\circ}\text{C} - 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ , середня швидкість руху повітря  $3,6\text{ м/с}$ , швидкість заморожування  $30-240\text{ хв}$ , температура в серцевині продукту після заморожування  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  [37].

Вода є середовищем для протікання процесів біохімічної та мікробіологічної псування. У заморожуваних плодах і ягодах міститься велика кількість вологи (від  $75$  до  $90\%$  сирової маси). Відсутність термічної і хімічної обробки (за винятком бланшування і обробки аскорбіновою кислотою для деяких видів овочів і фруктів), роблять швидке заморожування способом, що зберігає екологічну чистоту і біохімічний склад продукту. За рахунок швидкості заморожування скорочуються періоди активності бактеріологічної середовища. Бактерії різних типів мають різні (в тому числі і нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) температурні зони життєдіяльності. При повільній заморожуванні в продукті з'являються і залишаються сліди життєдіяльності кожного з цих видів бактерій. При шоківі заморожування ряд видів не встигає розвинути. Втрати маси продукту, що утворюються в результаті випаровування рідини (усушки) при заморожуванні, складають в звичайному режимі до  $2\%$ . Форсований режим швидкої заморозки скорочує втрати маси до  $0,8\%$ , що так само дає значний економічний ефект. Через запобігання висихання при швидкому заморожуванні ароматичні та

поживні речовини не встигають вийти з продукту, що зберігає його якість. При цьому харчова цінність і смакові якості залишаються незмінними [30, 37].

Існує кілька методів (технологічних прийомів) при заморожуванні, всі вони зводяться до зміни температури в об'єкті [30, 34]. Швидкість заморожування впливає на розмір і структуру кристалів льоду. При швидкому заморожуванні утворюються дрібні кристали, які рівномірно розподіляються всередині клітин і в міжклітинному просторі, тому що травмує кристалів льоду на тканини ягід мінімально [30].

Теорії, що пояснюють механізм пошкодження тканин при заморожуванні можна розділити на 2 групи:

1. механічні – через тиск утворюються кристалів льоду на структури клітини,
2. осмотичні, внаслідок надмірної дегідратації клітин.

І в тому і в іншому випадку відбувається руйнування клітинної структури ягоди [30, 34].

В технології заморожування плодів і ягід в даний час розроблений ряд інноваційних методів, спрямованих на поліпшення якості та споживчих властивостей замороженого продукту. До них можна віднести часткову дегідратацію і додавання білків антифризів, які пов'язують воду [34].

При заморожуванні значний вплив на якісні показники та збереженість продукту надають способи і режими заморожування.

Процес заморожування з застосуванням природної конвекції становить 7–8 годин. Початкова стадія заморожування включає утворення кристаликів льоду в міжклітинному просторі, її тривалість для ягід 60–80 хв. На другому етапі відбувається утворення і зростання кристалів льоду всередині клітин. Підвищення температури протягом 20–40 хвилин призводить до утворення льоду всередині і позаклітинному просторі. Третій етап характеризується зниженням температури заморожування до  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 5–5,5 годин. Швидкість заморожування впливає на розмір і структуру кристалів льоду, так при швидкому заморожуванні утворюються дрібні кристали, які не виходять з

клітин структури. Ефективність заморожування зростає при застосуванні конвеєрного способу, однак здійснювати його технічно складніше і затратніше [37].

Для заморозки плодів, овочів (і інших продуктів) застосовуються наступні типи обладнання:

- Флюїдизаційні швидкоморозильні апарати;
- конвеєрні швидкоморозильні апарати;
- спіральні швидкоморозильні апарати.

Флюїдизаційні швидкоморозильні апарати: призначені, в основному, для заморожування дрібноштучних або подрібненого плодоовочевої сировини: плодів (слива, персик, абрикос), ягід (полуниця, смородина, журавлина, чорниця, заморожування грибів (цілком або шматочками). Цей клас апаратів забезпечує найвищу (серед повітряних) швидкість заморожування, мінімальну усушку і зберігає високу якість продуктів. Після заморожування продукт зберігає вихідну розсипчасту структуру і добре фасується. У конвеєрних швидкоморозильних апаратах товщина заморожувальних виробів може становити до 25 мм, а довжина і ширина до 100 x 100 мм. Ці апарати дозволяють заморожувати до 80% асортименту продуктів, традиційно заморожуються на імпорتنих спіральних швидкоморозильних апаратах, в тому числі продуктів рослинної групи: грибів і ягід [38].

Режими заморожування подовжують терміни зберігання заморожених ягід і зменшують процес розвитку псування при зберіганні. При значному зниженні температури молекули води переходять в зв'язаний стан, в кінцевому підсумку це подовжує терміни зберігання заморожених ягід і зменшує процес розвитку псування.

Вибір економічно оптимальної температури зберігання визначається характеристиками об'єкта заморожування, в тому числі такими факторами як вид продукту, його сорт, ступінь зрілості, спосіб збору врожаю, період після збору і т. д. Всі ці фактори в поєднанні з застосуванням споживчої упаковки і

подальшими умовами зберігання сприяють зберігання функціональних властивостей і в кінцевому підсумку визначають якість і безпеку.

Таким чином, особливості технологія шокової заморозки повинні забезпечує збереження якості свіжого продукту і робить це краще за інших способів заготівлі та зберігання. Проведені в багатьох країнах численні дослідження сировини на придатність об'єктів для заморожування показали, що для різних продуктів рослинного походження цей фактор має свої конкретні значення.

#### 1.4 Технологічні фактори заморожування ягідної сировини

Сезонність дозрівання не дозволяє використовувати ягоди чорної смородини цілий рік в свіжому вигляді, в зв'язку з різними характеристиками сортів. Заготівля ягід смородини чорної починається в середині липня і триває зазвичай до кінця жовтня. Зазвичай вважається, що шокову заморозку в тунелях краще зберігає якість і зовнішній вигляд плодів і ягід після розморожування. В будь-якому випадку потрібно холодильна камера з температурою нижче  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , де обсяг заповнення продукту до 70%, добре вентильована, але без великих перепадів температури за обсягом. У цьому випадку цикл заморожування 20 –ти тон ягід в спеціальних пластикових ящиках становить 3–4 дня.

В цілому швидкозаморожені ягоди є цінними компоненти, упаковані і заморожені за технологією шокової заморозки при температурі  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  до досягнення всередині продукту температури  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  і призначені для зберігання і реалізації при цій температурі.

При заморожуванні в першу чергу починає замерзати та частина вологи, яка має слабкі зв'язки з гідрофільними колоїдами, в якій менше міститься розчинених речовин. Така волога знаходиться в міжклітинному просторі рослинних тканин, в яких в першу чергу починають утворюватися кристали льоду, що викликає збільшення концентрації розчину тобто збільшення осмотичного тиску. В результаті різниці концентрації всередині клітин і

міжклітинному просторі відбувається переміщення води з клітин у міжклітинний простір і кристали льоду в міжклітинному просторі збільшуються, а клітини зневоднюються. Відбувається збільшення обсягу міжклітинної простору і здавлювання клітин, останнє призводить до механічного пошкодження цілісності клітин. Чим менше в клітині залишилося води, тим нижче температура кристалізації. Для плодів і ягід температура кристалізації знаходиться в діапазоні від  $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Чим вищий вміст в рослинній клітині розчинених речовин – цукрів, кислот, інших вуглеводів, солей, тим нижче кріоскопічна температура (наприклад, у вишні вона становить  $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а у винограду  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Пектин ягід володіє гідрофільними властивостями тобто зв'язує велику кількість води і сприяє утворенню желеподібної структури, що позитивно позначається на збереженні товарних властивостей при розморожуванні. Повільне заморожування призводить до утворення великих кристалів льоду в міжклітинному просторі і викликає механічні пошкодження оболонки і мембран клітини, тому при визначенні технологічних режимів заморожування ягід необхідно враховувати характер кристалоутворення і локалізацію льоду в рослинних тканинах [34].

В процесі заморожування ягід відбуваються незворотні зміни в клітинних і тканинних структурах: зменшується питома вага об'єкта, посилюється яскравість забарвлення, при цьому змінюються теплоємність, теплопровідність і температуропровідність заморожених продуктів. Здатність до відновлення рослинних тканин при розморожуванні в першу чергу залежить від утворення кристалів льоду, а так само знижується через температурної денатурації білків, зміни активності ферментів, накопичення продуктів неповного окислення. При більш швидкому заморожуванні утворюється багато центрів кристалізації всередині клітин і міжклітинному просторі. У рослинної продукції з тонкими клітинними оболонками і у недозрілих плодів, в яких міститься більше вільної води спостерігається більш серйозні пошкодження тканин при заморожуванні.

Технологія шокової заморозки відкриває абсолютно нові можливості. Важливим фактором, що впливає на якість замороженої плодово–ягідної

продукції, є інтенсивність і глибина заморожування. Експериментально встановлено, що температура замороженої продукції, призначеної для зберігання, повинна бути не вище  $-18^{\circ}\text{C}$ , а досягнення цієї температури повинно забезпечуватися в найкоротші терміни шляхом інтенсивного відводу тепла від продукту за допомогою холодного циркулюючого повітря ( $-35^{\circ}\text{C}$  і нижче) або рідких холодоагентів [39].

При інтенсивному заморожуванні продуктів велика частина води в них переходить з рідкого стану в кристалічний. При інтенсивному відведенні тепла від продукту одночасно виникає велика кількість центрів кристалізації, утворюються дрібні кристали, рівномірно розподілені в рослинній або тваринній тканині. При подальшому розморожуванні і розігріванні початкові властивості таких продуктів добре відновлюються. Так, заморожування сиру до  $-18^{\circ}\text{C}$  при температурі навколишнього повітря  $-30^{\circ}\text{C}$  і подальше зберігання протягом 12 місяців при  $-18^{\circ}\text{C}$  привели до зниження біологічної цінності цього продукту на 27%; при зберіганні сиру замороженого при  $-40^{\circ}\text{C}$  за інших рівних умов, біологічна цінність його знижується на 14%. Структура швидкозамороженого сиру більш однорідна, ніж повільно замороженого.

Переваги швидкого заморожування експериментально доведено дослідями з плодами, ягодам і овочами. При заморожуванні рослинних продуктів і зберіганні їх в замороженому стані відбуваються деструкція білків, окислення ліпідів, цукрів, поліфенолів, вітамінів. Швидкість і глибина небажаних фізико-хімічних перетворень речовин знижуються при швидкому заморожуванні.

Якісні зміни під час зберігання у різних швидкозаморожених продуктів неоднакові, проте у деяких харчових груп можна виділити характерні процеси. Найбільш сильно змінюється під час заморожування і зберігання якісною характеристикою фруктів і концентрованих фруктових соків є їх структура. У деяких сортів суниці та малини структура псується дуже сильно, а у деяких сортів персика з невіддільною кісточкою, навпаки, зберігається досить добре. Шляхом відповідного підбору та поліпшення сортів, проблему збереження



структури вдається вирішити навіть в разі криогенного заморожування (рідким азотом) [42].

Ферментативні побуріння персиків, яблук і абрикосів можна перешкодити заморожуванням в цукровому розчині з домішкою 70 мг/г. аскорбінової кислоти або шляхом використання методів закріплення кольору (Пропілгалат). Побуріння можна усунути і додаванням глюкооксидази, але це робиться тільки в разі герметичної упаковки без повітря. Для руйнування поліфенолоксидази використовується також термообробка протягом 1–3 хв при 100 °С, але при цьому з'являється варений присмак, тому такий метод не набув поширення [48].

### Висновки до розділу

В даний час найбільш значущою проблемою для забезпечення якості життя є корекція харчового раціону населення. Це може бути досягнуто за рахунок збагачення харчових продуктів біологічно активними компонентами (вітамінами, мікроелементами, біофлавоноїдами, антиоксидантами і деякими іншими біологічно активними речовинами) і створення функціональних продуктів.

Натуральними компонентами необхідними для нормальної життєдіяльності здорового організму є ягоди. Застосування плодово ягідних функціональних продуктів за сучасними даними є перспективним.

Чорна смородина має досить широкий ареал поширення. Чорна смородина є найбільш цінною ягідною культурою, яку вирощують в Україні, її можна вважати оптимальним функціональним продуктом. Ягоди чорної смородини містять моносахара (глюкозу, фруктозу, сахарозу), вітаміни (С, В1, В2, В5, В6, В9, бета–каротин, Р–активні речовини), органічні кислоти (лимонну, яблучну, винну, янтарну), мікроелементи (кальцій, калій, залізо, цинк, йод, магній), антоціани, пектини, клітковину, необхідні для нормального розвитку людини.

Сорти смородини чорної зазвичай пошкоджуються заморозками під час цвітіння, хворобами і шкідниками, тому створення і вивчення стійких сортів дозволить вирощувати їх для промислового виробництва.

Сезонність і неоднорідність дозрівання ягід чорної смородини не дозволяє використовувати їх цілий рік, тому виникає необхідність використання різних видів переробки. Одним з кращих способів консервування є заморожування. Воно дозволяє максимально зберегти якість, харчову та біологічну цінність протягом тривалого часу. При заморожуванні відбувається процес часткового або повного перетворення води в продукті в лід, знижується хімічна, біологічна, мікробіологічна і ферментативна активність, максимально зберігаються вітаміни.

Існують різні технології заморожування ягід (низькотемпературні, шоківий заморожування). Перевагами шоківого заморожування є утворення більш дрібних кристалів льоду всередині ягід, мінімальна усушка і збереженість високої якості протягом тривалих термінів зберігання. На збереженість ягід крім способів і режимів заморожування впливає вид ягід, сорт, конкретні технологічні характеристики сировини.

Таким чином, необхідно вивчення конкретних видових і сортових характеристик ягідної сировини для розробки нових продуктів харчування з використанням ягід смородини чорної.

## Розділ 2. Методологія проведення характеристика об'єктів і методів дослідження

### 2.1 Організація досліджень

Робота проводилася 5 етапів. Загальна схема проведення досліджень приведена на рисунку 1.



Рисунок 2.1 – Загальна схема проведення дослідження

На першому етапі, на підставі літературних даних вітчизняних і зарубіжних авторів здійснювали відбір рослинної сировини для дослідження морфологічних і біохімічних параметрів сортів чорної смородини з подальшим заморожуванням при різних технологічних режимах, перспективних для використання в якості самостійного функціонального продукту, а так само в якості функціональної добавки в продукти харчування. Рослинною сировиною служили ягоди 12 українських сортів смородини чорної (*Ribes Nigrum L.*), зібраної на Подільській дослідній плодово–ягідній станції.

Другий етап включає вивчення морфологічних особливостей сортів смородини чорної. Досліджувалися особливості хімічного складу, технологічні параметри, безпеку і товарну якість свіжих ягід смородини чорної українських сортів.

Третій етап роботи присвячений вивченню оптимальних технологічних режимів заморожування ягід смородини чорної українських сортів. Вивчено вплив режимів заморожування на технологічні властивості ягід смородини чорної, досліджено зміни хімічного складу при різних режимах заморожування, виявлені оптимальні сорти і дана оцінка товарного якості і дегустаційних характеристик заморожених ягід при різних технологічних режимах заморожування і зберігання. На підставі отриманих експериментальних даних складені математичні моделі зміни фізико–хімічних показників заморожених ягід.

Четвертий етап присвячений технології виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної і функціонального напою «Ягідний» на основі сироватки молочної з додаванням пюре із заморожених ягід смородини чорної. Проведено оцінку безпеки, товарного якості розроблених продуктів харчування, на підставі якої розроблена нормативно–технічна документація (ТУ, ТП).

## 2.2 Предмет і об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження виступають ягоди смородини чорної 12 українських інтродукованих сортів, які ростуть на території Подільського краю. Предметом дослідження є виявлення впливу режимів заморожування і зберігання, хімічний склад, оцінки безпеки та товарного якості свіжих і заморожених ягід смородини чорної, отримання рецептур і технологій виробництва пюре із замороженого ягідної сировини і напою «Ягідний» на основі сироватки молочної з додаванням пюре.

Українські сорти смородини чорної зібрані на території Поділля дослідної плодово-ягідної станції в липні – серпні 2015–2016 рр.:

1. Голосіївська Новий середньостиглий сорт чорної смородини селекції кафедри садівництва Національного аграрного університету. Отримано з сіяньців від посіву 1992 року насіння вільного запилення сорту Голосіївська (Полтава х Зелена серпанок). Селекціонер П.З. Шеренговой.
2. Альта – сорт чорної смородини середньопізнього терміну дозрівання інтенсивного типу, селекції Інституту садівництва УААН. Отримано сорт шляхом схрещування гібридної форми А-1-7 (Юність х Зоя) і сорту Минай Шмирев. Селекціонери: Копань В.В., Копань В.Н.
3. Аметист – новий сорт чорної смородини середньпізнього терміну дозрівання інтенсивного типу селекції ІС УААН. Отримано сорт від схрещування в 1983 році сорту Новина Прикарпаття з гібридною формою серії С-106, що є комплексним донором стійкості до борошнистої роси, антракнозу, септоріозу, столбчатой іржі, почковому кліща, листової галиці. В її походження брали участь: європейський і сибірський підвиди чорної смородини, види смородини дикуша і клейка, а також агрус. Селекціонери: Копань В.В., Копань В.Н.
4. Вернісаж – новий сорт чорної смородини середнього терміну дозрівання інтенсивного типу селекції ДС УААН. Родоначальний сіянець 85В-19-42 отриманий від схрещування в 1985 р. сортів Клусоновская х Тритон, від яких в

його геномі присутня геноплазма європейського і сибірського підвидів чорної смородини, далекосхідних видів дикуша і смородина уссурійська. Це забезпечило олігогенів стійкість до борошнистої роси, антракнозу, столбчатой іржі, почечному кліща і листової галиці. Селекціонери: Копань К.М., Копань В.П.

5. Либідь – сорт чорної смородини ранньо-середнього терміну дозрівання української селекції. Отримано сорт в Львівській філії Інституту садівництва УААН. Селекціонери: Шестопап З.А., Шестопап Г.С.

6. Мавка - новий сорт чорної смородини середнього терміну дозрівання інтенсивного типу селекції Інституту садівництва УААН. Отримано сорт від схрещування в 1986 році сортів Увертюра і Катюша, виконаного в умовах Санкт-Петербурга. Селекціонери: Копань К.М., Копань В.П., Болдижева Л.Д.

7. Софія – новий сорт чорної смородини середньопозднього терміну дозрівання селекції Львівської філії Інституту садівництва УААН. Отримано сорт від схрещування в 1985 році сортів Пам'ять Вавілова і міжвидової гібридної форми 106-37-11 як комплексного донора хворобостійкості. Селекціонери: Шестопап З.А., Шестопап Г.С.

8. Софіївська – новий сорт чорної смородини середнього терміну дозрівання інтенсивного типу селекції Інституту садівництва УААН. Отримано сорт від схрещування в 1986 році сорту Білоруська солодка з гібридною формою С-106, що є комплексним донором хворобостійкості. Селекціонери: Копань К.М., Копань В.П.

9. Черешнева – сорт чорної смородини середньопозднього терміну дозрівання Інституту садівництва УААН. Сорт виведений в результаті складного міжвидового і міжсортів схрещування. Є четвертим беккросним поколінням від смородини черешчатого. Вихідна форма В-36-16 отримана в 1975 році за такою схемою схрещування ((смородина чорна х смородина черешчатого) х (Юність х Зоя) х (Минай Шмирьов х Білоруська солодка)). Селекціонери: Копань К.М., Копань В.П.

10. Краса Львова – Новий середньопізній сорт чорної смородини селекції Львівської філії Інституту садівництва УААН. Отриманий від схрещування в 1985 році сорів Загадка x Ледар. Селекціонери З.А.Шестопал, Г.С.Шестопал.

11. Володимирська – новий сорт чорної смородини середньопозднього терміну дозрівання інтенсивного типу селекції Інституту садівництва УААН. Отриманий від схрещування в 1988 р. сортів Пам'яті Вавілова x Титанія. Селекціонери: Копань К.П., Копань В.П.

12. Сюїта Київська – сорт чорної смородини раннесереднього терміну дозрівання інтенсивного типу селекції Інституту садівництва УААН. Отримано сорт від схрещування в 1974 році гтбрідної форми А-1-14 (Юність x Зоя) і сорту Минай Шмирьов. Селекціонери: Копань К.М., Копань В.П.

Переваги та недоліки сортів наведені в таблиці 1.

Таблиця 2.2 – Переваги і недоліки досліджуваних українських сортів смородини чорної

Помологічний сорт	Переваги сорту	Недоліки сорти
1	2	3
Голосіївська	Ягоди великі з сухим відривом, смак кисло–солодкий з ароматом, хороша транспортабельність. Крупноплідність, висока врожайність, висока стійкість до борошнистої роси, почковому кліща. Зимостійкість, посухостійкість.	Уражається септоріозом.
Альта	Ягоди дуже великі, смак кисло–солодкий. Дозрівання ягід одночасне. Сорт великоплідний, стійкий до септоріозу, антракнозу, галової попелиці.	Мокрий відрив ягід.
Аметист	Ягоди дуже великі з сухим відривом, хороша транспортабельність. Смак кисло–солодкий з ароматом. Сорт стійкий до борошнистої роси, антракнозу, посухостійкий.	Пошкоджується септоріозом, в незначній мірі почковим кліщем.
Вернісаж	Ягоди кисло–солодкого смаку з гарною транспортабельністю. Дозрівання ягід одночасне. Сорт має високу зимостійкість, комплексною стійкістю до грибних хвороб, почковому і павутинного кліща.	Середня маса ягід. Мокрий відрив ягід.
Либідь	Сорт посухостійкий, зимостійкий, стійкий до септоріозу, антракнозу, галової попелиці.	Середня маса ягід. Мокрий відрив ягід.

Помологічний сорт	Переваги сорту	Недоліки сорти
1	2	3
Мавка	Володіє високою зимостійкістю. Сорт стійкий до почковому кліща і борошнистої роси.	Середня маса ягід, уражається Рябуха і септоріозом.
Софія	Дозрівання ягід одночасне, ягоди десертного смаку з сухим відривом, з гарною транспортабельністю Сорт стійкий до борошнистої роси.	Уражається септоріозом і почковим кліщем.
Софіївська	Ягоди дуже великі. Високоврожайний сорт з хорошим смаком. Стійкий до галової попелиці та борошнистої роси.	Ягоди з розтягнутим строком дозрівання з мокрим відривом ягід. пошкоджується септоріозом.
Черешнева	Сортобладає скороплодністю, зимостійкістю. Устойчивк почковому кліща і борошнистої роси.	пошкоджується септоріозом в середньої ступеня.
Краса Львова	Ягоди великі, з гарною транспортабельністю. Сорт зимостійкий.	Пізніше дозрівання ягід. В незначною ступеня пошкоджується септоріозом.
Володимирівська	Ягоди мають десертним смаком з гарною транспортабельністю. Сорт зимостійкий.	Середня маса ягід. Пошкоджується павутинним кліщем.
Сюїта Київська	Ягоди десертного смаку з гарною транспортабельністю. Сорт зимостійкий.	Розтягнутий термін дозрівання ягід. У незначній мірі уражається борошнистою росою і павутинним кліщем.

### 2.3. Методи дослідження

При вирішенні поставлених у роботі задач застосовували загальноприйняті і спеціальні методи: соціологічні, маркетингові, морфометричні, біохімічні, органолептичні, фізико–хімічні, мікробіологічні, токсикологічні, статистичні.

Всі фізико–хімічні методи проводилися в 2015–2016 рр. на базі лабораторії кафедри Інженерно технологічного факультету ВНАУ.



Для вивчення морфологічних характеристик смородини чорної досліджували 12 сортів смородини чорної українських сортів. Методом випадкової вибірки в кожній популяції було відібрано 10–12 генеративних особин. З кожного з досліджуваних кущів смородини чорної були зібрані всі ягоди, від загальної маси ягід був відібраний середній зразок не менше 8 кг.

Варіювання морфологічних ознак досліджували по 8 ознаками: висота куща, розлогі куща, біопродуктивність, довжина кисті, маса 100 г. ягід, діаметр ягід, товщина шкірки, кількість насіння.

Товарознавчу оцінку якості проводили згідно з вимогами ДСТУ 8319:2015 «Смородина чорна свіжа. Технічні умови» [22].

Визначення середньої маси плодів проводилося шляхом зважування на вагах 100 ягід досліджуваного сорту, відібраних методом випадкової вибірки.

Визначення змісту сухих речовин проводилося методом висушування навішування при 105 °С до повного видалення вологи. Вміст сухої речовини дорівнює різниці між масою сирої навішування і вмістом вологи в ній. Розчинні сухі речовини визначали рефрактометричним методом. Метод заснований на визначенні показника заломлення досліджуваного розчину. Для отримання розчину подрібнену наважку продукту масою не менше 40 г., розведену водою витримують 15 хвилин на киплячій водянній бані, охолоджують і фільтрують. «Масова частка розчинних сухих речовин по рефрактометр» означає: масова частка сахарози у водному розчині, що має такий же показник заломлення, який має досліджуваний розчин при встановленій температурі в встановлених умовах визначення [23].

Визначення загальної кислотності засноване на титрування екстракту, отриманого з відомої навішування розчином 0,1 н. лугу в присутності індикатора. Результати титрування висловлювали у відсотках в перерахунку на яблучну кислоту. Загальну кислотність на 100 м лугу розраховують за формулою:

$$x = aV * \frac{100}{V_1H} \quad (1),$$

% Де  $a$  – кількість 0,1 н. луги, см<sup>3</sup>;

$V$  – загальний загальному витяжки, см<sup>3</sup>;

$v$  – об'єм витяжки, взятої для титрування, см;

$n$  – маса навішення, р. .

Визначення цукрів виробляли фотоколориметричним методом. Метод заснований на взаємодії карбонільних груп цукрів в лужному середовищі з заліzosиньородистим калієм і вимірі оптичної щільності отриманого розчину на фотоелектроколориметри.

Визначення пектинових речовин засноване на титрування лугом попередньо виділених і підготовлених пектинових речовин до і після гідролізу. Результати титрування пропорційні числу вільних і етерифікованих карбоксильних груп і при множенні на відповідні еквіваленти дають вміст поліуроніди в пектинових речовинах продукту.

Визначення антоціанів засноване на застосуванні рН-диференціальної спектрофотометрії. Сумарну масову концентрацію антоціанів визначають на основі зміни поглинання світла з довжиною хвилі 510 нм при зміні кислотності розчину з рН від 1 до 4,4. Масову частку суми антоціанів  $c(X)$ , мг/дм<sup>3</sup>, розраховують в перерахунку на ціанідин-3-глюкозид за формулою:

$$c(X) = \frac{A * M(x) * V_1}{V_2 * \epsilon * l} * 10^3 \quad (2)$$

де,  $A$  – вимірювана оптична щільність суми антоціанів;

$M(X)$  – молекулярна маса ціанідин-3-глюкозиду, рівна 449,2 г / моль;

$V_1$  – місткість мірної колби, взятої для розведення, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – обсяг проби, відібраний для аналізу, см<sup>3</sup>;

$\epsilon$  – молярний коефіцієнт екстинкції ціанідин-3-глюкозиду, рівний 26900 [моль\*см<sup>3</sup>]<sup>-1</sup>;

$l$  - довжина оптичного шляху кювети, що дорівнює 1 см. .

Визначення аскорбінової кислоти (вітаміну С) засновано на екстрагуванні вітаміну С розчином 1% НСІ з подальшим титруванням візуально або потенціометричеські 0.001 н. розчином 2,6 діхлорфеноліндофенолята натрію (реактивом Тильманса) до встановлення світло-рожевого забарвлення в доданому до екстракту хлороформі.

Визначення масової частки золи проводилося гравіметричним методом, заснованим на визначенні вогнетривкого залишку неорганічних речовин після спалювання проби в муфельній печі в фарфоровому тиглі.

Визначення змісту макро- і мікроелементів Fe, Mn і Cu визначали методом атомної абсорбції. Для цього пробу певного обсягу попередньо мінералізують сумішшю азотної та хлорної кислот при нагріванні. Мінералізація переносить в мірну колбу і в розчині визначають вміст металів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі Квант-2а. Одночасно проводять холосте визначення для з'ясування чистоти реактивів. Калібрувальні графіки будують по розчинів відповідних солей металів. Розчини готують зі стандартних зразків.

### Розділ 3. Використання ягід смородини чорної українських сортів як сировини для створення функціональних продуктів харчування

#### 3.1 Морфологічні характеристики, хімічний склад, технологічні властивості, безпеку і товарну якість свіжих ягід смородини чорної українських сортів

При виборі того чи іншого сорту смородини чорної для технологічної переробки необхідно враховувати морфологічні особливості, а саме: висоту і форму куща, розмір, масу, форму і забарвлення ягоди, довжину кисті, характер відриву ягоди, товщину шкірки, кількість насіння, біопродуктивність і ін. .

Досліджувалися морфологічні характеристики і хімічний склад 12 українських сортів смородини чорної, з метою виявлення найбільш оптимальних об'єктів для промислового використання. У Держреєстр сортів, допущених до використання внесені наступні сорти: Голосіївська, Альта, Аметист, Вернісаж, Либідь, Мавка, Софія, Софіївська, Черешнева, Краса Львова, Володимирська та Сюїта Київська. Всі аналізи виконували в свіжому матеріалі протягом 12 годин після збору ягід. Отримані результати були оброблені загальноприйнятими статистичними методами.

Опис помологічних сортів смородини чорної представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Короткі помологічні характеристики досліджуваних сортів

Помологічний сорт	Кущ	Лист	Ягоди	Переваги сорту
1	2	3	4	5
Голосіївська	Середньо рослий, середньо розлогий	п'ятилопатевий, середній, світло-зелений, матовий	великі, округлі, чорні, блискучі	Крупно Плідність, висока врожайність, висока стійкість до борошнистої роси і почковому кліща, хороший смак ягід
Альта	Середньо рослий, середньо розлогий	п'ятилопатевий, з дрібними вирізами, середній і великий, світло зелений, матовий	великі, округлі, чорні, блискучі	Крупно плідність, висока врожайність, стійкість до септоріозу, антракнозу, галової попелиці, дуже хороший смак ягід

Помологічний сорт	Кущ	Лист	Ягоди	Переваги сорту
1	2	3	4	5
Аметист	Середньо рослий, середньо розлогий	п'ятилопатевий, середній, світло зелений, матовий	дуже великі, округлі, чорні, з тьмяним блиском	стійкість до борошнистої роси, антракнозу і до посухи
Вернісаж	сильнорослий, стиснений, густий	п'ятилопатевий, великий, темно-зелений, слабо блискучий	середньої величини, округлі, чорні	висока зимостійкість, висока комплексна стійкість до грибних хвороб, почковому кліща, галової попелиці, павутинного кліща
Либідь	Середньо рослий, середньо розлогий	п'ятилопатевий, середній і дрібний, світло зелений, блискучий	середньої величини, округлі, чорні	посухостійкий, зимостійкий, стійкий до септоріозу, антракнозу, галової попелиці.
Мавка	слабо розлогий	п'ятилопатевий, зелений, матовий	середньої величини, чорні	високозимостойкій, стійкий до борошнистої роси, антракнозу і почковому кліща, слабо уражається септоріозом і Рябуха
Софія	середньорослий, слабо розлогий	п'ятилопатевий, середній і дрібний, світло зелений, блискучий	великі, округлі, чорні	самоплідність, скороплодність, висока врожайність, висока стійкість до борошнистої росі
Софіївська	Слаборосла, слабо розлогий, середньої густини	п'ятилопатевий, середній, світло зелений, матовий	дуже великі, округлі, чорні	висока врожайність, Крупно плідність, хороший смак ягід, висока стійкість до борошнистої роси і галової попелиці
Черешнева	сильнорослий, полурасткі-ДіСтено	трилопатевий, середній, зелений з легким «Засмагою»	великі, однакові, округлі, чорні, блискучі	скороплодність, зимостійкість, стійкість до борошнистої роси і почковому кліща, висока стабільна врожайність, високі смакові якості ягід
Краса Львова	Середньо рослий, середньо розлогий	великий, зелений, платівка гола, матова	великі, овальні, чорні з бурим відтінком	висока стабільна врожайність, зимостійкість, хороша транспортабельність ягід
Володимирська	Середньо рослий, середньо розлогий	середньої величини, зелений, платівка гола, матова	великі, овальні, чорні	висока врожайність, зимостійкість, стійкість до почковому кліща, галової попелиці, павутинного кліща
Сюїта Київська	слабо розлогий, рідкісний	п'ятилопатевий, середньої величини, темно-зелений, блискучий	великі, сливовидної, чорні, слабо блискучі	Крупно плідність, скороплодність, висока зимостійкість, стійкість до Рябуха і почковому кліща

Досліджувані сорти смородини чорної, отримані на Вінницькій дослідній плодово-ягідній станції, мають схожі морфологічними ознаками: середньорослий кущ, формою листа (п'яти лопатева), формою квітки (Бокальчатая), кисло-солодким смаком і вираженим ароматом. Сорти Голосіївська, Аметист, Мавка, Софія, Софіївська, Черешнева мають самоплідністю, високою врожайністю, ягоди мають гарний смак, але сорти уражуються септоріазом. Сорти Альта, Вернісаж, Либідь, Краса Львова і Володимирська є зимостійкими, високоврожайними, мають високу комплексну стійкість до грибних хвороб, почковому кліща, галової попелиці, павутинного кліща. Результати дослідження морфологічних параметрів представлені в таблиці 3.2 .

Таблиця 3.2 – Морфологічна характеристика ягід смородини чорної різних сортів

Помологі-ний сорт	Середній діаметр ягід, см	Маса 100 ягід, г	Середня врожайність, кг / кущ	Середня товщі- на шкірки ягоди, мм	Середня кількість насіння, шт.
1	2	3	4	5	6
Голосіївська	1,20 ± 0,08	130,30 ± 9,12	4,20 ± 0,21	0,200 ± 0,002	49,00 ± 3,43
Альта	1,30 ± 0,09	150,34 ± 10,53	3,10 ± 0,15	0,300 ± 0,003	31,00 ± 2,17
Аметист	1,25 ± 0,08	150,36 ± 10,52	2,90 ± 0,14	0,180 ± 0,002	44,00 ± 3,08
Вернісаж	0,80 ± 0,06	87,60 ± 6,13	2,70 ± 0,14	0,160 ± 0,002	42,00 ± 2,94
Либідь	0,90 ± 0,06	128,30 ± 8,98	1,60 ± 0,08	0,150 ± 0,002	46,00 ± 3,22
Мавка	0,85 ± 0,06	95,51 ± 6,68	2,20 ± 0,11	0,200 ± 0,002	63,00 ± 4,41
Софія	1,05 ± 0,07	142,20 ± 9,95	2,60 ± 0,13	0,300 ± 0,030	29,00 ± 2,03
Софіївська	1,30 ± 0,09	160,00 ± 11,20	4,80 ± 0,34	0,350 ± 0,035	48,00 ± 3,36
Черешнева	1,05 ± 0,07	126,20 ± 8,86	2,00 ± 0,10	0,150 ± 0,002	60,00 ± 4,20
Краса Львова	1,20 ± 0,08	134,80 ± 9,43	1,80 ± 0,09	0,200 ± 0,002	34,00 ± 2,38
Володимирська	0,70 ± 0,05	67,80 ± 4,75	2,80 ± 0,39	0,200 ± 0,000	23,00 ± 1,61
Сюта Київська	1,15 ± 0,08	122,30 ± 8,56	2,90 ± 0,14	0,250 ± 0,003	42,00 ± 2,94

У досліджених сортів виявлені значні відмінності. Так, середній діаметр ягоди варіює від 0,7 см – 1,3 см; маса плода від 67,80 м – 160,00 г .; середня врожайність куща так само змінюється в 2 – 2,5 рази. У всіх досліджуваних сортів смородини чорної визначається товста шкірка у ягоди.

Ягоди смородини чорної є цінним джерелом біологічно активних компонентів і можуть використовуватися як самостійно, так і служити основою для виготовлення функціональних продуктів харчування [22, 45–47, 49]. Технологія переробки ягід смородини чорної в основному пов'язана з приготуванням варення джему, желе і соку.

Свіжі ягоди і продукти їх переробки широко використовуються при авітамінозах, атеросклерозі, гіпертонічній хворобі, при каміннях у нирках, подагрі, ревматизмі, захворюваннях шлунково–кишкового тракту, проти респіраторних захворювань і внутрішніх кровотечах.

Європейські сорти ягід смородини чорної виявили досить високу варіабельність хімічного складу. Кількість сухих розчинних речовин становить 16–19%, відсоток цукрів в ягодах від 10–12%, безпосередньо на сахарозу доводиться від 1–2,5%. Кислотність ягід становить від 2,0 до 4,3%. Смородина чорна є одним з найцінніших вітаміновмісних рослин. У ній міститься на 100 грам сирих ягід від 100 до 350 мг вітаміну С, до 600 мг вітаміну Р (флавіони + флавоноїди), провітамін А, вітаміни групи В (В1, В2, В6, В9) до 0,16мг, провітаміну До від 0,7 до 1,2 мг, вітаміни Е, РР, кумарини, дубильних речовин (до 0,43%). Досить велика кількість в ягодах смородини чорної пектинових, дубильних, фарбувальних речовин. З мікроелементів представлений калій (4,5% від зольного залишку), кальцій (до 9%), магній (4%), кремній (4%), фосфор (до 0,7%) і деякі інші [49].

Раніше нами виявлено різноманітність сортів смородини чорної по помологічними і морфологічними ознаками, що ймовірно пов'язано з їх різним походженням.

Нами досліджувалися 12 сортів смородини чорної подільської селекції з метою виявлення особливостей хімічного складу, які дозволять оптимально

використовувати їх в якості сировини для створення нових продуктів харчування. У досліджуваних зразках смородини чорної українських сортів визначалися біологічно активні речовини, в тому числі антиоксиданти. До таких речовин перш за все відносять вітамін С і антоціани, причому, високий вміст вітаміну С запобігає окисленню антоціанів. Смородина відрізняється підвищеним вмістом аскорбінової кислоти, в плодах її накопичується від 180–380мг%, тобто 30–35 грамів ягід забезпечують добову потребу організму у вітаміні С, причому в смородині чорної майже немає ферментів, що руйнують аскорбінову кислоту, тому остання добре зберігається в замороженому вигляді.

Визначено хімічний склад ягід смородини чорної українських сортів (табл.3.3).

Таблиця 3.3 – Хімічний склад досліджуваних помологіческих сортів свіжих ягід смородини чорної, до маси %

Помологічний сорт	Зольність, %	Масова частка сухих речовин, %	Вміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукрово-кислотний коефіцієнт, %	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Голосіївська	0,75 ±0,001	10,46 ±0,15	7,8 ±0,12	2,8 ±0,04	2,78	2,1 ±0,03	184,5 ±2,76	45,5 ±0,68
Альта	0,68 ±0,001	10,2 ±0,16	6,9 ±0,10	3,2 ±0,04	2,15	2,3 ±0,03	128,2 9 ±1,92	47,1 ±0,64
Аметист	0,89 ±0,001	12,09 ±0,17	12,6 ±0,14	4,31 ±0,04	2,92	2,03 ±0,02	204 ±3,06	25,13 ±0,40
Вернісаж	0,79 ±0,001	10,64 ±0,12	8,1 ±0,12	3,97 ±0,04	2,04	1,3 ±0,02	163,4 2 ±1,45	37,1 ±0,55
Либідь	0,68 ±0,001	10,46 ±0,15	9,08 ±0,13	3,14 ±0,04	2,89	1,8 ±0,02	124,6 ±1,86	20,8 ±0,31
Мавка	0,72 ±0,001	13,23 ±0,17	5,1 ±0,08	3,1 ±0,05	1,65	2,64 ±0,03	192,9 ±2,89	41,7 ±0,62
Софія	0,65 ±0,001	13,15 ±0,14	6,7 ±0,011	3,35 ±0,05	1,56	1,75 ±0,02	154,4 8 ±2,32	17,5 ±0,29
Софіївська	0,9 ±0,001	10,08 ±0,15	9,1 ±0,01	2,55 ±0,03	3,56	2,29 ±0,03	193,8 6 ±2,90	37,7 ±0,56
Черешнева	0,93 ±0,001	14,02 ±0,21	9,2 ±0,14	4,37 ±0,06	2,1	1,56 ±0,02	184 ±2,76	43,7 ±0,65



Помологічний сорт	Зольність, %	Масова частка сухих речовин, %	Вміст моно- і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукрово-кислотний коефіцієнт, %	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Краса Львова	0,69 ±0,001	10,02 ±0,14	9,7 ±0,14	2,87 ±0,04	3,37	3,04 ±0,04	247,6 ±3,71	21 ±0,31
Володимирівська	0,7 ±0,001	10,08 ±0,15	9,9 ±0,14	3,7 ±0,05	2,67	1,7 ±0,02	166,05 ±2,49	35,3 ±0,53
Сюїта Київська	0,91 ±0,001	12,81 ±0,19	7,1 ±0,10	2,75 ±0,04	2,58	2,86 ±0,04	189,3 ±2,84	24,1 ±0,36

Дослідження хімічного складу показало, що максимальний показник масової частки сухих речовин виявлено у сорту Черешнева і становить 14,02%, а мінімальний у сорту Краса Львова – 10,02%. Зміст моно- і олігосахаридів коливається від 5,1% у сорту Мавка до 12,6% у сорту Аметист. Смакові гідності сортів залежать від співвідношення цукрів і кислот (цукрово-кислотний коефіцієнт). Цукрово-кислотний коефіцієнт визначає смакові характеристики досліджуваних об'єктів. За цукрово-кислотному коефіцієнту виявлені широкі відмінності від вираженого кислого смаку (Софія, Мавка) до солодкого (Голосіївська, Аметист, Либідь, Володимирівська, Краса Львова, Софіївська), що визначає подальше використання при переробці. У всіх вивчених сортів вміст пектинів вище 1%, це означає, що всі досліджувані зразки мають желюючий здатність. Найбільший вміст пектинових речовин виявлено у сорту Краса Львова – 3,04%, а найменше у сорту Вернісаж – 1,30%. Вміст аскорбінової кислоти знаходиться в межах від 124,60 мг% у сорту Либідь до 247,60 мг%). Сумарний вміст антоціанів значно нижче, ніж у європейських сортів і знаходиться в діапазоні від 17,50 (Софія) – 47,10 (Альта) мг%.

Таким чином, виявлені значні зміни хімічного складу в українських сортів смородини чорної в порівнянні з європейськими.

Результати змісту макро- і мікроелементів в ягодах смородини чорної представлені в таблицях 3.4, 3.5.

Таблиця 3.4 – Макро– і мікроелементний склад ягід смородини чорної українських сортів, мг / кг

Вміст мінеральних елементів	Найменування сорту					
	Голосіївська	Альта	Аметист	Вернісаж	Софія	Краса Львова
зольність, %	0,75 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,89 ± 0,01	0,79 ± 0,01	0,65 ± 0,01	0,93 ± 0,01
калій	3050 ± 45,00	2923 ± 43,80	3787 ± 56,80	3176 ± 47,60	2860 ± 42,90	3813 ± 57,10
натрій	18,76 ± 0,02	17,35 ± 0,02	23,97 ± 0,03	19,72 ± 0,02	16,89 ± 0,02	25,16 ± 0,03
кальцій	406,54 ± 0,60	392,45 ± 0,58	426,15 ± 0,63	418,23 ± 0,62	368,26 ± 0,55	450,15 ± 0,67
магній	82,31 ± 0,04	32,42 ± 0,04	124,26 ± 0,18	98,47 ± 0,14	25,64 ± 0,03	150,05 ± 0,22
Залізо	68 ± 0,10	79,00 ± 0,11	91 ± 0,13	73,00 ± 0,10	32 ± 0,04	94,00 ± 0,14
фосфор	810 ± 12,15	900 ± 13,50	882 ± 13,23	730 ± 10,95	820 ± 12,30	840 ± 12,60
сірка	138,8 ± 2,08	146,5 ± 2,19	168,9 ± 2,53	111,8 ± 1,67	127,6 ± 1,91	143,4 ± 2,15
Марганець	99,8 ± 1,50	99,17 ± 1,49	101,98 ± 1,53	113,44 ± 1,70	101,23 ± 1,51	117,73 ± 1,76
цинк	1,89 ± 0,02	1,56 ± 0,02	2,01 ± 0,03	1,94 ± 0,03	1,42 ± 0,02	2,25 ± 0,03
мідь	86,57 ± 1,30	32,13 ± 0,48	99,35 ± 1,49	98,56 ± 1,48	75,45 ± 1,13	157,80 ± 2,36

Таблиця 3.5 – Макро– і мікроелементний состав ягод смородини чорної українських сортів, мг/кг

Вміст мінеральних елементів	Найменування сорту					
	Либідь	Мавка	Софіївська	Черешнева	Володимирська	Сюїта Київська
зольність, %	0,68 ± 0,01	0,72 ± 0,01	0,90 ± 0,01	0,69 ± 0,01	0,70 ± 0,01	0,91 ± 0,01
калій	2912 ± 43,68	3068 ± 46,02	3735 ± 56,02	3021 ± 45,31	2995 ± 44,93	3786 ± 56,80
натрій	17,61 ± 0,03	17,95 ± 0,03	23,14 ± 0,04	17,93 ± 0,03	17,21 ± 0,03	24,80 ± 0,04
кальцій	395,48 ± 5,90	403,10 ± 6,04	413,28 ± 6,20	389,95 ± 5,85	378,45 ± 5,68	431,18 ± 6,47
магній	33,16 ± 0,05	75,81 ± 1,14	120,63 ± 1,81	36,45 ± 0,55	34,86 ± 0,52	126,73 ± 1,90

Вміст мінеральних елементів	Найменування сорту					
	Либідь	Мавка	Софіївська	Черешнева	Володимирська	Сюїта Київська
Залізо	78,00 ± 1,17	80,00 ± 1,2	92,00 ± 1,38	79,00 ± 1,19	76,00 ± 1,14	92,00 ± 1,38
фосфор	805 ± 12,10	790 ± 11,80	700 ± 10,50	870 ± 13,00	810 ± 12,10	830 ± 12,40
сірка	123,6 ± 1,85	110 ± 1,65	163 ± 2,45	160,6 ± 2,41	117 ± 1,75	176,6 ± 2,65
Марганець	98,52 ± 1,47	99,86 ± 1,50	102,01 ± 1,53	98,92 ± 1,48	100,15 ± 1,50	115,83 ± 1,73
цинк	1,58 ± 0,02	1,85 ± 0,03	1,98 ± 0,03	1,51 ± 0,02	1,62 ± 0,02	2,13 ± 0,03
мідь	35,31 ± 0,53	83,16 ± 1,25	98,05 ± 1,47	38,93 ± 0,58	42,71 ± 0,64	146,17 ± 2,19

Мінімальна зольність виявлена у сортів Альта і Либідь – 0,68%, максимальна – у сорту Софіївська – 0,90% і сорту Краса Львова – 0,93%. Відомо, що оптимальною для людини є зольність від 0,7% до 1,0%. Досліджувані зразки найбільш багаті такими елементами як калій і кальцій. Калій представлений в діапазоні від 2860,00 мг/кг у сорту Софія до 3813,00 мг / кг у сорту Краса Львова , кальцій від 368,26 мг / кг (сорт Софія) до 450,15 мг / кг (сорт Краса Львова ). Вміст натрію в ягодах смородини чорної змінюється від 16,89 мг / кг у сорту Софія до 25,16 мг / кг у сорту Краса Львова. Виявлено високу кількість таких елементів як: залізо (32,00 – 94,00 мг / кг), магній (32,42 – 150,05 мг / кг), марганець (98,52 – 117,73 мг / кг), фосфор (700,00 – 900,00 мг / кг), сірка (110,00 – 176,60 мг / кг), мідь (32,13 – 157,80 мг / кг) і цинк (1,42 – 2,25 мг / кг). Вміст натрію, калію, кальцію, заліза, міді узгоджується з дослідженнями європейських сортів.

Харчова промисловість пред'являє до якості плодів і ягід певні вимоги. Особливо високі вимоги до плодів, призначених для заморожування. Тому для отримання високоякісної замороженої продукції необхідно, щоб плоди були споживчої ступеня зрілості, так як незрілі плоди не можуть забезпечити відповідну структуру, смак, аромат і забарвлення. Після заморожування і дефростації плоди, як правило, набувають кислий смак з гірким присмаком, значно погіршується їх забарвлення і аромат [28, 23].

Для ягід смородини чорної українських сортів можна виявити загальні технологічні вимоги, які забезпечать високу якість замороженої продукції. Такі технологічні параметри ягід смородини чорної досліджуваних українських сортів представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Технологічні вимоги до ягодам смородини чорної досліджуваних українських сортів

Помологічний сорт	Зовнішній вигляд ягід	Смак ягід	Консистенція м'якоті	Забарвлення м'якоті	Аромат ягід
1	2	3	4	5	6
Голосіївська	округлі, чорні, блискучі	кисло–солодкого смаку з ароматом	м'якоть щільна	світло–зелена	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Альта	округлі, чорні, блискучі	кисло–солодкого, десертного смаку	м'якоть щільна, хрустка	світло–зелена	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Аметист	округлі, чорні, з тьмяним блиском	кисло–солодкого смаку	м'якоть щільна, хрустка	світло–зелена	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Вернісаж	округлі, чорні	кисло–солодкого смаку	м'якоть середньої щільності	рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Либідь	округлі, буро чорні	десертного смаку	м'якоть розм'якшення	яскраво рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Мавка	округлі, чорні	кисло–солодкого смаку	м'якоть середньої щільності	світло–рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Софія	округлі, чорні, зі слабким блиском	кисло–солодкий смак з ароматом	м'якоть щільна, хрустка	рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Софіївська	округлі, чорні, зі слабким блиском	кисло–солодкого смаку	м'якоть середньої щільності	темно–рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Черешнева	одномірні округлі, чорні, блискучі	кисло–солодкого смаку	м'якоть щільна, хрустка	зелена	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху

Помологічний сорт	Зовнішній вигляд ягід	Смак ягід	Консистенція м'якоті	Забарвлення м'якоті	Аромат ягід
1	2	3	4	5	6
Краса Львова	овальні, чорні бурим відтінком	кисло–солодкого смаку, освіжаючим ароматом	м'якоть щільна, хрустка	зелена	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Володимирська	круглі, чорні	кисло–солодкого смаку, освіжаючим ароматом	м'якоть щільна, хрустка	блідо рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху
Сюїта Київська	круглі, одномірні чорні, слабо блискучі	кисло–солодкого, освіжаючого смаку	м'якоть щільна, хрустка	блідо рожева	характерний для даного помологічного сорту, без стороннього запаху

За зовнішнім виглядом ягоди округлі або овальні, в основному чорного кольору, з різним забарвленням м'якоті від світло–зеленої (у сортів Голосіївська, Альта, Аметист) до темно–рожевої (Софіївська), досить щільної консистенції, з вираженим кисло–солодким смаком і ароматом.

Всі досліджувані сорти мають типовий кисло–солодкий смак, виражений аромат, характерну забарвлення м'якоті, консистенція м'якоті щільна або середня щільна. Відповідно до ДСТУ за органолептичними характеристиками ягоди всіх досліджуваних помологічних сортів, можливо використовувати для заморожування [22].

При виборі свіжих ягід смородини чорної, в якості сировини необхідно враховувати зміст сухих розчинних речовин, цукрів – не менше 8%, пектинових речовин – не менше 1%, органічних кислот – не менше 2,5–3,5%, антоціанів – не менше 0,5%, вітаміну С – не менше 150 мг% і т.д. .

Найважливішим фактором, що визначає використання харчових продуктів, є безпека. На основі показників безпеки харчових продуктів відносять до біопродуктів, тобто виробленим з натуральної сировини, що не містить синтетичних барвників, ароматизаторів, консервантів, ГМО. Як правило, це продукти підвищеної біологічної цінності з функціональними властивостями. Плодоягідну сировину може бути віднесено до біопродуктів при відповідно показниками безпеки [28].

Згідно санітарно–епідеміологічним правилам і нормам Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» [28] безпеку визначається за змістом токсичних елементів, нітратів, пестицидів, радіонуклідів та мікробіологічними показниками (табл.3.7) .

Таблиця 3.7 – Показники безпеки свіжих ягід смородини чорної на прикладі сорту Голосіївська

Показники	Граничні значення	Значення на прикладі сорту Голосіївська
1	2	3
Токсичні елементи:	мг / кг, свіжої продукції, що не більше	
свинець Pb	0,4	0,3000 ± 0,0045
миш'як As	0,2	0,0500 ± 0,0007
кадмій Cd	0,03	0,0220 ± 0,0003
ртуть Hg	0,02	0,0130 ± 0,0002
нітрати	мг / кг не більше 100,00	65,00 ± 0,10
пестициди:		
гексохлорціклогексан	0,05	0,03
радіонукліди:	бекерель (Бк)	
цезій Cs–137	160	40
стронцій Sr–90	60	15
Мікробіологічні показники:		
МАФАМ, КУО / г	5 • 10 <sup>4</sup>	1,7 • 10 <sup>3</sup>
БГКП (коліформи), г	Не допускається в 0,1	НЕ обнар в 0,1
в т.ч. сальмонели, г1		
дріжджі, КУО / г	2 • 10 <sup>2</sup>	1 • 10 <sup>2</sup>
цвілі, КУО / г	не більше 5 • 10 <sup>2</sup>	2 • 10 <sup>2</sup>

Отримані результати свідчать про безпеку ягід смородини чорної за змістом всіх груп показників безпеки, що є основою для використання ягід як сировини для технологічної переробки.

Товарознавча оцінка якості свіжих ягід повинна відповідати ДСТУ 8319:2015 «Смородина чорна свіжа. Технічні умови»[22].

Оцінка товарної якості здійснюється за такими органолептичними показниками як зовнішній вигляд, смак і запах, зрілість і наявність механічних пошкоджень. Для транспортування і подальшої переробки істотне значення

мають механічні пошкодження, ураження хворобами, наявність зайвої вологи на ягодах і наявність кисті або без кистей. За якістю свіжі ягоди діляться на 2 товарні сорти: 1–ий і 2–ий. При заготівлі ягоди чорної смородини її упаковують в відповідну тару, що забезпечує збереження якості ягід при подальшому транспортуванні і переробці, товщина шару ягід в тарі не повинна перевищувати 15 сантиметрів [22].

Для подальшої переробки методом заморожування ягоди повинні бути не нижче 1–ого сорту. Особливості товарного якості досліджуваних українських сортів смородини чорної представлені в таблиці 3.8.

Перевагою сортів для подальшої переробки є, перш за все, цілісність ягід (відсутність механічних пошкоджень).

Таблиця 3.8 – Особливості товарного якості досліджуваних українських сортів смородини чорної

Досліджувані сорти смородини чорної	Зовнішній вигляд	Смак і запах	зрілість	зміст ягід, % від маси:			Домішка рослинного походження, % від маси	Ягоди запарені, заграв, запліснявілі зі слідами хім. засобів захисту	товарний сорт		
				перезрілих	Які не досягли зрілості	незрілих					
Голосіївська	Ягоди цілком розвинені, здорові, свіжі, цілі, зрілі, чисті. Без механічних пошкоджень, уражень хворобами, пошкоджень шкідниками, без зайвої вологи, без кистей. Характерною для помологічного сорту забарвлення	Властиві даному помологічного сорту, без стороннього запаху і присмаку	знімна	-	-	-	-	-	1		
Альта				4	-	0,5	-	-	-	2	
Аметист				-	-	-	-	-	-	-	1
Вернісаж				1,3	-	-	-	-	-	-	2
Либідь				-	2,6	0,3	-	-	-	-	2
Мавка				2,6	4,6	0,4	-	-	-	-	2
Софія				-	-	-	-	-	-	-	1
Софіївська				-	-	-	-	-	-	-	1
Черешнева				1,8	4,7	0,4	-	-	-	-	2
Краса Львова				-	-	-	-	-	-	-	1
Володимирська				3,9	-	-	-	-	-	-	2
Сюїта Київська				-	0,4	-	-	-	-	-	1

Ягоди повинні мати однаковий ступінь зрілості, для подальшої переробки перевагою користуються сорти з одночасним строком дозрівання і знімною ступенем зрілості. Для подальшого заморожування перевагою володіють сорти з великими, чорними, блискучими ягодами. Для кожного сорту смородини чорної характерна забарвлення ягід: у сортів Голосіївська, Альта, Аметист, Вернісаж, Мавка, Софіївська, Черешнева, Володимирська, Сюїта Київська – чорна, у сортів Либідь і Краса Львова ягоди чорні з бурим відтінком у сорту Софія – ягоди бурі. Збір ягід всіх досліджуваних сортів здійснювався без кистей.

Отримані результати дослідження помологічних і морфологічних характеристик українських сортів ягід смородини чорної за зовнішнім виглядом і типом куща, самоплодності, поражаємостю хворобами і шкідниками представляють інтерес для виробничого використання. Виявлено, що ягоди українських сортів смородини чорної мають найбільш виражені сільсько–господарські ознаки в порівнянні з новими європейськими сортами за розміром, забарвленням і формою ягід.

Таким чином, у вивчених українських сортів смородини чорної визначено високий вміст аскорбінової кислоти (до 247,60 мг%). Сумарний вміст антоціанів значно нижче, ніж у європейських сортів і знаходиться в діапазоні від 17,5 – 47,10 мг%. Зниження даного показника пов'язане зі світло–зеленою м'якоттю ягід, а так же кольором і товщиною шкірки. Визначено високу кількість основних мікроелементів: заліза, магнію, марганцю, фосфору, сірки, міді і цинку, а так само макроелементів калію і кальцію необхідних для задоволення нормальних потреб дорослої здорової людини.

Отримані дані за морфологічними характеристиками, хімічним складом, показниками безпеки та товарного якості виявили, що найбільш придатними сортами в якості сировини для переробки були: Голосіївська, Аметист, Софія, Софіївська, Краса Львова і Сюїта Київська.



### 3.2 Вплив режимів заморожування на хімічний склад і технологічні характеристики ягід смородини чорної українських сортів

Одним з прогресивних технологічних методів переробки плодово ягідної продукції є шокова заморозка.

Заморожені ягоди і фрукти мають ряд незаперечних переваг перед іншими способами переробки: вони не вимагають додаткових витрат на підготовку, практично готові до вживання, а головне, завдяки сучасним технологіям зберігають майже в два рази більше корисних нутрієнтів, ніж при інших способах переробки.

Застосування шокового заморожування дає можливість уникнути сезонності виробництва, має низьку ступінь пошкодження продукту, мінімально знижує біологічну цінність і смакові характеристики, причому застосування багаторазового заморожування при дотриманні технологічних режимів не робить істотного впливу на якість розмороженого продукту.

Основними перевагами шокової заморозки є: мінімальна усушка продукту, збереження високої якості, привабливого зовнішнього вигляду, структури, висока швидкість отримання кінцевого продукту, зручність фасування. При використанні даної технології, вода, яка міститься в клітинах, не встигає перетворитися у великі кристали льоду, які руйнують клітинні оболонки, як це відбувається при повільному заморожуванні.

Тому перспективи розвитку інноваційних технологій в харчовій промисловості пов'язані з заморожуванням. Індустрія заморожених харчових продуктів включає нові напрямки, пов'язані з удосконаленням традиційних і створенням нових методів заморожування (шокова заморозка), при цьому необхідна розробка оптимізації заморожування з урахуванням конкретних характеристик об'єкта. Метод полягає в тому, що сировина, що минула попередню підготовку (мийку, сортування, бланшування, сушку і попереднє охолодження), подається на вхідний ділянку морозильного тунелю, далі надходить всередину теплоізолюваної камери і потрапляє в потік холодного

повітря, причому, перемішуючись, окремі ягоди не злипаються . Їх поверхня швидко покривається крижаною скоринкою, після чого відбувається подальше, більш повільне, заморожування.

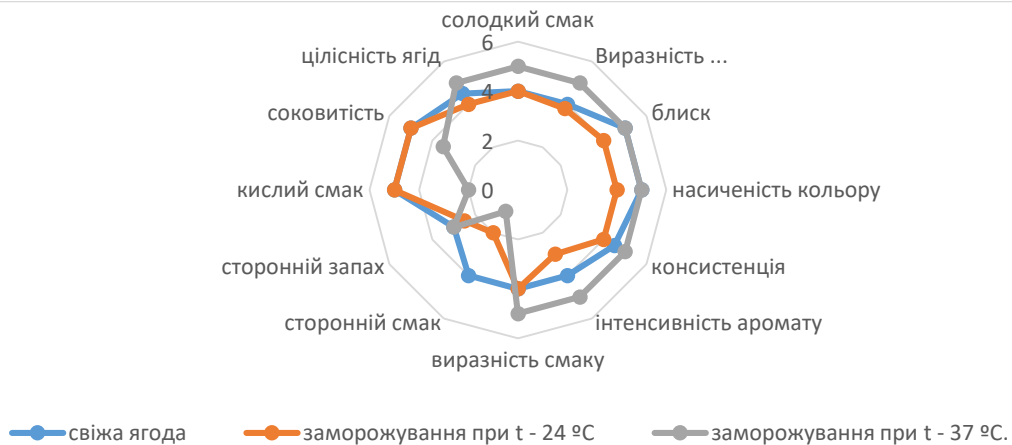
Розробка режимів заморожування для конкретних сортів ягідних культур є основою розвитку техніки машинних технологій, тобто, є системоутворюючим фактором, що визначає створення машинних харчових технологій майбутнього. Розробка технологічних режимів швидкого заморожування дозволяє вже в даний час передбачити, прогнозувати і проектувати техніко–технологічні вимоги до створення технологічного обладнання з перспективою на 30–50 років.

Досліджувався вплив режимів заморожування на споживчі властивості заморожених ягід. Були обрані і вивчені 2 режиму заморожування ягід чорної смородини при  $t = -24\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $t = -37\text{ }^{\circ}\text{C}$  з подальшим зберіганням при  $t = -16\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 4, 8 і 12 місяців, з урахуванням застосування сучасного обладнання морозильної камери і шафи шокового заморожування (табл.3.9).

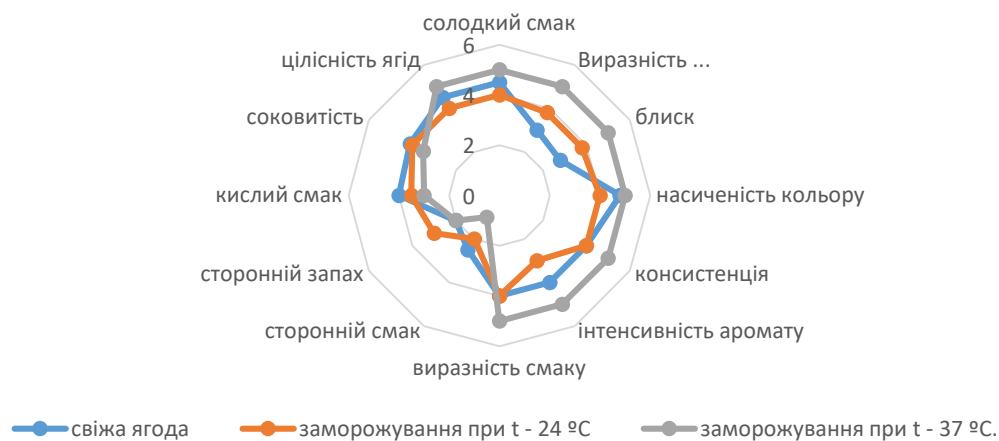
Таблиця 3.9 – Режими заморожування ягід смородини чорної українських сортів

Початкова температура заморожування, $^{\circ}\text{C}$	Тривалість заморожування ягід, годин	Подальша температура зберігання, $^{\circ}\text{C}$
-24	8	-16
-37	5	-16

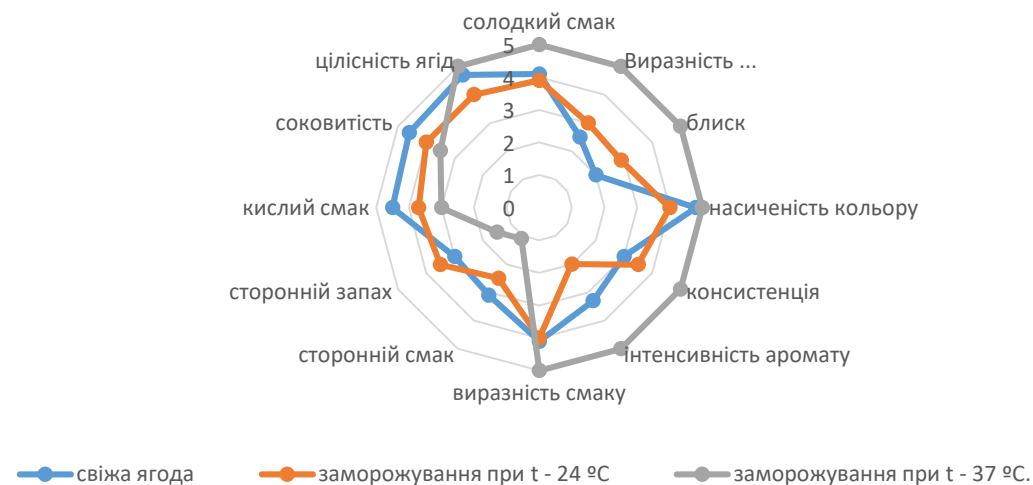
Ягоди зберігалися протягом 12 місяців і досліджувалися після 4, 8 і 12 місяців зберігання. Актуальним напрямом в області дослідження заморожених ягід є дослідження товарного якості після розморожування. Ягоди розморожувалися протягом 60 хвилин при температурі  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , після чого проводилося сенсорна споживча оцінка. Результати оцінки представлені на рисунку (3.1 , 3.2 ,3.3).



Рисуюнок 3.1 – Сенсорні характеристики ягід смородини чорної при різних технологічних режимах заморожування і зберігання протягом 4 місяців, після розморожування протягом 60 хв. при температурі 20 °С



Рисуюнок 3.2 – Сенсорні характеристики ягід смородини чорної при різних технологічних режимах заморожування і зберігання протягом 8 місяців після розморожування протягом 60 хв. при температурі 20 °С:



Рисуюнок 3.3 - Сенсорні характеристики ягід смородини чорної при різних технологічних режимах заморожування і зберігання протягом 12 місяців після розморожування протягом 60 хв. при температурі 20 °С:

Аналіз результатів показує, що зміни органолептичних показників (зовнішній вигляд, смак) ягід чорної смородини при зберіганні протягом 4, 8 і 12 місяців є достатньо вираженими.

Кращі споживчі характеристики були отримані при застосуванні шокового заморожування після 4 місяців зберігання в порівнянні з традиційним способом заморожування при  $t = -24^{\circ}\text{C}$ , причому такі характеристики як блиск, насиченість кольору, цілісність ягід, соковитість і консистенція зберігаються на рівні свіжих ягід. З'являються незначні сторонні присмаки і аромати, злегка посилюється кислий і знижується солодкий смак.

Зберігання протягом 8 місяців призводить до значного зниження споживчих характеристик (смак, розмір, колір, цілісність ягід). Причому, при звичайному заморожуванні ( $-24^{\circ}\text{C}$ ) практично нівелюється сортовий присмак, ягоди втрачають блиск, з'являються сторонні смак і запах в порівнянні з шоковим заморожуванням. Шоковий заморожування незначно призводить до зниження споживчих характеристик.

Через 12 місяців зберігання відбувається вираження змін споживчих характеристик ягід після розморожування в обох режимах. Чи не визначаються сортові присмак і запах, значно знижується блиск ягід, посилюються сторонні смак і запах, спостерігається посилення кислого смаку, зміна консистенції ягоди, що пов'язано зі зміною фізичних і хімічних процесів, що протікають в ягодах.

Виявлено зміни хімічного складу і дегустаційних характеристик заморожених ягід чорної смородини. Хімічний склад і дегустаційна оцінка свіжих і заморожених ягід при різних умовах зберігання представлені в таблицях 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15.

Зміни хімічного складу ягід смородини чорної після заморожування при  $-24^{\circ}\text{C}$  і надалі зберігання протягом 4, 8 і 12 місяців представлено в таблицях 3.10, 3.11, 3.12.

Таблиця 3.10 – Хімічний склад заморожених ягід смородини чорної при t - 24 °

С і подальшому зберіганні при t - 16 ° С протягом 4-х місяців

Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Голосіївська	11,95 ± 0,18	7,56 ± 0,11	3,44 ± 0,05	2,19	2,15 ± 0,03	151,29 ± 2,27	119,48 ± 1,79
Альта	10,66 ± 0,16	5,52 ± 0,08	3,93 ± 0,06	1,4	2,29 ± 0,03	107,37 ± 1,61	44,27 ± 0,66
Аметист	14,98 ± 0,22	9,98 ± 0,15	4,30 ± 0,06	2,32	2,10 ± 0,03	173,40 ± 2,60	109,08 ± 1,63
Вернісаж	12,06 ± 0,18	6,34 ± 0,09	4,88 ± 0,07	1,29	1,33 ± 0,02	134,01 ± 2,01	35,86 ± 0,54
Либідь	11,56 ± 0,17	7,26 ± 0,11	3,86 ± 0,05	2,1	1,84 ± 0,03	103,41 ± 1,55	19,67 ± 0,29
Мавка	12,01 ± 0,18	7,53 ± 0,11	4,11 ± 0,06	1,83	2,67 ± 0,04	162,03 ± 2,43	39,81 ± 0,59
Софія	14,02 ± 0,22	9,40 ± 0,14	3,80 ± 0,06	2,47	1,87 ± 0,02	117,40 ± 1,76	16,17 ± 0,24
Софіївська	12,19 ± 0,18	8,08 ± 0,12	3,49 ± 0,05	2,31	2,29 ± 0,03	158,26 ± 2,37	35,74 ± 0,53
Черешнева	14,82 ± 0,22	9,68 ± 0,14	4,76 ± 0,07	2,03	1,58 ± 0,02	150,88 ± 2,26	41,52 ± 0,62
Краса Львова	12,13 ± 0,19	8,76 ± 0,12	3,23 ± 0,05	2,71	3,12 ± 0,05	210,46 ± 3,15	104,16 ± 1,56
Володимирська	11,09 ± 0,17	6,91 ± 0,10	4,73 ± 0,06	1,46	1,72 ± 0,03	136,16 ± 2,04	33,55 ± 0,53
Сюїта Київська	13,01 ± 0,21	8,03 ± 0,12	3,67 ± 0,06	2,18	2,85 ± 0,04	165,05 ± 2,47	127,57 ± 1,91

Таблиця 3.11 – Хімічний склад заморожених ягід смородини чорної при t - 24 °

С і подальшому зберіганні при t - 16 ° С протягом 8 місяців

Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Голосіївська	12,56 ± 0,19	7,78 ± 0,11	3,72 ± 0,05	2,09	2,25 ± 0,03	138,61 ± 2,08	118,02 ± 1,77
Альта	11,30 ± 0,17	5,74 ± 0,08	4,20 ± 0,06	1,36	2,46 ± 0,03	97,24 ± 1,46	43,80 ± 0,66
Аметист	15,72 ± 0,23	10,27 ± 0,15	4,64 ± 0,07	2,21	2,17 ± 0,03	153,26 ± 2,30	107,26 ± 1,61
Вернісаж	12,78 ± 0,19	6,53 ± 0,09	5,22 ± 0,07	1,25	1,39 ± 0,02	122,77 ± 1,84	34,50 ± 0,52
Либідь	12,25 ± 0,18	7,51 ± 0,11	4,13 ± 0,06	1,81	1,90 ± 0,02	94,60 ± 1,42	19,04 ± 0,28
Мавка	12,97 ± 0,19	7,75 ± 0,11	4,39 ± 0,06	1,76	2,80 ± 0,03	146,02 ± 2,19	38,83 ± 0,58
Софія	14,72 ± 0,22	9,77 ± 0,15	4,06 ± 0,06	2,4	1,87 ± 0,02	117,40 ± 1,76	16,17 ± 0,24

Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Софіївська	12,92 ± 0,19	8,40 ± 0,12	3,79 ± 0,05	2,21	3,29 ± 0,05	149,27 ± 2,24	35,08 ± 0,53
Черешнева	15,01 ± 0,22	8,86 ± 0,13	4,97 ± 0,07	1,78	1,58 ± 0,02	139,84 ± 2,10	40,64 ± 0,61
Краса Львова	12,87 ± 0,19	9,11 ± 0,13	3,48 ± 0,05	2,62	3,24 ± 0,05	185,70 ± 2,78	102,20 ± 1,53
Володимирська	11,86 ± 0,18	7,11 ± 0,11	5,15 ± 0,08	1,38	1,79 ± 0,02	124,53 ± 1,87	32,82 ± 0,49
Сюїта Київська	13,37 ± 0,21	7,97 ± 0,12	4,40 ± 0,07	1,81	3,06 ± 0,05	151,00 ± 2,26	124,91 ± 1,87

Таблиця 3.12 – Хімічний склад замороженних ягід смородини чорної при t - 24 ° С і подальшому зберіганні при t - 16 ° С протягом 12 місяців

Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Голосіївська	13,18 ± 0,20	7,93 ± 0,12	3,90 ± 0,06	2,03	2,61 ± 0,03	136,53 ± 2,05	116,64 ± 1,75
Альга	11,89 ± 0,18	5,85 ± 0,09	4,45 ± 0,07	1,31	2,48 ± 0,03	94,29 ± 1,41	42,86 ± 0,64
Аметист	16,51 ± 0,25	10,57 ± 0,16	4,91 ± 0,07	2,15	2,28 ± 0,03	151,73 ± 2,28	104,86 ± 1,57
Вернісаж	13,54 ± 0,12	6,69 ± 0,09	5,48 ± 0,08	1,22	1,41 ± 0,02	120,93 ± 1,81	33,82 ± 0,51
Либідь	12,86 ± 0,19	7,66 ± 0,11	4,33 ± 0,06	1,76	1,93 ± 0,03	92,20 ± 1,38	18,91 ± 0,28
Мавка	13,67 ± 0,20	7,92 ± 0,12	4,60 ± 0,07	1,72	2,85 ± 0,03	142,74 ± 2,14	37,94 ± 0,57
Софія	15,38 ± 0,23	9,96 ± 0,15	4,36 ± 0,06	2,28	1,91 ± 0,03	114,31 ± 1,71	15,92 ± 0,24
Софіївська Борисової	13,56 ± 0,20	8,56 ± 0,13	3,95 ± 0,06	2,16	2,41 ± 0,03	147,21 ± 2,21	34,31 ± 0,51
Черешнева	15,27 ± 0,23	8,98 ± 0,13	5,23 ± 0,08	1,71	1,65 ± 0,02	132,13 ± 1,98	39,76 ± 0,60
Краса Львова	13,48 ± 0,20	9,30 ± 0,14	3,65 ± 0,05	2,54	3,29 ± 0,05	183,23 ± 2,75	101,97 ± 1,53
Володимирська	12,45 ± 0,19	7,25 ± 0,11	5,40 ± 0,08	1,34	1,81 ± 0,03	122,13 ± 1,83	32,13 ± 0,48
Сюїта Київська	13,67 ± 0,21	8,15 ± 0,12	4,80 ± 0,07	1,7	3,04 ± 0,05	148,45 ± 2,23	122,95 ± 1,84

Протягом 8-ми місяців зберігання спостерігалось збільшення масової частки сухих речовин, і продовжувало потроху зростати з 8-ми до 12 місяців

зберігання при даному режимі. У всіх зразків відбулося відносне збільшення по масі в % моно- і олігосахарів в порівнянні зі свіжими зразками. Збільшилася титрована кислотність досліджуваних зразків. В цілому у всіх вивчених сортів значення цукрово-кислотного коефіцієнта змінювалося протягом строків зберігання від 1,31% у сорту Альта до 2,54% у Краса Львова . Відзначено, що при заморожуванні загальна кількість пектинових речовин зростає: при 4 місяцях зберігання від 1,33% у сорту Вернісаж до 3,12% у сорту Краса Львова і при подальшому кількість пектинів практично не змінюється. Вміст вітаміну С зменшилася від 183,23 мг% у сорту Краса Львова до 94,29 мг% у сорту Альта при зберіганні протягом року.

Таблиця 3.13 – Хімічний склад заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37^{\circ} \text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ} \text{C}$  протягом 4-х місяців

Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Голосіївська	10,87 ± 0,16	7,24 ± 0,11	3,20 ± 0,05	2,26	2,17 ± 0,03	161,36 ± 2,42	121,99 ± 1,83
Альта	10,34 ± 0,15	5,48 ± 0,08	3,60 ± 0,05	1,52	2,37 ± 0,03	112,89 ± 1,69	45,22 ± 0,68
Аметист	14,59 ± 0,22	9,52 ± 0,14	3,97 ± 0,06	2,38	2,11 ± 0,03	183,60 ± 2,75	112,38 ± 1,68
Вернісаж	11,57 ± 0,17	6,08 ± 0,09	4,62 ± 0,07	1,31	1,39 ± 0,02	143,81 ± 2,15	36,20 ± 0,54
Либідь	11,42 ± 0,17	6,98 ± 0,10	3,45 ± 0,06	2,02	1,87 ± 0,02	109,02 ± 1,63	10,71 ± 0,16
Мавка	10,94 ± 0,16	7,15 ± 0,11	3,56 ± 0,06	2	2,73 ± 0,04	171,68 ± 2,57	40,45 ± 0,61
Софія	13,70 ± 0,21	9,14 ± 0,14	3,47 ± 0,06	2,63	1,80 ± 0,02	135,17 ± 2,02	17,08 ± 0,25
Софіївська Борисової	11,61 ± 0,17	7,79 ± 0,12	3,28 ± 0,06	2,37	2,35 ± 0,03	176,51 ± 2,65	36,95 ± 0,55
Черешнева	14,02 ± 0,22	9,20 ± 0,15	4,37 ± 0,07	2,1	1,60 ± 0,02	161,92 ± 2,42	42,49 ± 0,64
Краса Львова	11,73 ± 0,17	8,24 ± 0,12	3,02 ± 0,05	2,72	3,14 ± 0,05	222,84 ± 3,34	105,87 ± 1,60
Володимирська	10,96 ± 0,16	6,33 ± 0,09	4,29 ± 0,06	1,47	1,75 ± 0,02	146,12 ± 2,19	34,24 ± 0,51
Сюїта Київська	13,55 ± 0,18	8,04 ± 0,12	4,42 ± 0,05	1,82	2,97 ± 0,04	173,98 ± 2,61	129,84 ± 1,95

Таблиця 3.14 – Хімічний склад заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37^{\circ}$ С і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ}$  С протягом 8 місяців

Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Голосіївська	11,04 ± 0,17	7,36 ± 0,11	3,33 ± 0,05	2,21	2,49 ± 0,03	156,82 ± 2,35	120,11 ± 1,80
Альта	10,54 ± 0,16	5,64 ± 0,08	3,78 ± 0,06	1,49	2,47 ± 0,03	110,33 ± 1,65	44,98 ± 0,67
Аметист	14,82 ± 0,22	9,68 ± 0,14	4,12 ± 0,06	2,35	2,41 ± 0,03	173,40 ± 2,60	110,27 ± 1,65
Вернісаж	11,88 ± 0,17	6,13 ± 0,09	4,75 ± 0,07	1,29	1,40 ± 0,02	138,9 ± 2,08	35,63 ± 0,53
Либідь	11,63 ± 0,17	7,12 ± 0,11	3,56 ± 0,06	2	1,91 ± 0,02	106,53 ± 1,59	19,86 ± 0,29
Мавка	11,29 ± 0,16	7,26 ± 0,11	4,00 ± 0,06	1,81	2,84 ± 0,03	165,5 ± 2,48	39,82 ± 0,59
Софія	13,87 ± 0,21	9,29 ± 0,15	3,54 ± 0,06	2,62	1,89 ± 0,02	132,85 ± 1,99	16,99 ± 0,25
Софіївська Борисової	11,78 ± 0,17	7,92 ± 0,12	3,44 ± 0,05	2,3	2,45 ± 0,03	168,65 ± 2,53	36,12 ± 0,54
Черешнева	14,34 ± 0,22	9,37 ± 0,15	4,55 ± 0,07	2,05	1,67 ± 0,02	159,16 ± 2,38	41,95 ± 0,63
Краса Львова	11,90 ± 0,17	8,32 ± 0,12	3,08 ± 0,05	2,7	3,28 ± 0,05	210,48 ± 3,15	104,56 ± 1,57
Володимирська	11,18 ± 0,17	6,45 ± 0,10	4,38 ± 0,06	1,47	1,82 ± 0,02	141,14 ± 2,11	33,21 ± 0,45
Сюїта Київська	13,78 ± 0,18	8,25 ± 0,12	4,68 ± 0,06	1,76	3,08 ± 0,04	164,78 ± 2,47	127,54 ± 1,91

Таблиця 3.15 – Хімічний склад заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37^{\circ}$ С і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ}$  С протягом 12 місяців

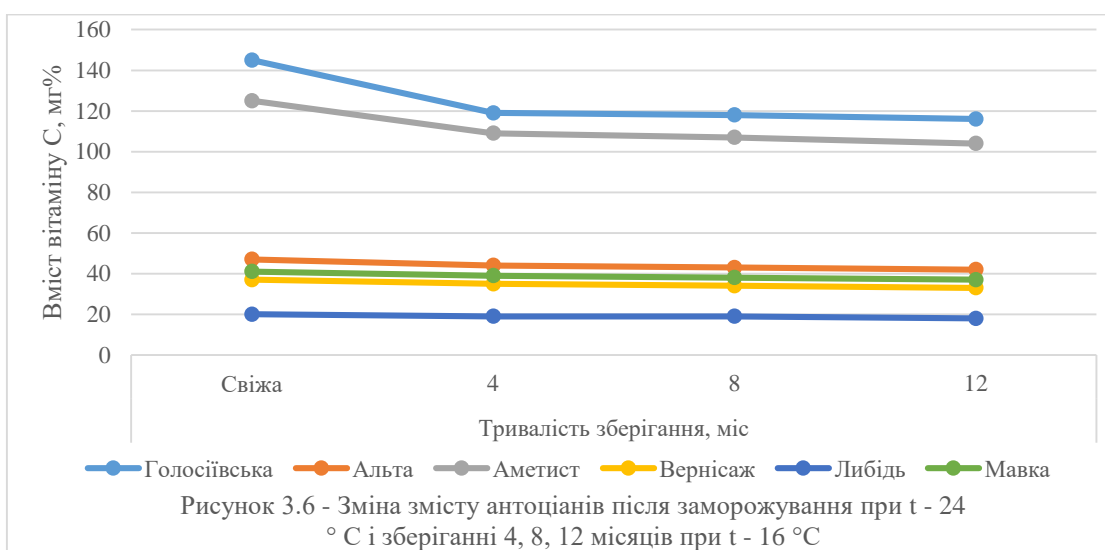
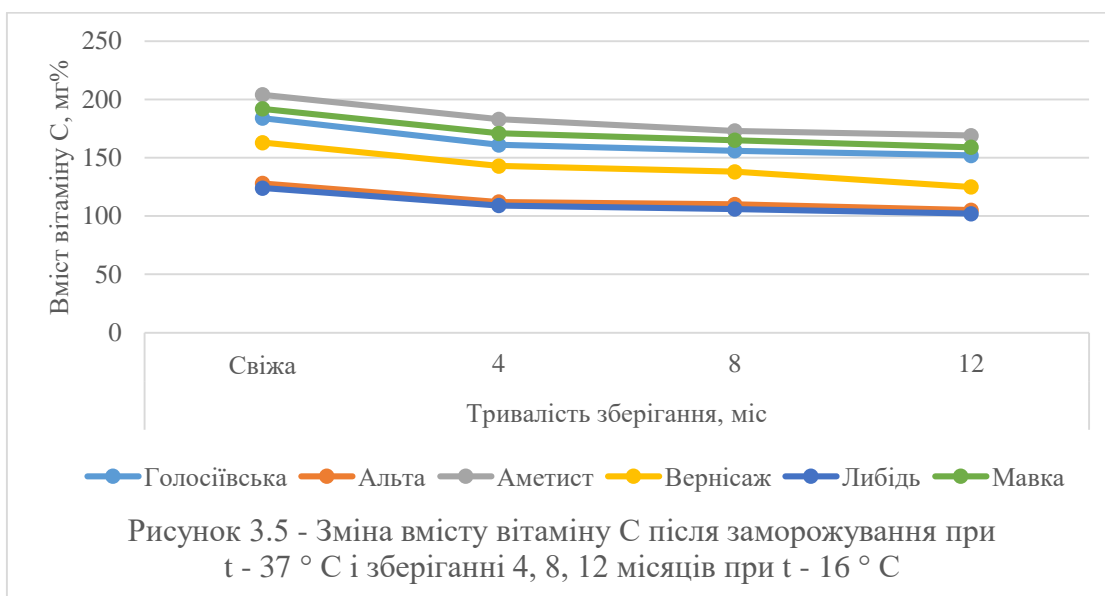
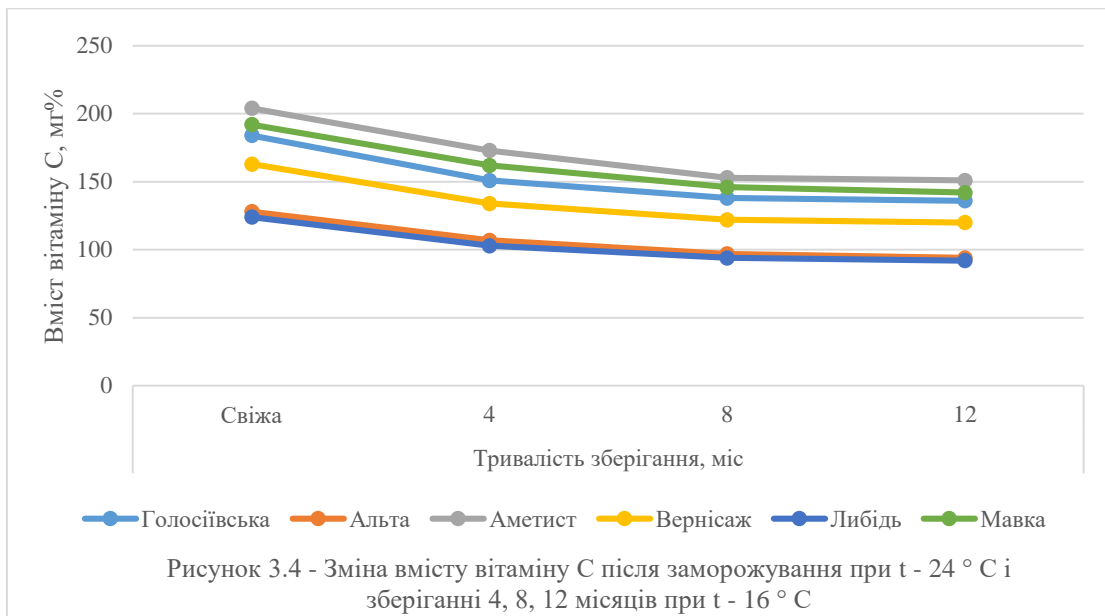
Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Голосіївська	11,25 ± 0,16	7,60 ± 0,12	3,51 ± 0,06	2,16	2,69 ± 0,04	152,95 ± 2,30	119,83 ± 1,80
Альта	10,78 ± 0,17	5,78 ± 0,08	3,87 ± 0,06	1,48	2,49 ± 0,04	105,19 ± 1,57	44,24 ± 0,66
Аметист	15,07 ± 0,23	9,95 ± 0,15	4,33 ± 0,06	2,29	2,49 ± 0,04	169,89 ± 2,55	109,07 ± 1,64
Вернісаж	12,08 ± 0,17	6,30 ± 0,10	4,94 ± 0,07	1,27	1,43 ± 0,02	125,88 ± 1,89	34,41 ± 0,55
Либідь	11,97 ± 0,17	7,36 ± 0,11	3,87 ± 0,06	1,9	1,95 ± 0,03	102,17 ± 1,53	18,76 ± 0,28
Мавка	11,56 ± 0,17	7,42 ± 0,11	4,24 ± 0,06	1,75	2,89 ± 0,04	159,86 ± 2,40	39,15 ± 0,59

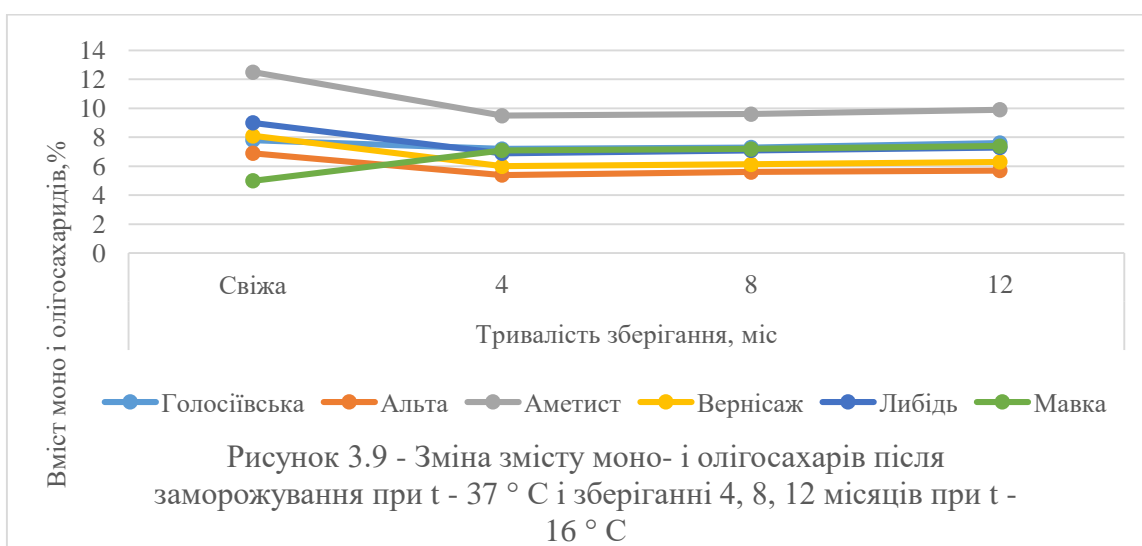
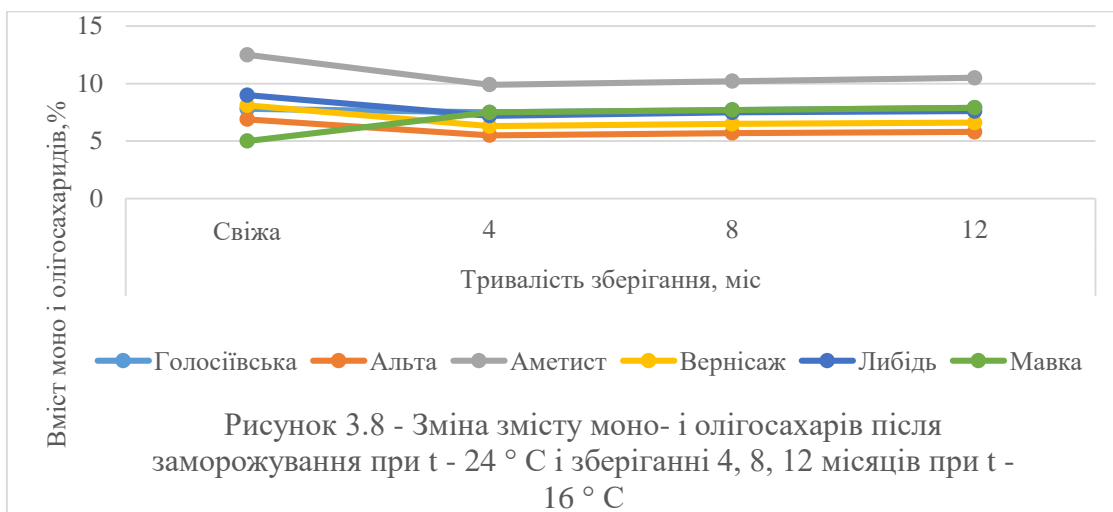
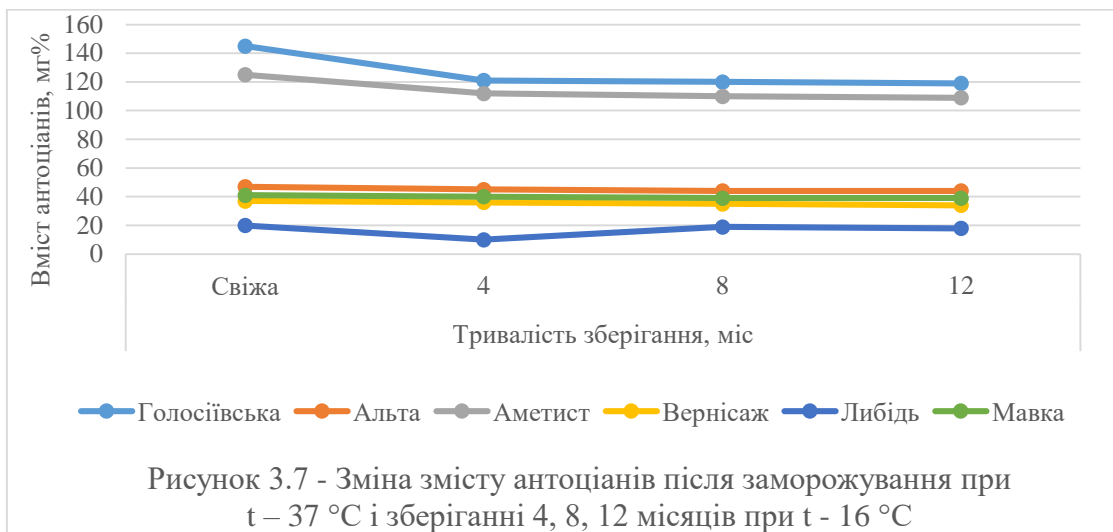


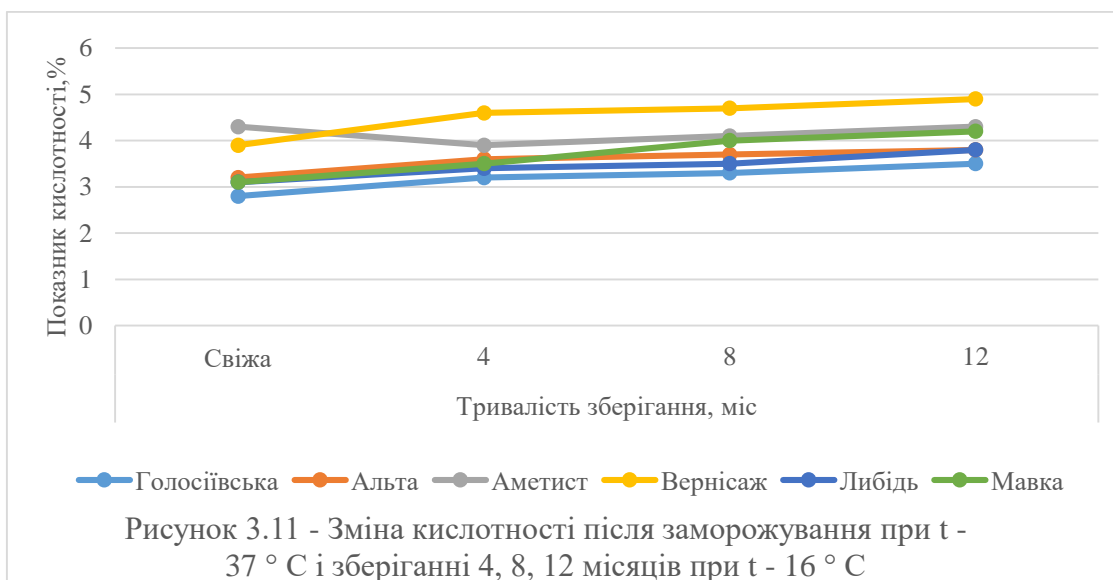
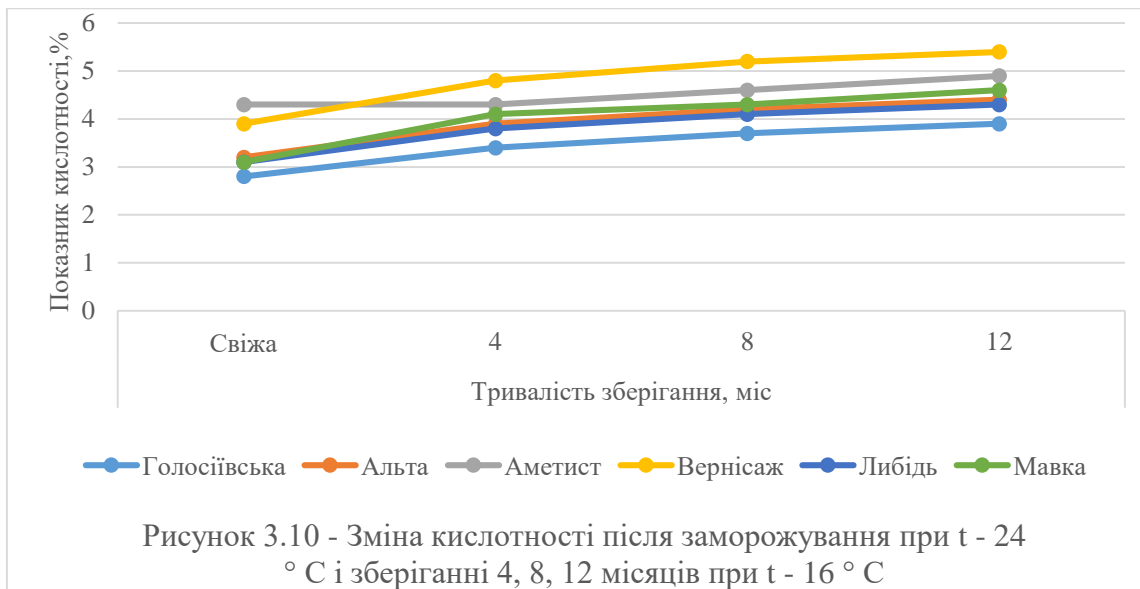
Помологічний сорт	Масова частка сухих речовин, %	Зміст моно-і олігосахаридів, %	Титрована кислотність, %	Цукор кислотний коефіцієнт	Пектин, %	Вітамін С, мг%	Антоціани, мг%
Софія	14,12 ± 0,22	9,52 ± 0,15	3,74 ± 0,06	2,54	1,96 ± 0,03	127,45 ± 1,91	16,47 ± 0,25
Софіївська Борисової	12,06 ± 0,17	8,13 ± 0,12	3,54 ± 0,06	2,29	2,48 ± 0,03	161,96 ± 2,42	35,82 ± 0,54
Черешнева	14,84 ± 0,23	9,63 ± 0,16	4,76 ± 0,07	2,02	1,71 ± 0,02	152,88 ± 2,29	41,51 ± 0,62
Краса Львова	12,09 ± 0,17	8,54 ± 0,13	3,21 ± 0,05	2,66	2,05 ± 0,03	206,51 ± 3,09	104,03 ± 1,56
Володимирська	11,58 ± 0,17	6,68 ± 0,11	4,57 ± 0,07	1,46	1,86 ± 0,03	137,85 ± 2,06	33,05 ± 0,50
Сюїта Київська	13,96 ± 0,18	8,64 ± 0,12	4,85 ± 0,06	1,78	3,13 ± 0,05	160,90 ± 2,41	126,23 ± 1,90

Після заморожування ягід смородини чорної при  $t = -37^{\circ}\text{C}$  і зберіганні при  $t = -16^{\circ}\text{C}$  протягом 4, 8 і 12 місяців відбувається збільшення масової частки сухих речовин. Відносне збільшення вмісту моно- і олігосахаридів менш виражено в порівнянні з традиційним режимом заморожування ( $t = -24^{\circ}\text{C}$ ) протягом 12 місяців зберігання. У вивчених сортів кислотність в середньому нижче, ніж при традиційному способі заморожування при тривалому зберіганні. Цукрово-кислотний коефіцієнт знаходиться в межах від 1,46% у сорту Володимирська до 2,66% у сорту Краса Львова. У всіх вивчених сортів вміст пектинів залишається вище 1%, і становить від 1,43% у сорту Вернісаж до 3,13% у сорту сильний. Є тенденція зниження вітаміну С в досліджуваних сортах смородини чорної на 11,16% після 4-х, на 14,45% після 8-ми і на 17,50% після 12 місяців зберігання. Рівень антоціанів в середньому знизився на 3,91% після 4 місяців, на 4,23% після 8 місяців і на 5,09% після 12 місяців зберігання.

Динаміка зміни хімічного складу 6 найбільш перспективних для заморожування сортів представлені на рисунках 3.4 – 3.11.







Таким чином, застосування такого виду переробки як шоківий заморожування смородини чорної при дотриманні певних температурних режимів дозволяє зберегти основні технологічні властивості ягід.

Після заморожування при  $t - 24$  °C і  $t - 37$  °C і подальшому зберіганні протягом 4-х, 8-ми, 12-ти місяців при  $t - 16$  °C було досліджено товарну якість і дегустаційна характеристика ягід (табл. 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21).

Таблиця 3.16 – Товарне якість заморожених ягід смородини чорної при t – 24 °С і подальшому зберіганні при t - 12 °С протягом 4-х місяців

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
Найменування показника	вищого					першого						
Зовнішній вигляд	У замороженому стані ягоди одного помологічного сорту, зрілі, чисті, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками, без кистей											
	Розмерзлись фрукти,% по масі											
	не більше 5					не більше 10						
	3	3	3	2	2	6	7	7	7	8	7	7
	2	4	3	1	2	6	6	6	6	6	6	6
колір	Однорідний, властивий даному виду свіжих ягід в споживчій стадії зрілості											
У розмороженому стані												
Смак і запах	Властивий даному виду ягід, без сторонніх присмаку і запаху											
консистенція	Близька до консистенції свіжих ягід.											
Масова частка дефектних ягід,% не більше: частково деформованих і потрісканих	5					10						
	3	4	4	2	3	6	6	6	6	7	6	6
Масова частка ягід з тріснутою шкіркою,% не більше	5					10						
	2	4	3	1	2	6	6	6	6	6	6	6
Масова частка ягід, нерівномірних по величиною,% не більше	5					20						
	1	1	2	1	1	6	7	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми не повинна перевищувати,%	10					20						
	6	9	9	4	6	18	19	18	18	19	18	18

Товарознавча оцінка якості заморожених ягід повинна відповідати ДСТУ 4837:2007 «Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови»[27]. Зовнішній вигляд (форма, розмір, колір) ягід визначали в замороженому стані.

Смак, запах, консистенцію визначали в розморожених стані при температурі 20 °С.

Таблиця 3.17 – Товарна якість заморожених ягід смородини чорної при t - 24 °С і подальшому зберіганні при t - 12 °С протягом 8-ми місяців

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
Найменування показника	вищого					першого						
Зовнішній вигляд	У замороженому стані ягоди одного помологічного сорту, зрілі, чисті, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками, без кистей											
	Розмерзлись фрукти,% по масі											
	не більше 5					не більше 10						
	4	4	3	2	4	6	8	8	8	8	8	7
колір	Однорідний, властивий даному виду свіжих ягід в споживчій стадії зрілості											
У розмороженому стані												
Смак і запах	Невиражений смак, присутній сторонні присмак і запах											
консистенція	Близька до консистенції свіжих ягід. Зустрічається злегка розм'якшення											
Масова частка дефектних ягід,% не більше: частково деформованих і потрісканих	5					10						
	4	4	4	2	4	7	8	8	7	7	8	6
Масова частка ягід з тріснутою шкіркою,% не більше	5					10						
	3	4	4	2	3	6	8	8	6	7	7	7
Масова частка ягід, нерівномірних за величиною,% трохи більше	5					20						
	1	1	2	1	1	6	7	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми не повинна перевищувати,%	10					20						
	8	9	10	5	8	19	23	22	19	20	21	19

У помологічних сортів вищого товарного сорту масова частка змерзлих ягід становить в середньому 2,6%, в той час як помологічні сорти першого товарного сорту мають 7% змерзлих ягід за рахунок деформованих, потрісканих ягід. При цьому масова частка дефектних ягід у вищого сорту склала 6,8%, а у першого 18,3%.

При збільшенні термінів зберігання до 8 місяців у помологіческих сортів Голосіївська, Аметист, Софіївська, Краса Львова, сильний вищого товарного сорту масова частка змерзлих ягід в середньому складала 3,4%, у сортів Альта, Вернісаж, Либідь, Мавка, Софія, Черешнева, Володимирська - 7,6%. Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми у вищого сорту складала - 8%, у першого сорту 20,4%, проте, сорту Вернісаж, Либідь, Черешнева не відповідають вимогам стандарту нормативно-технічного документа за показником масової частки ягід з усіма видами відхилень від норми і перевищують на 3% - 2% -1% відповідно.

Таблиця 3.18 – Товарне якість заморожених ягід смородини чорної при  $t = -24^{\circ}\text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t = -12^{\circ}\text{C}$  протягом 12-ти місяців

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альта	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
Найменування показника	вищого					першого						
Зовнішній вигляд	У замороженому стані ягоди одного помологічного сорту, зрілі, чисті, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками, без кистей											
	Розмерзлись фрукти, % по масі											
	не більше 5					не більше 10						
	4	4	3	2	4	6	8	8	8	8	7	8
колір	Однорідний, властивий даному виду свіжих ягід в споживчій стадії зрілості											
У розмороженому стані												
Смак і запах	Невиражений смак, посилюються сторонні смак і запах, спостерігається посилення кислого смаку											
	9	9	10	7	9	20	25	24	19	20	23	20
Консистенція	Консистенція розм'якшена											
	9	9	10	7	9	20	25	24	19	20	23	20
Масова частка дефектних ягід, %, не більше: частково деформованих і потрісканих	5					10						
	4	4	4	2	4	7	8	8	7	7	8	6
	9	9	10	7	9	20	25	24	19	20	23	20
Масова частка ягід з тріснутою шкіркою, %, не більше	5					10						
	4	4	4	3	4	6	9	9	6	7	8	6

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
	Найменування показника	вищого					першого					
Масова частка ягід, нерівномірних за величиною, % трохи більше	5					20						
	1	1	2	1	1	6	7	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми не повинна перевищувати, %	10					20						
	9	9	10	7	9	20	25	24	19	20	23	20

Після 12 місяців зберігання показник масової частки змерзлих ягід у вищого і першого сортів практично не змінювався, а масова частка дефектних ягід змінилася незначно і склала 8,8% у вищого сорту і 21,6% у першого відповідно. Ягоди сортів Вернісаж, Либідь і Черешнева перевищують показник масової частки дефектних ягід і віднесені до нестандартної продукції.

Таблиця 3.19 – Товарна якість заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37\text{ }^{\circ}\text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t - 12\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 4-х місяців

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
	Найменування показника	вищого					першого					
Зовнішній вигляд	У замороженому стані ягоди одного помологічного сорту, зрілі, чисті, без пошкоджень											
	сілськогосподарськими шкідниками, без кистей											
	Розмерзлись фрукти, % по масі											
	не більше 5					не більше 10						
	1	2	1	1	2	6	7	7	6	7	6	6
У розмороженому стані												
Смак і запах	Властивий даному виду ягід, без сторонніх присмаку і запаху											
консистенція	Близька до консистенції свіжих ягід											



досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
Найменування показника	вищого					першого						
масова частка дефектних ягід,%, не більше: частково деформованих і потрісканих	5					10						
	2	2	1	1	2	6	6	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з тріснутою шкіркою,%, не більше	5					10						
	1	2	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6
Масова частка ягід, нерівномірних за величиною,%, не більше	5					20						
	1	1	2	1	1	6	6	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми не повинна перевищувати,%	10					20						
	4	5	4	3	4	18	18	18	18	18	18	18

При шоківому заморожуванні і зберіганні протягом 4 місяців, середнє значення масової частки змерзлих ягід у вищого товарного сорту знаходиться в межах допустимої норми і складає 1,4%, у першого сорту 6,4%, що в порівнянні зі звичайним режимом заморожування значно нижче. За наявності дефектних ягід сума відхилень дорівнює 4% у вищого сорту і 18% у першого.

Всі помологічні сорти відповідають вимогам стандарту нормативно технічного документа.

Таблиця 3.20 – Товарне якість заморожених ягід смородини чорної при t – 37 ° С і подальшому зберіганні при t - 12 ° С протягом 8-ми місяців

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
найменування показника	вищого					першого						
Зовнішній вигляд	У замороженому стані ягоди одного помологічного сорту, зрілі, чисті, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками, без кистей											
	Розмерзлись фрукти,% по масі											
	не більше 5					не більше 10						
	1	2	1	1	2	6	7	7	6	7	6	6
колір	Однорідний, властивий даному виду свіжих ягід в споживчій стадії зрілості											
У розмороженому стані												
Смак і запах	Властивий даному виду ягід, присутній сторонній присмак											
консистенція	Близька до консистенції свіжих ягід. зустрічається злегка розм'якшення											
Масова частка дефектних ягід,% не більше: частково деформованих і потрісканих	5					10						
	3	3	2	2	3	6	7	7	6	7	7	7
Масова частка ягід з тріснутою шкіркою,% не більше	5					10						
	3	3	2	1	2	6	7	7	6	6	7	6
Масова частка ягід, нерівномірних за величиною,% не більше	5					20						
	1	1	2	1	1	6	7	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми не повинна перевищувати,%	10					20						
	7	7	6	4	6	18	21	20	18	19	20	19

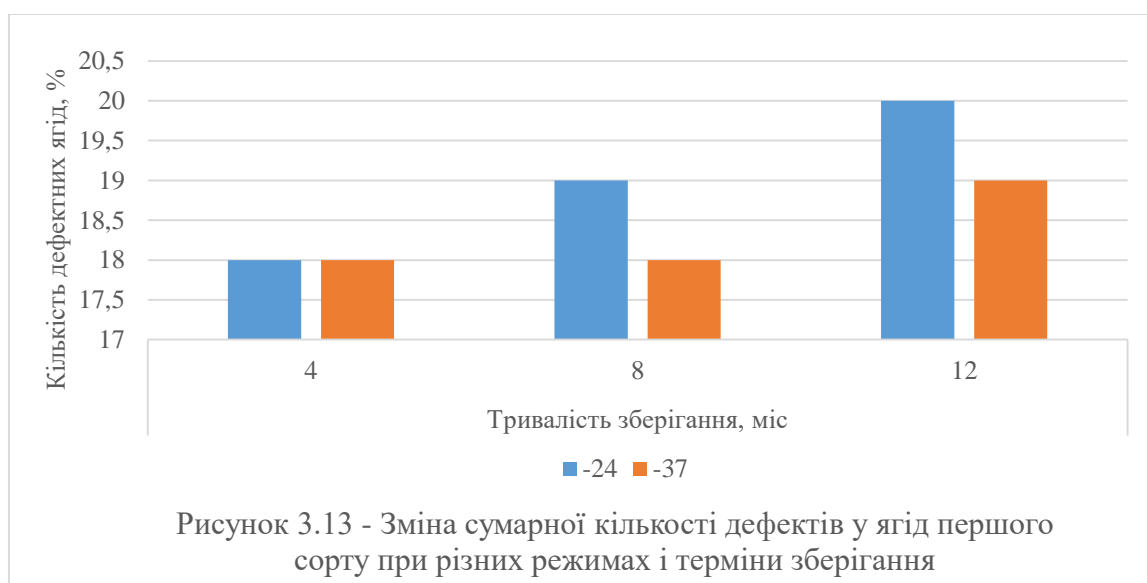
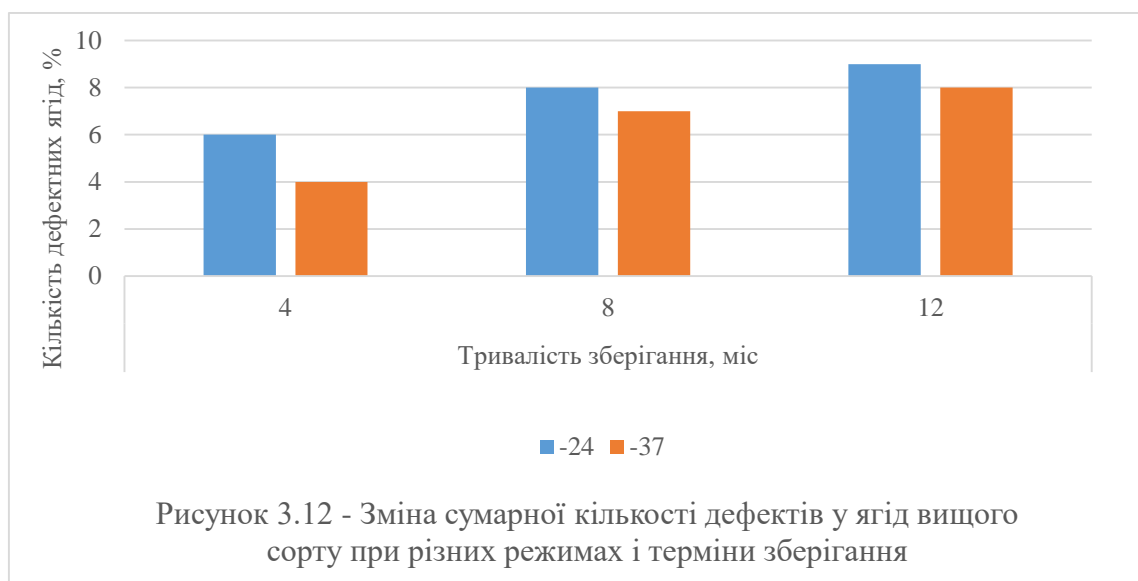
Після 8 місяців зберігання показник масової частки змерзлих ягід у вищого і першого сортів залишається на колишньому рівні. Масова частка дефектних ягід змінилася незначно і склала 6% у вищого сорту і 19,3% у першого відповідно. Ягоди сорту Вернісаж перевищують показник масової частки дефектних ягід і віднесені до нестандартної продукції.

Таблиця 3.21 – Товарне якість заморожених ягід смородини чорної при  $t = -37^{\circ}\text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t = -12^{\circ}\text{C}$  протягом 12-ти місяців

досліджувані зразки	Голосіївська	Аметист	Софіївська	Краса Львова	Сюїта Київська	Альга	Вернісаж	Либідь	Мавка	Софія	Черешнева	Володимирська
Найменування показника	вищого					першого						
Зовнішній вигляд	У замороженому стані ягоди одного помологічного сорту, зрілі, чисті, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками, без кистей											
	Розмерзлись фрукти, % по масі											
	не більше 5					не більше 10						
	1	2	1	1	2	6	7	7	6	7	6	6
колір	Однорідний, властивий даному виду свіжих ягід в споживчій стадії зрілості											
У розморожених стані												
Смак і запах	Невиражений смак, посилюються сторонні смак і запах, спостерігається посилення кислого смаку											
консистенція	Близька до консистенції свіжих ягід. зустрічається злегка розм'якшення											
колір	Однорідний, властивий даному виду ягід											
Масова частка дефектних ягід, %, не більше: частково деформованих і потрісканих	5					10						
	4	3	3	3	4	7	8	8	7	7	7	7
	8	8	8	5	7	19	23	22	19	20	21	20
Масова частка ягід з тріснутою шкіркою, %, не більше	5					10						
	3	4	3	1	2	6	8	8	6	7	8	7
Масова частка ягід, нерівномірних за величиною, % не більше	5					20						
	1	1	2	1	1	6	7	6	6	6	6	6
Масова частка ягід з усіма видами відхилень від норми не повинна перевищувати, %	10					20						
	8	8	8	5	7	19	23	22	19	20	21	20

Показник масової частки змерзлих ягід у вищого і першого сортів після 12 місяців зберігання залишається на колишньому рівні і складає 1,4% для вищого сорту і 6,4% для першого відповідно (рис. 3.12 – 3.13). Всі помологічні сорти відповідають вищому сорту згідно з ДСТУ 4837:2007 «Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови» [27]. Масова частка дефектних ягід склала

7,2% у вищого сорту і 20,6% у першого сорту. Виявлено невідповідність сортів Вернісаж, Либідь і Черешнева товарному сорту за показником масової частки дефектних ягід, тому дані помологічні сорти віднесено до нестандартної продукції.



Простежується тенденція збільшення сумарного кількості дефектних ягід при зберіганні стандартної продукції при різних технологічних режимах. В цілому, при шоківому заморожуванні кількість дефектів значно менше, ніж при традиційному способі заморожування. Кількість конгломератів зі злиплих ягід майже в 2 рази менше при режимі шоківому заморожування. До кінця терміну зберігання кількість дефектів при звичайному і шоківому заморожуванні розрізняються незначно.

При визначенні дегустаційних характеристик зразків використовували 5 - бальну шкалу (табл.3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27).

Таблиця 3.22 – Дегустаційні характеристики заморожених ягід смородини чорної при  $t - 24^{\circ}C$  і подальшому зберіганні при  $t - 16$  протягом 4-х місяців

Найменування сорту	Зовнішній вигляд, бал	Смак, бал	Середній бал
Голосіївська	$4,90 \pm 0,07$	$4,80 \pm 0,07$	$4,85 \pm 0,07$
Альта	$3,60 \pm 0,05$	$4,80 \pm 0,07$	$4,20 \pm 0,06$
Аметист	$4,80 \pm 0,07$	$4,9 \pm 0,07$	$4,85 \pm 0,07$
Вернісаж	$3,60 \pm 0,05$	$4,6 \pm 0,07$	$4,10 \pm 0,06$
Либідь	$3,70 \pm 0,05$	$4,7 \pm 0,07$	$4,20 \pm 0,06$
Мавка	$3,60 \pm 0,05$	$4,5 \pm 0,07$	$4,05 \pm 0,06$
Софія	$3,50 \pm 0,05$	$4,5 \pm 0,07$	$4,00 \pm 0,06$
Софіївська	$4,80 \pm 0,07$	$4,8 \pm 0,07$	$4,80 \pm 0,07$
Черешнева	$3,70 \pm 0,05$	$4,7 \pm 0,07$	$4,20 \pm 0,06$
Краса Львова	$4,80 \pm 0,07$	$4,9 \pm 0,07$	$4,85 \pm 0,07$
Володимирська	$3,70 \pm 0,05$	$4,6 \pm 0,07$	$4,15 \pm 0,06$

При дегустаційної оцінки виявлено найвищий середній бал у сорту Голосіївська, Аметист, Краса Львова і Сюїта Київська і становить 4,85, у сорту Софіївська - 4,80, за рахунок показників зовнішнього вигляду і смаку. Середній бал інших сортів коливається від 4,00 до 4,20 балів.

Таблиця 3.23 – Дегустаційні характеристики заморожених ягід смородини чорної при  $t - 24^{\circ}C$  і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ}C$  протягом 8 місяців

Найменування сорту	Зовнішній вигляд, бал	Смак, бал	Середній бал
Голосіївська	$4,6 \pm 0,07$	$4,5 \pm 0,07$	$4,55 \pm 0,07$
Альта	$3,3 \pm 0,04$	$4,2 \pm 0,06$	$3,75 \pm 0,05$
Аметист	$4,7 \pm 0,07$	$4,7 \pm 0,07$	$4,70 \pm 0,07$
Вернісаж	$3,3 \pm 0,04$	$4,2 \pm 0,06$	$3,75 \pm 0,05$
Либідь	$3,5 \pm 0,05$	$4,4 \pm 0,06$	$3,95 \pm 0,06$
Мавка	$3,5 \pm 0,05$	$4,3 \pm 0,06$	$3,90 \pm 0,06$
Софія	$3,2 \pm 0,04$	$4,2 \pm 0,06$	$3,70 \pm 0,05$
Софіївська	$4,7 \pm 0,07$	$4,6 \pm 0,07$	$4,65 \pm 0,07$
Черешнева	$4,5 \pm 0,07$	$4,4 \pm 0,06$	$4,45 \pm 0,06$
Краса Львова	$4,7 \pm 0,07$	$4,7 \pm 0,07$	$4,70 \pm 0,07$
Володимирська	$3,5 \pm 0,05$	$4,5 \pm 0,07$	$4,00 \pm 0,06$
Сюїта Київська	$4,6 \pm 0,07$	$4,7 \pm 0,07$	$4,65 \pm 0,07$

Середній бал за показниками зовнішнього вигляду і смаку у заморожених ягід при зберіганні протягом 8 місяців незначно знижується в порівнянні з попереднім режимом зберігання у сорту Аметист (4,70), Софіївська (4,65), Краса Львова (4,70) і Сюїта Київська (4,65), у сорту Голосіївська (4,55). Решта зразки варіюють від 3,70 у сорту Софія до 4,00 у сорту Володимирська, за рахунок менш вираженого смаку.

Таблиця 3.24 – Дегустаційні характеристики заморожених ягід смородини чорної при  $t - 24^{\circ} \text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ} \text{C}$  протягом 12 місяців

Найменування сорту	Зовнішній вигляд, бал	Смак, бал	Середній бал
Голосіївська	$4,3 \pm 0,06$	$4,4 \pm 0,06$	$4,35 \pm 0,06$
Альта	$3,2 \pm 0,06$	$4,1 \pm 0,06$	$3,65 \pm 0,05$
Аметист	$4,5 \pm 0,07$	$4,6 \pm 0,07$	$4,55 \pm 0,07$
Вернісаж	$3,1 \pm 0,04$	$4,1 \pm 0,06$	$3,60 \pm 0,05$
Либідь	$3,3 \pm 0,04$	$4,3 \pm 0,06$	$3,80 \pm 0,05$
Мавка	$3,3 \pm 0,04$	$4,2 \pm 0,06$	$3,75 \pm 0,05$
Софія	$3,1 \pm 0,04$	$4,2 \pm 0,06$	$3,65 \pm 0,05$
Софіївська	$4,6 \pm 0,07$	$4,5 \pm 0,07$	$4,55 \pm 0,07$
Черешнева	$3,3 \pm 0,06$	$4,3 \pm 0,06$	$3,80 \pm 0,05$
Краса Львова	$4,6 \pm 0,07$	$4,6 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$
Володимирська	$3,2 \pm 0,04$	$4,3 \pm 0,06$	$3,75 \pm 0,05$
Сюїта Київська	$4,4 \pm 0,06$	$4,5 \pm 0,07$	$4,45 \pm 0,06$

Після зберігання ягід смородини чорної при  $t - 16^{\circ} \text{C}$  протягом 12 місяців відбуваються значні зміни показників зовнішнього вигляду і смаку. Це спостерігається у сортів: Голосіївська - 4,35; Сюїта Київська - 4,45; Аметист - 4,55; Софіївська - 4,55; Краса Львова - 4,60. У решти сортів спостерігається так само зниження середнього бала, який знаходиться в діапазоні від 3,60 до 3,80.

Таблиця 3.25 – Дегустаційні характеристики заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37^{\circ} \text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ} \text{C}$  протягом 4-х

Найменування сорту	Зовнішній вигляд, бал	Смак, бал	Середній бал
Голосіївська	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$
Альта	$3,70 \pm 0,05$	$4,80 \pm 0,07$	$4,25 \pm 0,06$
Аметист	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$
Вернісаж	$3,60 \pm 0,05$	$4,70 \pm 0,07$	$4,15 \pm 0,06$
Либідь	$3,80 \pm 0,05$	$4,70 \pm 0,07$	$4,25 \pm 0,06$
Мавка	$3,80 \pm 0,05$	$4,50 \pm 0,07$	$4,15 \pm 0,06$
Софія	$3,60 \pm 0,05$	$4,50 \pm 0,07$	$4,05 \pm 0,06$
Софіївська	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$
Черешнева	$3,80 \pm 0,05$	$4,70 \pm 0,07$	$4,25 \pm 0,06$
Краса Львова	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$
Володимирська	$3,80 \pm 0,05$	$4,70 \pm 0,07$	$4,25 \pm 0,06$
Сюїта Київська	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$

При дегустаційної оцінки найвищий середній бал встановлений у сорту Голосіївська (4,90), Аметист (4,90), Софіївська (4,90), Краса Львова (4,9) і Сюїта Київська (4,9). Найнижчий середній бал визначено у сорту Софія і становить 4,05.

Таблиця 3.26 – Дегустаційні характеристики заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37^{\circ} \text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ} \text{C}$  протягом 8 місяців

Найменування сорту	Зовнішній вигляд, бал	Смак, бал	Середній бал
Голосіївська	$4,80 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$	$4,70 \pm 0,07$
Альта	$3,50 \pm 0,05$	$4,30 \pm 0,06$	$3,90 \pm 0,05$
Аметист	$4,80 \pm 0,07$	$4,90 \pm 0,07$	$4,85 \pm 0,07$
Вернісаж	$3,50 \pm 0,05$	$4,40 \pm 0,06$	$3,95 \pm 0,05$
Либідь	$3,70 \pm 0,05$	$4,60 \pm 0,07$	$4,15 \pm 0,06$
Мавка	$3,60 \pm 0,05$	$4,30 \pm 0,06$	$3,95 \pm 0,05$
Софія	$3,30 \pm 0,04$	$4,20 \pm 0,06$	$3,75 \pm 0,05$
Софіївська	$4,80 \pm 0,07$	$4,70 \pm 0,07$	$4,75 \pm 0,07$
Черешнева	$3,80 \pm 0,05$	$4,70 \pm 0,07$	$4,25 \pm 0,06$
Краса Львова	$4,80 \pm 0,07$	$4,80 \pm 0,07$	$4,80 \pm 0,07$
Володимирська	$3,70 \pm 0,05$	$4,50 \pm 0,06$	$4,25 \pm 0,06$
Сюїта Київська	$4,80 \pm 0,07$	$4,8 \pm 0,07$	$4,80 \pm 0,07$

Встановлено, що при шоківому заморожуванні і подальшому зберіганні ягоди смородини чорної протягом 8 місяців зниження показників зовнішнього вигляду і смаку незначне в порівнянні з традиційним методом заморожування і

змінюється вищого товарного сорту від 4,70 до 4,85, а у першого товарного сорту в межах від 3,75 до 3,95.

Таблиця 3.27 – Дегустаційні характеристики заморожених ягід смородини чорної при  $t - 37^{\circ} \text{C}$  і подальшому зберіганні при  $t - 16^{\circ} \text{C}$  протягом 12 місяців

Найменування сорту	Зовнішній вигляд, бал	Смак, бал	Середній бал
Голосіївська	$4,50 \pm 0,07$	$4,50 \pm 0,07$	$4,50 \pm 0,07$
Альта	$3,10 \pm 0,04$	$4,10 \pm 0,06$	$3,60 \pm 0,05$
Аметист	$4,60 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$
Вернісаж	$3,10 \pm 0,04$	$4,10 \pm 0,06$	$3,60 \pm 0,05$
Либідь	$3,20 \pm 0,04$	$4,20 \pm 0,06$	$3,70 \pm 0,05$
Мавка	$3,40 \pm 0,04$	$4,30 \pm 0,06$	$3,85 \pm 0,05$
Софія	$3,10 \pm 0,04$	$4,10 \pm 0,06$	$3,60 \pm 0,05$
Софіївська	$4,60 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$
Черешнева	$3,40 \pm 0,04$	$4,30 \pm 0,06$	$3,85 \pm 0,05$
Краса Львова	$4,70 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$	$4,65 \pm 0,07$
Володимирська	$3,30 \pm 0,04$	$4,40 \pm 0,06$	$3,85 \pm 0,05$
Сюїта Київська	$4,60 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$	$4,60 \pm 0,07$

Визначено, що при шоківому заморожуванні ягідної сировини і подальшому зберіганні протягом 12 місяців зниження показників зовнішнього вигляду і смаку незначне в порівнянні з попереднім режимом зберігання протягом 8 місяців і знаходиться в діапазоні від 3,60 до 4,60. Причому показники зовнішнього вигляду і смаку при шоківому і звичайному заморожуванні і зберіганні протягом 12 місяців не мають істотних відмінностей.

Результати дегустаційної оцінки показали, що досліджувані сорти смородини чорної мають високі органолептичні властивості при використанні режиму шоківому заморожування в порівнянні з традиційним методом заморожування при однакових умовах зберігання.

У порівнянні зі свіжими об'єктами заморожені ягоди шоківим методом в цілому характеризуються невеликими відмінностями в змісті нутрієнтів і залишаються на досить високому рівні після заморожування.



### 3.3 Розробка математичних моделей для різних технологічних режимів заморожування ягідної сировини

Для всіх 12 досліджуваних сортів смородини чорної були розроблені математично моделі зміни хімічних показників заморожених ягід в залежності від терміну зберігання (міс.) і температури зберігання ( $^{\circ}\text{C}$ ).

На підставі отриманих даних проведених досліджень за допомогою сучасної програми DataFit були отримані рівняння регресії за допомогою яких встановлено взаємозв'язок параметрів температури заморожування, тривалості зберігання на зміну біохімічних показників ягід смородини чорної.

Зміна харчової та біологічної цінностей в залежності від технологічних режимів заморожування при тривалому зберіганні розглянемо на прикладі шести оптимальних сортів: Голосіївська, Аметист, Мавка, Софіївська, Краса Львова і Сюїта Київська за змістом розчинних сухих речовин (%), моно- і олігосахарів (%), вітаміну С (мг /%), антоціанів (%) і пектину (%) представлені на рисунках 3.14 – 3.42.

**Оцінка вмісту розчинних сухих речовин в ягодах сорту Голосіївська** ( $y_1, \%$ ) представлена наступною залежністю і має вигляд:

$$y_1 = b_0 + \frac{b_1}{x_1} + b_2 * x_2 + b_3 * x_2^2 + b_4 * x_2^3, \quad (3)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 8,052$ ,  $b_1 = 48,156$ ,  $b_2 = 1,095$ ,  $b_3 = - 0,137$ ,  $b_4 = 0,005$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 99,89%, відносна похибка 5,62%.

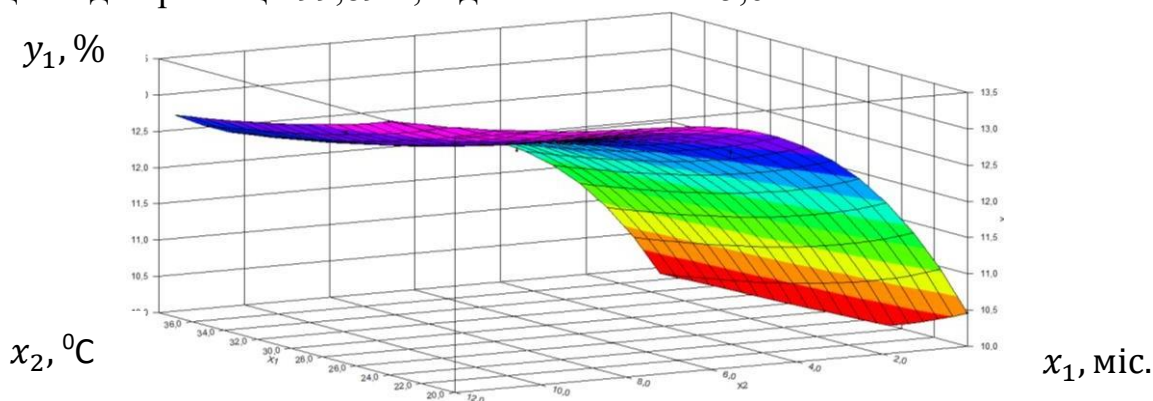


Рисунок 3.14 – Залежність вмісту розчинних сухих речовин сорти Голосіївська від температури заморожування і термінів зберігання

Для сорту Аметист оцінка вмісту розчинних сухих речовин в ягодах ( $y_2, \%$ ) має вигляд:

$$y_2 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_2^2 + b_4 * x_2^3, \quad (4)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 10,987$ ,  $b_1 = 0,055$ ,  $b_2 = 2,225$ ,  $b_3 = -0,297$ ,  $b_4 = 0,012$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 99,98%, відносна похибка 4,08%.

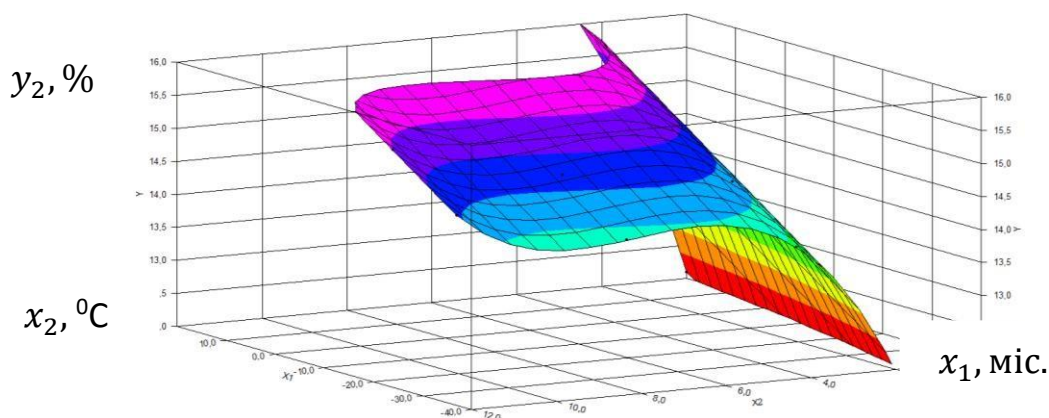


Рисунок 3.15 – Залежність вмісту розчинних сухих речовин сорти Аметист від температури заморожування і термінів зберігання

У сорту Софія оцінка вмісту розчинних сухих речовин в ягодах ( $y_3, \%$ ) представлено рівнянням:

$$y_3 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_2^2 + b_4 * x_2^3, \quad (5)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 11,180$ ,  $b_1 = 0,098$ ,  $b_2 = 3,288$ ,  $b_3 = -0,429$ ,  $b_4 = 0,0174$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 94,23%, відносна похибка 5,16 %.

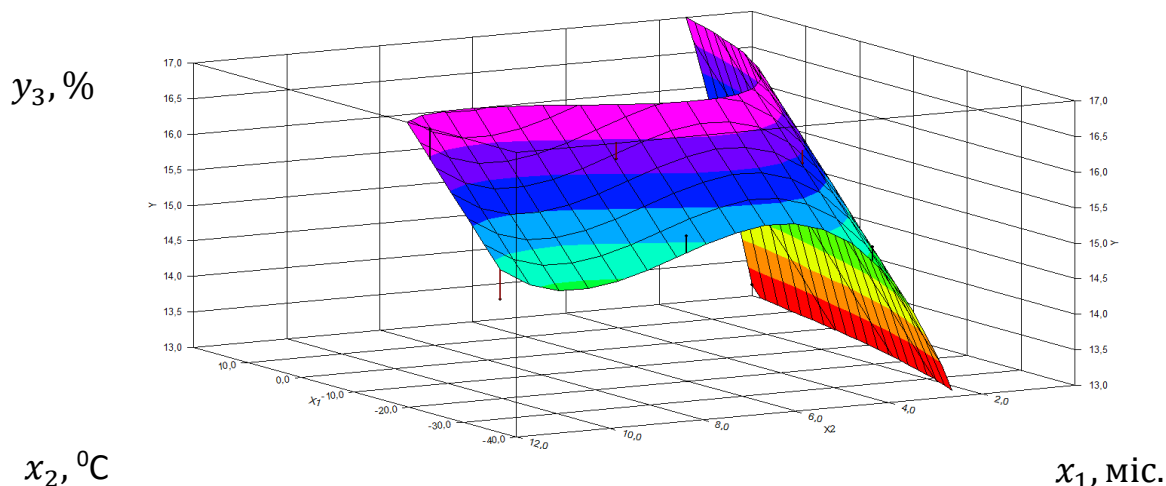


Рисунок 3.16 – Залежність вмісту розчинних сухих речовин сорти Софія від температури заморожування і термінів зберігання

**Вміст розчинних сухих речовин в ягодах сорту Софіївська ( $y_4$ , %) має вигляд:**

$$y_4 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_2^2 + b_4 * x_2^3, \quad (5)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °C;  $b_0 = 11,085$ ,  $b_1 = -0,050$ ,  $b_2 = -0,223$ ,  $b_3 = -0,001$ ,  $b_4 = 0,0027$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 92,46%, відносна похибка 5,14 %.

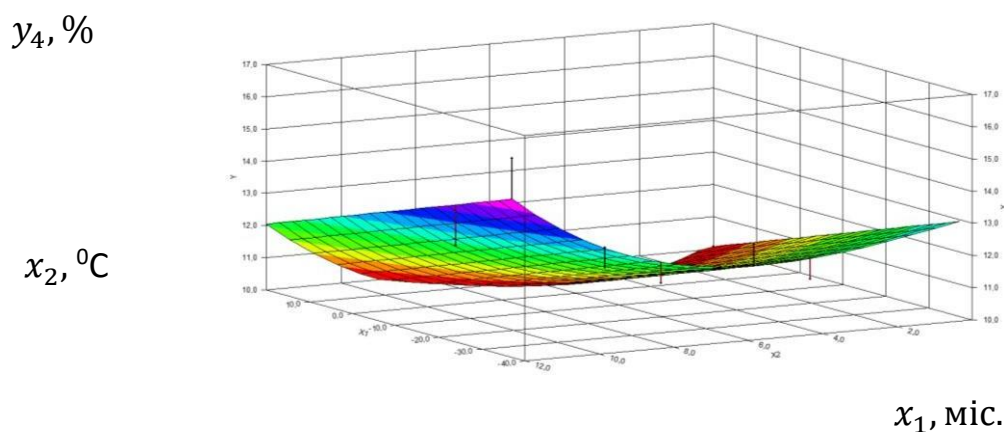


Рисунок 3.17 – Залежність вмісту розчинних сухих речовин сорти Софіївська від температури заморожування і термінів зберігання

**Оцінка вмісту розчинних сухих речовин в ягодах сорту Краса Львова ( $y_4$ , %) представлено рівнянням і має вигляд:**

$$y_5 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_2^2 + b_4 * x_2^3, \quad (7)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °C;  $b_0 = 9,137$ ,  $b_1 = 0,044$ ,  $b_2 = 1,795$ ,  $b_3 = -0,238$ ,  $b_4 = 0,010$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 98,97%, відносна похибка 5,16 %.

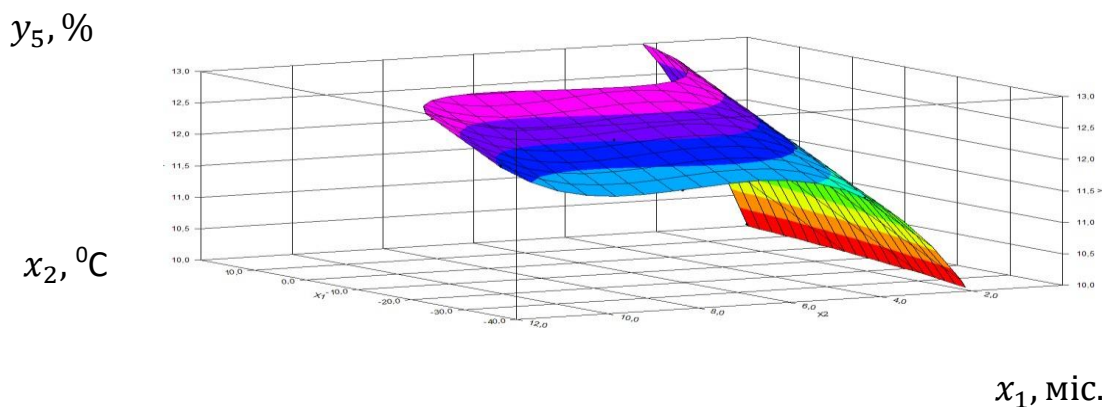


Рисунок 3.18 – Залежність вмісту розчинних сухих речовин сорти Краса Львова від температури заморожування і термінів зберігання

**Вміст розчинних сухих речовин в ягодах сорти Сюїта Київська ( $y_4$ , %) представлена наступною залежністю:**

$$y_5 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (8)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °C;  $b_0 = 10,839$ ,  $b_1 = 0,040$ ,  $b_2 = 1,932$ ,  $b_3 = 0,002$ ,  $b_4 = -0,056$ ,  $b_5 = 0,035$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 94,28%, відносна похибка 4,85%.

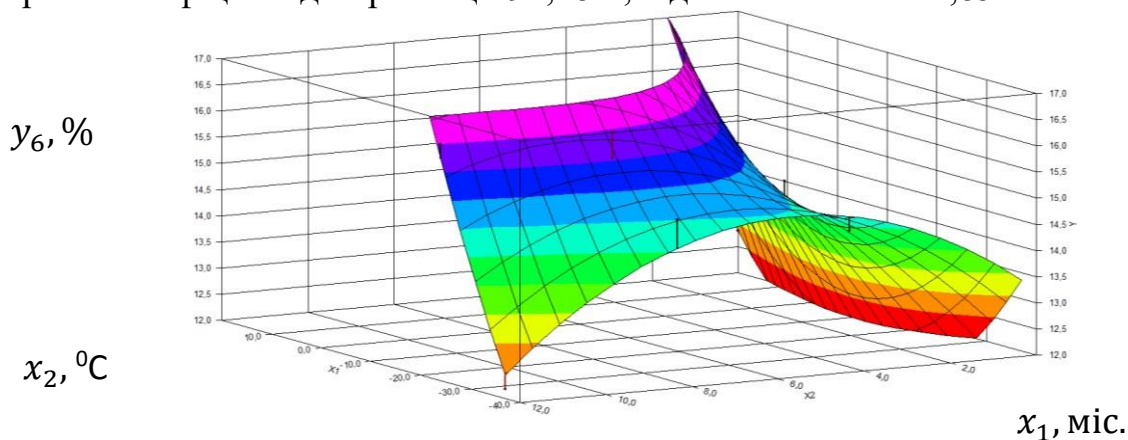


Рисунок 3.19 – Залежність вмісту розчинних сухих речовин сорти Сюїта Київська від температури заморожування і термінів зберігання

Модель показує, що при заморожуванні в процесі зберігання настає збільшення вмісту сухих розчинних речовин за рахунок виморожування вологи.

Для сорту **Голосіївська** ( $y_1, \%$ ) оцінка змісту моно- і олігосахарів представлена наступною залежністю:

$$y_1 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (9)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 6,358$ ,  $b_1 = 0,043$ ,  $b_2 = 0,082$ ,  $b_3 = 0,001$ ,  $b_4 = -0,005$ ,  $b_5 = 0,002$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 97,98%, відносна похибка 4,73%.

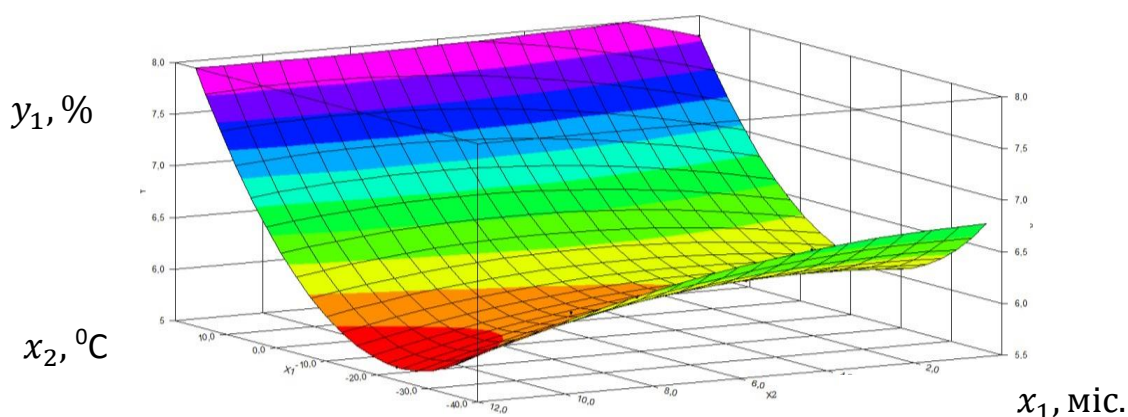


Рисунок 3.20 – Залежність змісту моно- і олігосахарів сорти **Голосіївська** від температури заморожування і термінів зберігання

**Оцінка змісту моно- і олігосахарів сорти Аметист** ( $y_2, \%$ ) представлено рівнянням і має вигляд:

$$y_2 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (10)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 6,699$ ,  $b_1 = 0,157$ ,  $b_2 = 1,845$ ,  $b_3 = 0,007$ ,  $b_4 = -0,065$ ,  $b_5 = 0,038$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 95,96%, відносна похибка 4,93%.



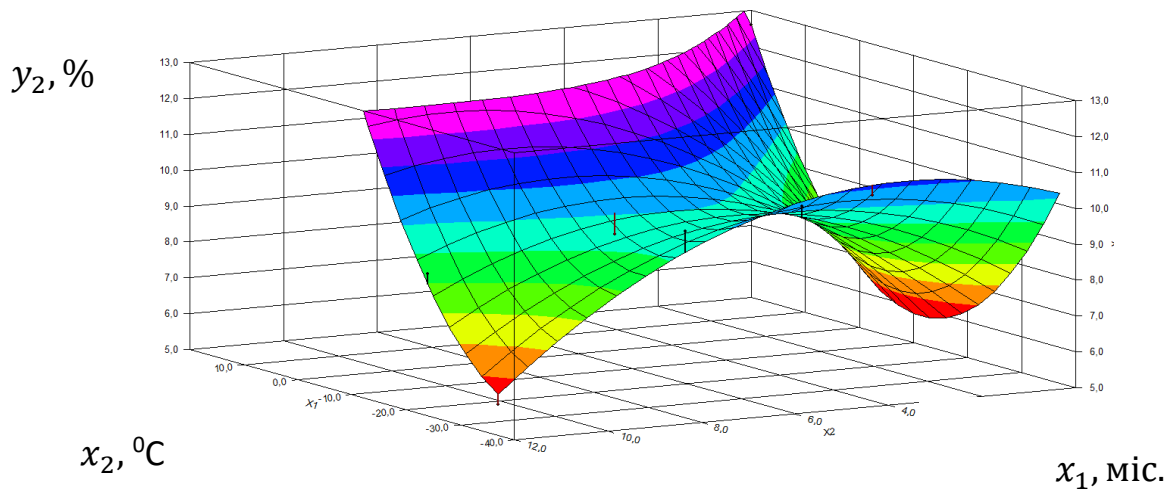


Рисунок 3.21 – Залежність змісту моно- і олігосахарів сорти Аметист від температури заморожування і термінів зберігання

**Зміст моно- і олігосахарів сорти Софія ( $y_3, \%$ ) має наступний вид:**

$$y_3 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (11)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 10,002$ ,  $b_1 = -0,074$ ,  $b_2 = -2,143$ ,  $b_3 = -0,005$ ,  $b_4 = 0,067$ ,  $b_5 = -0,042$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 94,58%, відносна похибка 5,37%.

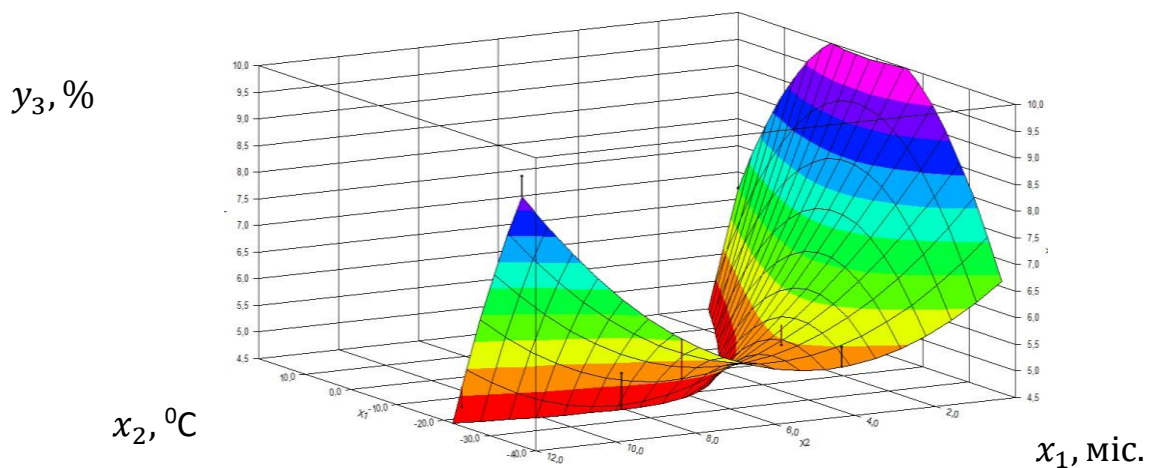


Рисунок 3.22 – Залежність змісту моно- і олігосахарів сорти Софія від температури заморожування і термінів зберігання

Для сорту Софіївська ( $y_4, \%$ ) вміст моно- і олігосахарів представлено рівнянням:

$$y_4 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (12)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 13,036$ ,  $b_1 = -0,088$ ,  $b_2 = -2,638$ ,  $b_3 = -0,005$ ,  $b_4 = 0,081$ ,  $b_5 = -0,052$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 93,77%, відносна похибка 5,60%.

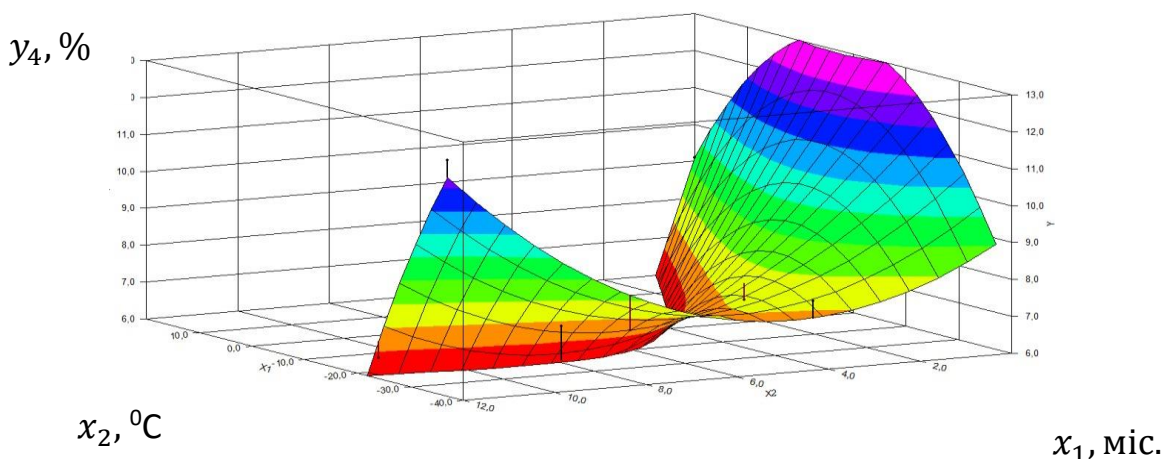


Рисунок 3.23 – Залежність змісту моно- і олігосахарів сорти Софіївська від температури заморожування і термінів зберігання

**У сорту Краса Львова ( $y_5, \%$ ) вміст моно- і олігосахарів представлено наступною залежністю:**

$$y_5 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (13)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 7,715$ ,  $b_1 = 0,059$ ,  $b_2 = 0,261$ ,  $b_3 = 0,002$ ,  $b_4 = -0,014$ ,  $b_5 = 0,006$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 99,65%, відносна похибка 4,91%.

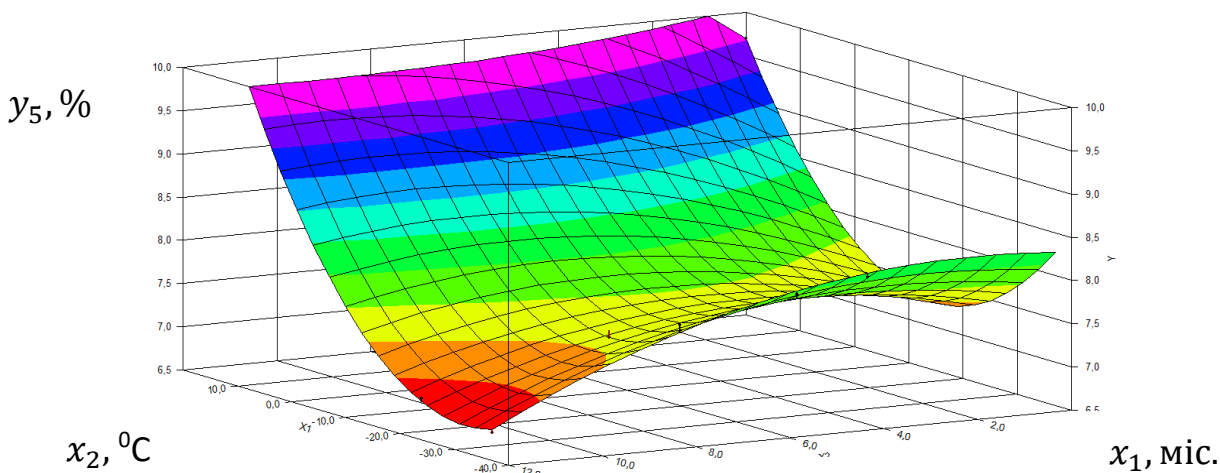


Рисунок 3.24 – Залежність змісту моно- і олігосахарів сорти Краса Львова від температури заморожування і термінів зберігання

### Оцінка змісту моно- і олігосахарів сорти Сюїта Київська ( $y_6, \%$ )

представлена наступною залежністю:

$$y_6 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (14)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 8,003$ ,  $b_1 = -0,015$ ,  $b_2 = -0,987$ ,  $b_3 = -0,002$ ,  $b_4 = 0,029$ ,  $b_5 = -0,019$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 91,51%, відносна похибка 4,73%.

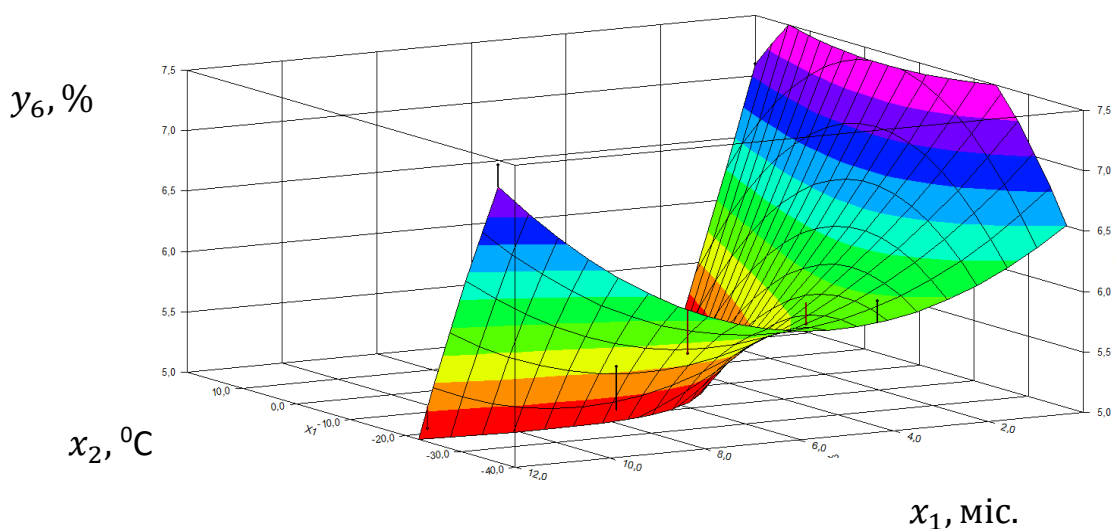


Рисунок 3.25 – Залежність змісту моно- і олігосахарів сорти Сюїта Київська від температури заморожування і термінів зберігання

Виявлено кореляційну залежність **вмісту вітаміну С сорти Голосіївська** ( $y_1, \text{мг}/100\text{г}$ ) від технологічних режимів заморожування при зберіганні. Рівняння має вигляд:

$$y_1 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (15)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 23,983$ ,  $b_1 = 4,012$ ,  $b_2 = 64,848$ ,  $b_3 = 0,201$ ,  $b_4 = -2,131$ ,  $b_5 = 1,358$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 92,3%, відносна похибка 5,17%.



( $y_1$ , мг/100г)

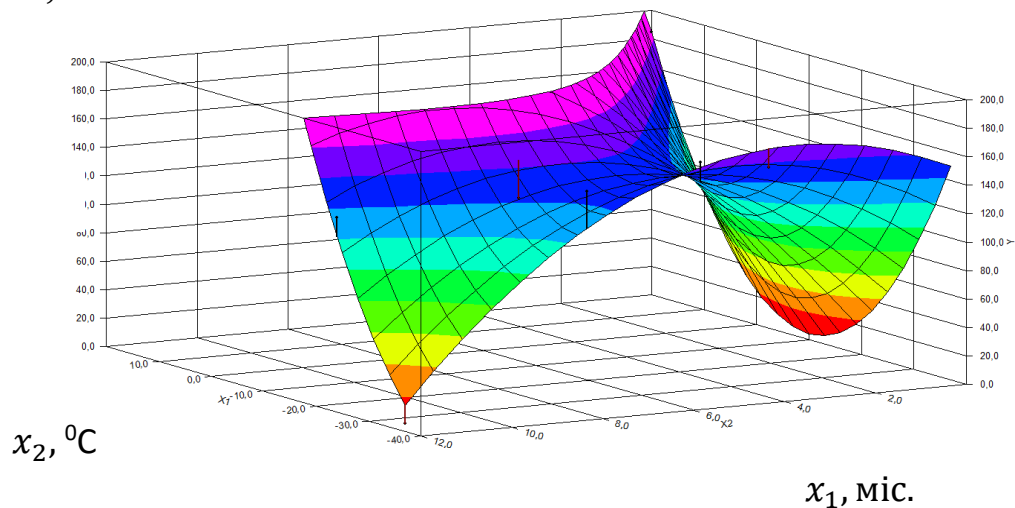


Рисунок 3.26 – Залежність вмісту вітаміну С сорти Голосіївська від температури заморожування і термінів зберігання

**Вміст вітаміну С сорти Аметист ( $y_2$ , мг/100г) має наступний вигляд:**

$$y_2 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (16)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 23,983$ ,  $b_1 = 4,012$ ,  $b_2 = 64,848$ ,  $b_3 = 0,201$ ,  $b_4 = -2,131$ ,  $b_5 = 1,358$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 92,3%, відносна похибка 5,28%.

( $y_2$ , мг/100г)

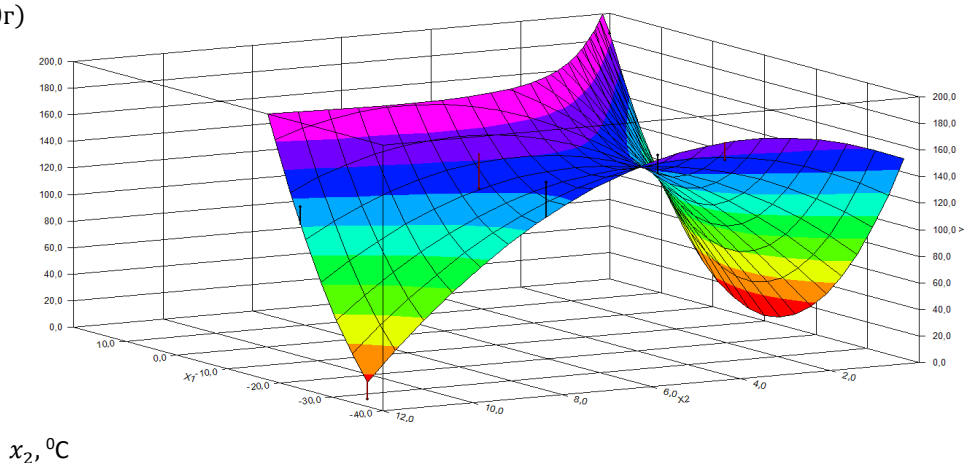


Рисунок 3.27 – Залежність вмісту вітаміну С сорти Ам  $x_1$ , міс. температури заморожування і термінів зберігання

**У сорту Софія ( $y_3$ , мг/100г) модель описується рівнянням:**

$$y_3 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (17)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 138,552$ ,  $b_1 = 0,476$ ,  $b_2 = -4,006$ ,  $b_3 = 0,016$ ,  $b_4 = 0,065$ ,  $b_5 = -0,055$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 99,25%, відносна похибка 4,81%.

( $y_3$ , мг/100г)

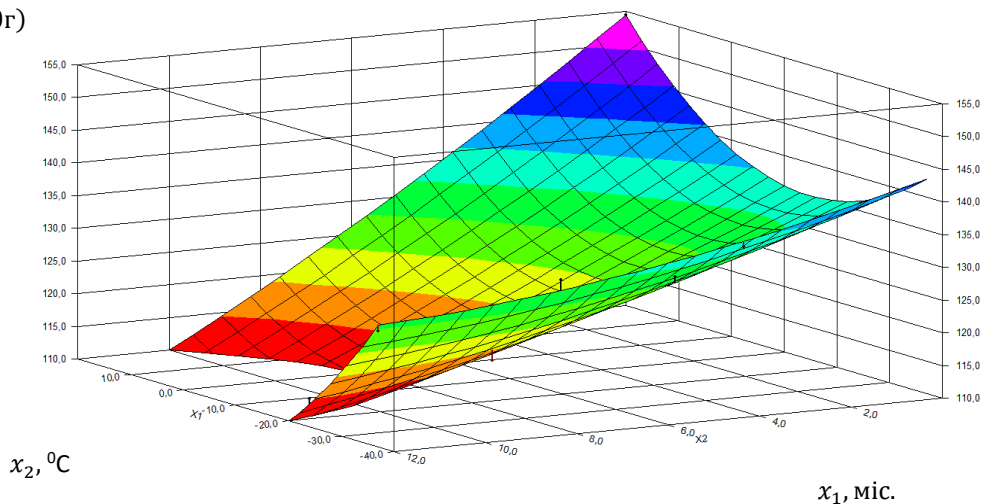


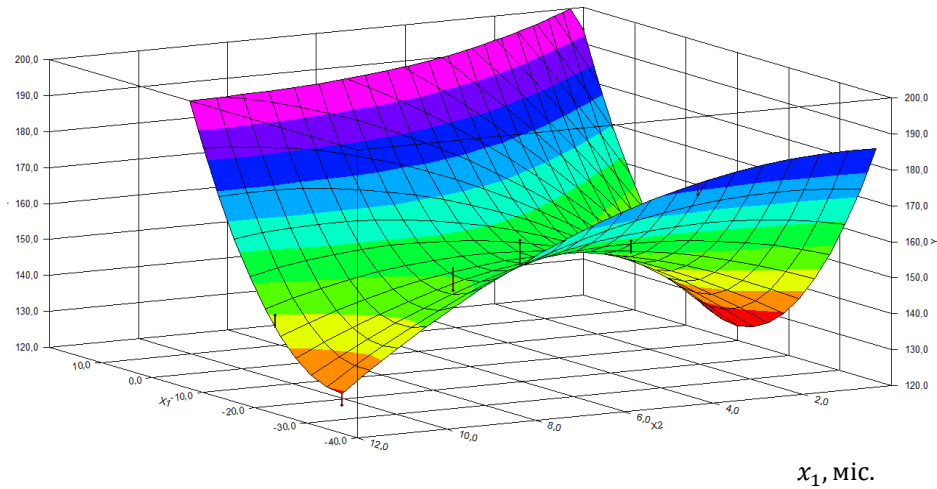
Рисунок 3.28 – Залежність вмісту вітаміну С сорти Софія від температури заморожування і термінів зберігання

**Вміст вітаміну С сорти Софіївська ( $y_4$ , мг/100г) представлено наступною залежністю:**

$$y_4 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (18)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 131,292$ ,  $b_1 = 1,525$ ,  $b_2 = 13,844$ ,  $b_3 = 0,080$ ,  $b_4 = -0,408$ ,  $b_5 = 0,363$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 95,27%, відносна похибка 4,98%.

( $y_4$ , мг/100г)



$x_2$ , °C

$x_1$ , міс.

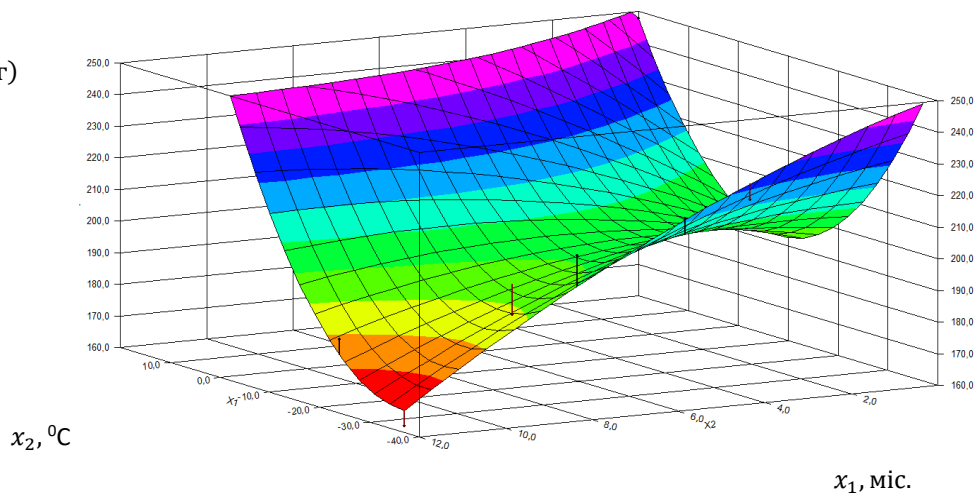
Рисунок 3.29 – Залежність вмісту вітаміну С сорти Софіївська від температури заморозування і термінів зберігання

**Оцінка вмісту вітаміну С сорти Краса Львова ( $y_5$ , мг/100г)** представлено наступним рівнянням:

$$y_5 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (19)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °C;  $b_0 = 197,310$ ,  $b_1 = 1,154$ ,  $b_2 = 7,829$ ,  $b_3 = 0,068$ ,  $b_4 = -0,217$ ,  $b_5 = 0,324$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 94,15%, відносна похибка 5,57%.

( $y_5$ , мг/100г)



$x_2$ , °C

$x_1$ , міс.

Рисунок 3.30 – Залежність вмісту вітаміну С сорти Краса Львова від температури заморожування і термінів зберігання

**Вміст вітаміну С сорти Сюїта Київська** ( $y_6$ , мг/100г) представлено наступною залежністю:

$$y_6 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (20)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °С;  $b_0 = 227,363$ ,  $b_1 = -0,840$ ,  $b_2 = -29,020$ ,  $b_3 = -0,042$ ,  $b_4 = 0,975$ ,  $b_5 = -0,472$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 95,32%, відносна похибка 5,23%.

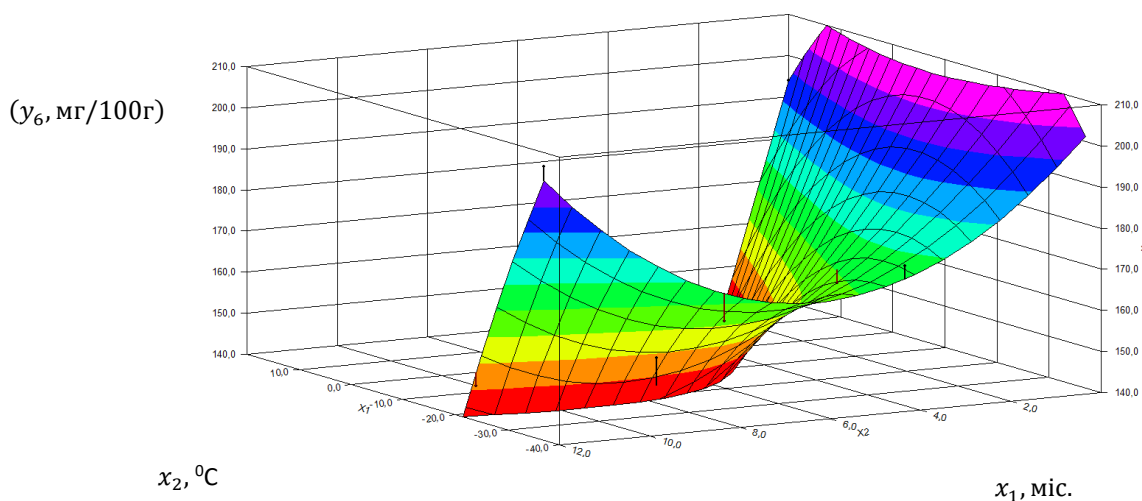


Рисунок 3.31 - Залежність вмісту вітаміну С сорти Сюїта Київська від температури заморожування і термінів зберігання

Таким чином, зміст аскорбінової кислоти починає знижуватися в ягодах вже після 4-х місяців зберігання.

**Оцінка вмісту антоціанів сорти Голосіївська** ( $y_1, \%$ ) описується наступною залежністю:

$$y_1 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (21)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °C;  $b_0 = 162,122$ ,  $b_1 = -0,885$ ,  $b_2 = -20,677$ ,  $b_3 = -0,0477$ ,  $b_4 = 0,668$ ,  $b_5 = -0,401$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 93,66%, відносна похибка 5,04%.

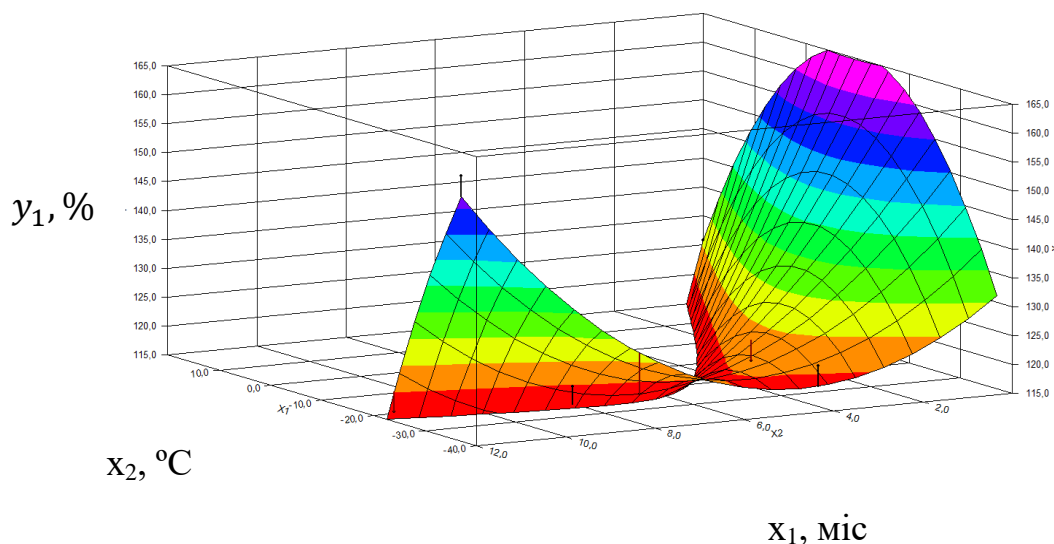


Рисунок 3.31 – Залежність змісту антоціанів сорти Голосіївська від температури заморожування і термінів зберігання

**Зміст антоціанів сорти Аметист ( $y_2, \%$ ) представлено наступним рівнянням:**

$$y_2 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (22)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання, °C;  $b_0 = 121,472$ ,  $b_1 = -0,164$ ,  $b_2 = -5,993$ ,  $b_3 = -0,008$ ,  $b_4 = 0,173$ ,  $b_5 = -0,112$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 91,67%, відносна похибка 5,14%.

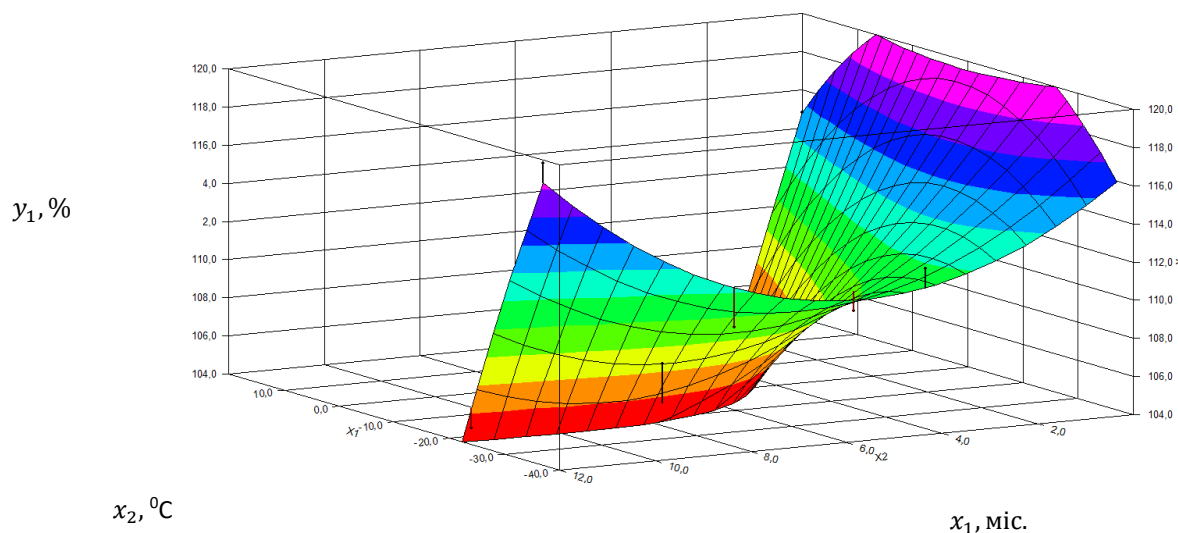


Рисунок 3.32 – Залежність змісту антоціанів сорти Аметист від температури заморожування і термінів зберігання

У сорту Софія ( $y_2, \%$ ) оцінка змісту антоціанів представлено наступною залежністю:

$$y_3 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (23)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^\circ\text{C}$ ;  $b_0 = 106,509$ ,  $b_1 = -2,189$ ,  $b_2 = -44,570$ ,  $b_3 = -0,113$ ,  $b_4 = 1,443$ ,  $b_5 = -0,891$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 93,78%, відносна похибка 4,83%.

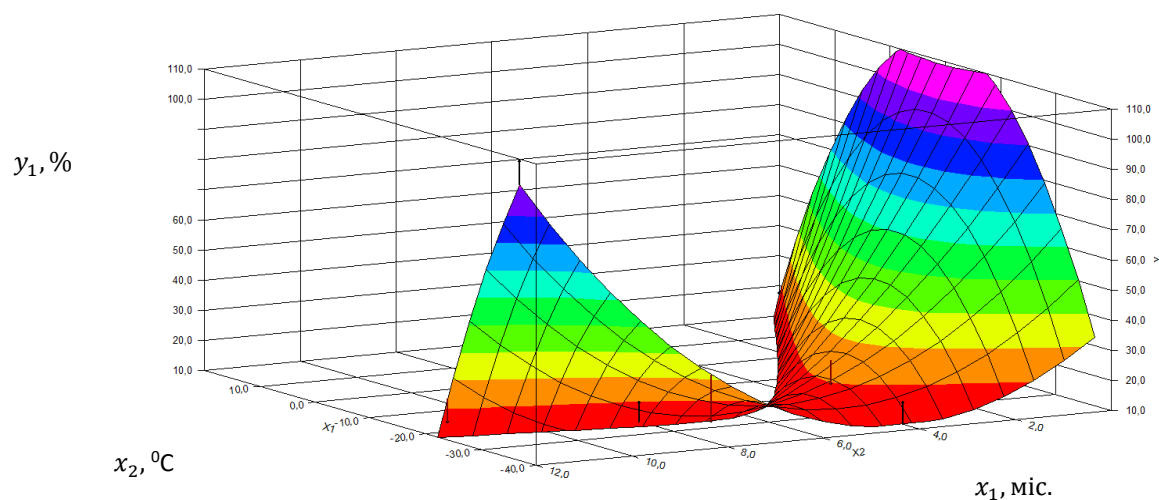


Рисунок 3.33 – Залежність змісту антоціанів сорти Софія від температури заморожування і термінів зберігання

**Оцінка змісту антоціанів сорти Софіївська ( $y_4, \%$ )** має наступний вигляд:

$$y_4 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (24)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 106,509$ ,  $b_1 = -2,189$ ,  $b_2 = -44,570$ ,  $b_3 = -0,113$ ,  $b_4 = 1,443$ ,  $b_5 = -0,891$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 91,26%, відносна похибка 5,10%.

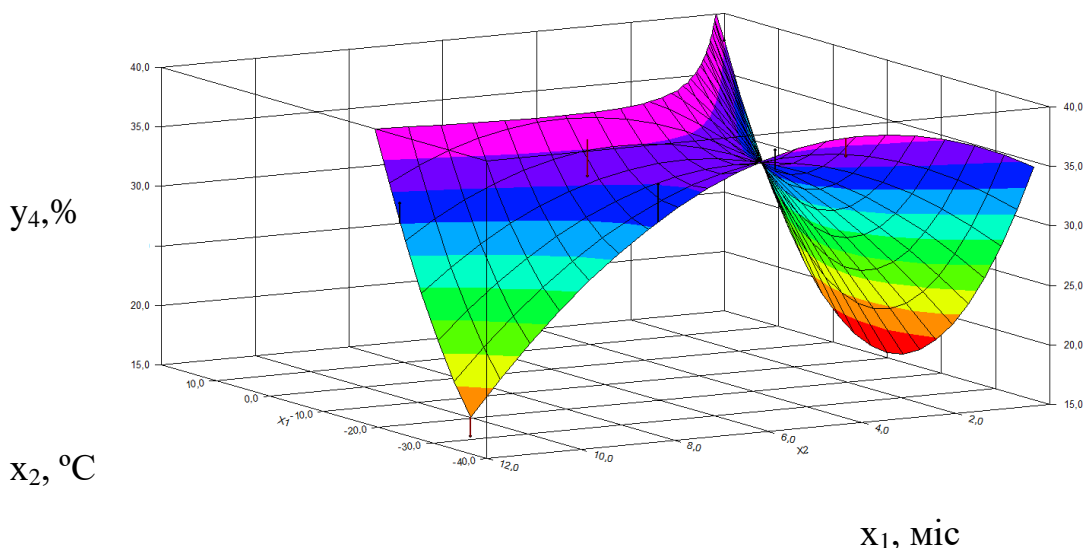


Рисунок 3.34 – Залежність змісту антоціанів сорти Софіївська від температури заморожування і термінів зберігання

**Зміст антоціанів сорти Краса Львова ( $y_5, \%$ )** описується наступною залежністю:

$$y_5 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (25)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 40,151$ ,  $b_1 = 1,662$ ,  $b_2 = 31,811$ ,  $b_3 = 0,087$ ,  $b_4 = -1,027$ ,  $b_5 = 0,653$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 93,19%, відносна похибка 4,79%.

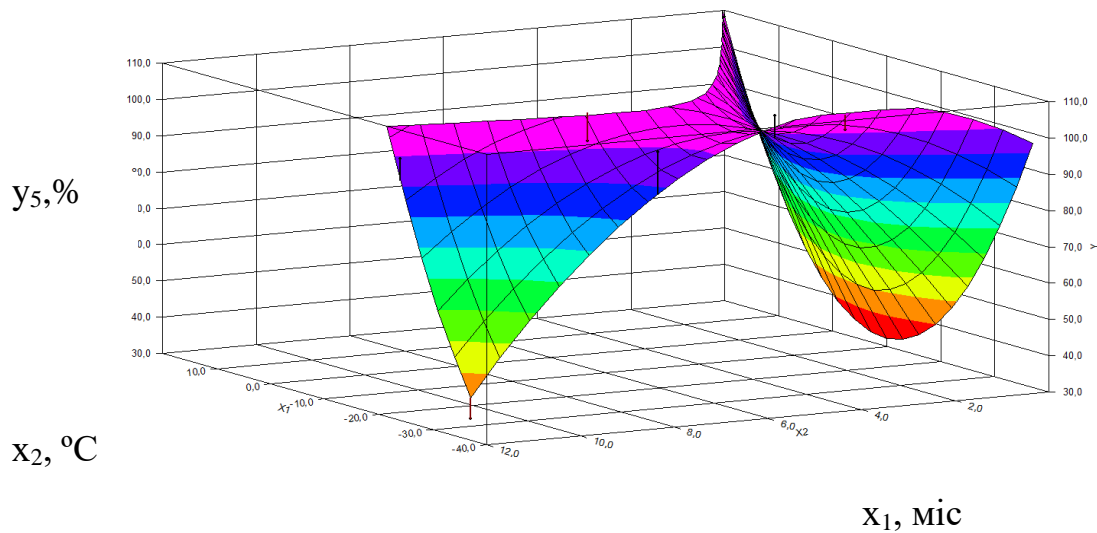


Рисунок 3.35 – Залежність змісту антоціанів сорти Краса Львова від температури заморожування і термінів зберігання

**У сорту Краса Львова ( $y_5, \%$ ) оцінка змісту антоціанів представлено наступним рівнянням:**

$$y_6 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (26)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 108,752$ ,  $b_1 = 0,555$ ,  $b_2 = 9,440$ ,  $b_3 = 0,030$ ,  $b_4 = -0,320$ ,  $b_5 = 0,203$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 92,32%, відносна похибка 4,90%.

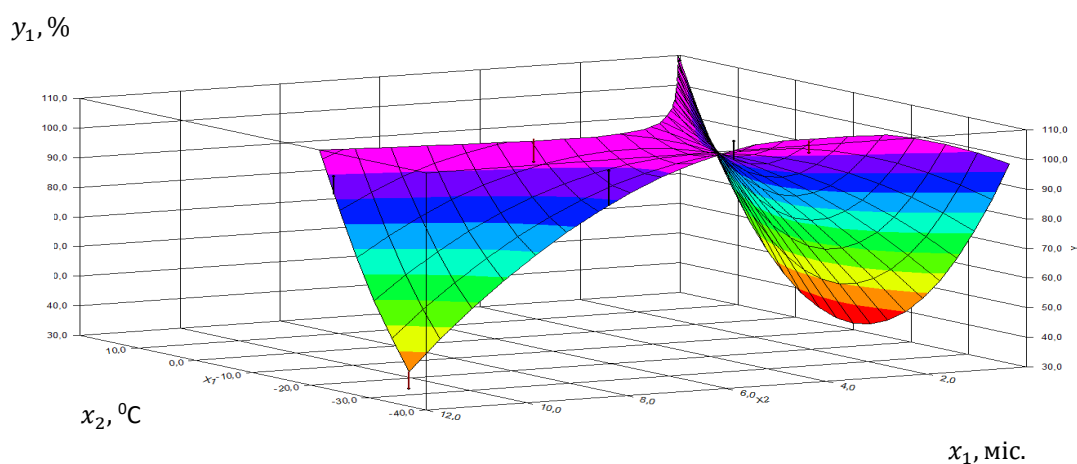


Рисунок 3.36 – Залежність змісту антоціанів сорти Сюїта Київська від температури заморожування і термінів зберігання



**Оцінка змісту пектину в ягодах сорту Голосіївська ( $y_1, \%$ ) описується рівнянням:**

$$y_1 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (27)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 1,996$ ,  $b_1 = 0,003$ ,  $b_2 = 0,009$ ,  $b_3 = 0,001$ ,  $b_4 = 0,002$ ,  $b_5 = -0,001$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 96,52%, відносна похибка 4,83%.

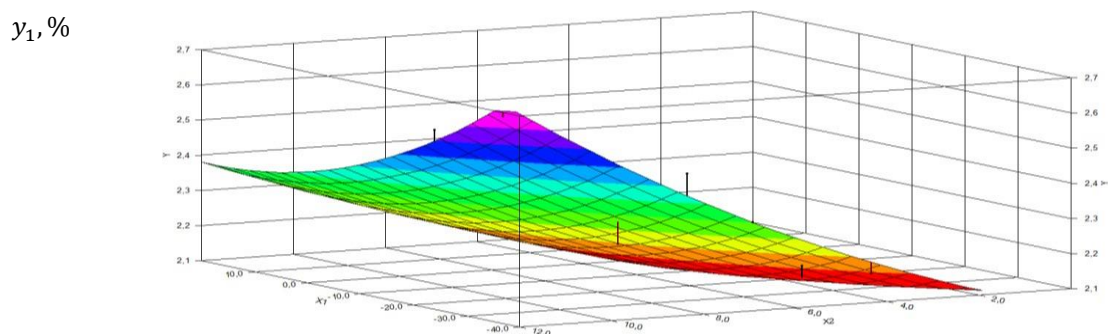


Рисунок 3.37 – Залежність змісту пектину сорти Голосіївська від температури заморозування і термінів зберігання

**Зміст пектину в ягодах сорту Аметист ( $y_2, \%$ ) представлено наступною залежністю:**

$$y_2 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (28)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 2,140$ ,  $b_1 = -0,001$ ,  $b_2 = -0,075$ ,  $b_3 = -0,001$ ,  $b_4 = 0,001$ ,  $b_5 = -0,004$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 98,84%, відносна похибка 4,87%.

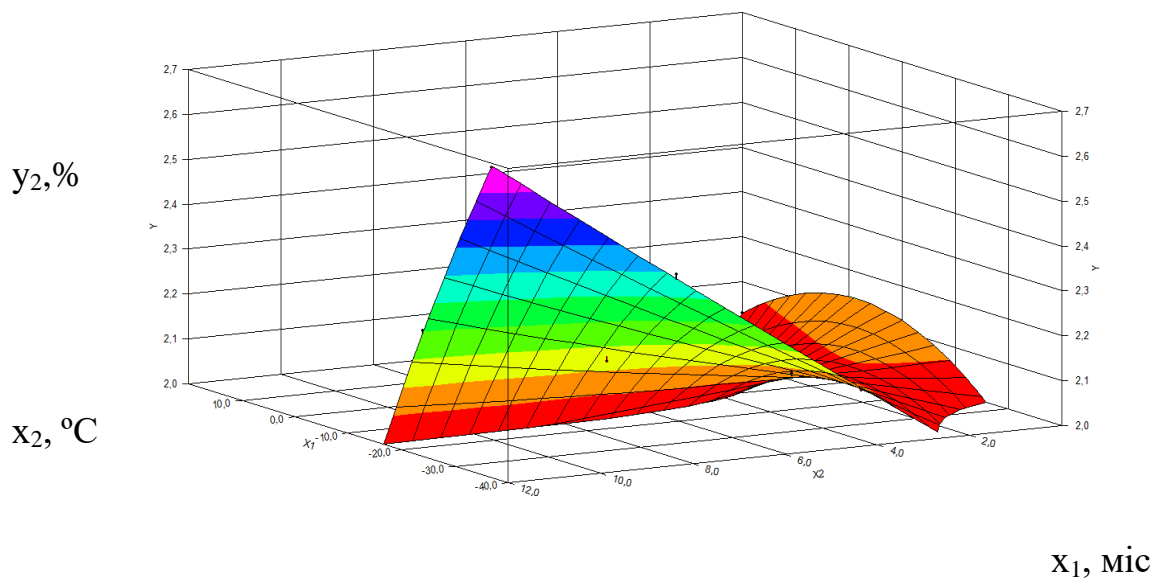


Рисунок 3.38 – Залежність змісту пектину сорти Аметист від температури заморожування і термінів зберігання

**У сорту Софія (y<sub>3</sub>, %) оцінка змісту пектину в ягодах представлено рівнянням:**

$$y_3 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (29)$$

де x<sub>1</sub> – термін зберігання, міс.; x<sub>2</sub> – температура зберігання, °C; b<sub>0</sub> = 2,073, b<sub>1</sub> = -0,007, b<sub>2</sub> = -0,192, b<sub>3</sub> = -0,001, b<sub>4</sub> = 0,006, b<sub>5</sub> = -0,005 – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 94,21%, відносна похибка 4,63%

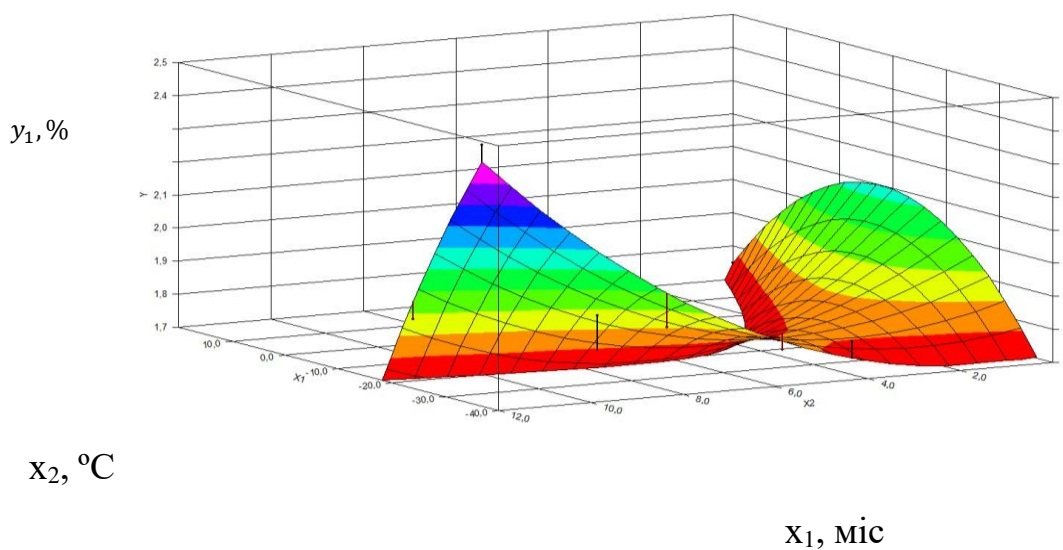


Рисунок 3.39 – Залежність змісту пектину сорти Софія від температури заморожування і термінів зберігання

**Зміст пектину в ягодах сорту Софіївська ( $y_4, \%$ )** представлено рівнянням і має вигляд:

$$y_4 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (30)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 1,059$ ,  $b_1 = 0,044$ ,  $b_2 = 0,750$ ,  $b_3 = 0,001$ ,  $b_4 = -0,039$ ,  $b_5 = 0,005$  коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 94,73%, відносна похибка 5,05%.

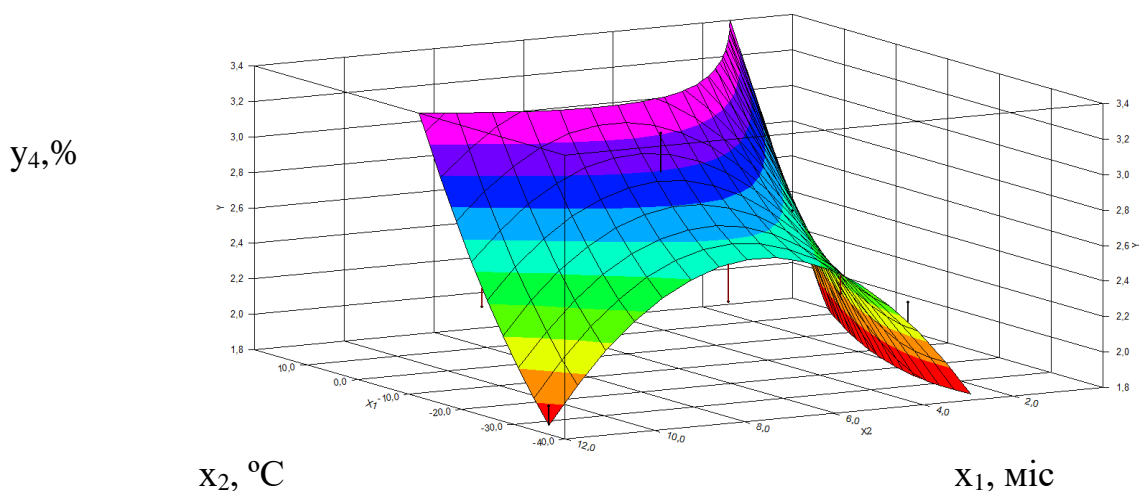


Рисунок 3.40 – Залежність змісту пектину сорти Софіївська від температури заморожування і термінів зберігання

**Оцінка змісту пектину в ягодах сорту Краса Львова ( $y_5, \%$ )** представлена наступною залежністю:

$$y_5 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (31)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 2,125$ ,  $b_1 = 0,023$ ,  $b_2 = 0,465$ ,  $b_3 = 0,001$ ,  $b_4 = -0,016$ ,  $b_5 = 0,008$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 95,42%, відносна похибка 4,95%.

$y_5, \%$

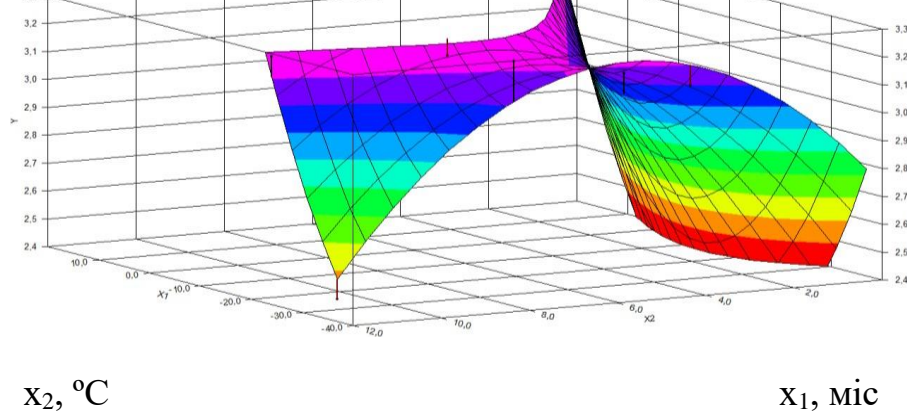


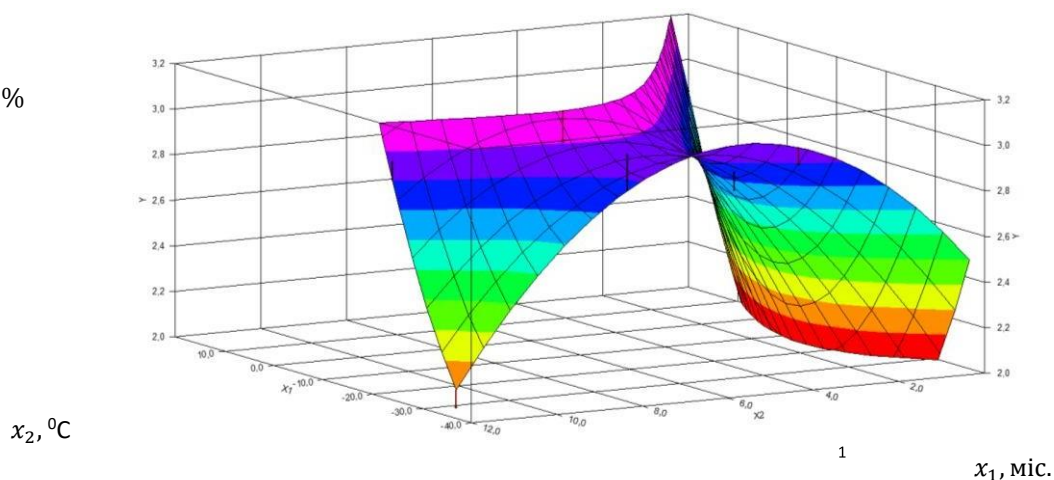
Рисунок 3.41 – Залежність змісту пектину сорти Краса Львова від температури заморожування і термінів зберігання

**Зміст пектину в ягодах сорту Сюїта Київська ( $y_6, \%$ ) описано наступною залежністю:**

$$y_6 = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_1^2 + b_4 * x_2^2 + b_5 * x_1 * x_2, \quad (32)$$

де  $x_1$  – термін зберігання, міс.;  $x_2$  – температура зберігання,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $b_0 = 1,544$ ,  $b_1 = 0,034$ ,  $b_2 = 0,622$ ,  $b_3 = 0,002$ ,  $b_4 = -0,021$ ,  $b_5 = 0,0107$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт детермінації 96,17%, відносна похибка 5,01%.

$y_6, \%$



$x_2, ^{\circ}\text{C}$

1

$x_1, \text{міс.}$

Рисунок 3.42 – Залежність змісту пектину сорти Сюїта Київська від температури заморожування і термінів зберігання

В цілому, за моделлю коефіцієнт детермінації перевищує 91%, а відносна похибка не перевищує 5%, тому модель була використана в цілях прогнозування. В результаті розрахунків знайдена оптимальна температура зберігання

заморожених ягід – 16 °С протягом 4-х і 8-ми місяців, що відхиляється від загальноприйнятого значення – 18 °С, знайденого експериментально.

### Висновки до розділу

Українські сорти смородини чорної мають виражені особливості: відрізняються висотою і формою куща, розміром, масою, формою і забарвленням ягід, довжиною кисті, характером відриву ягоди, товщиною шкірки, кількістю насіння і біопродуктивністю.

Визначено кращі сорти для подальшої переробки: Голосіївська, Аметист, Софія, Софіївська, Краса Львова і Сюїта Київська. Сорти Голосіївська, Аметист, Софія, Софіївська є самоплідними, високоврожайними, ягоди мають гарний смак, але сорти уражуються септоріозом. Сорти Краса Львова і Сюїта Київська є зимостійкими, високоврожайними, мають високу комплексну стійкість до почкового кліща і рябуха. За морфологічними параметрами ягоди значно різняться у вивчених сортів. Середній діаметр ягід варіює від 1,05 до 1,30 см; вага 100 ягід від 122,30 г до 160,00 г; середня врожайність куща змінюється в 2-2,5 рази від метеорологічних умов року.

Для ягід, які використовуються як сировина, необхідно пред'являти певні вимоги, які забезпечують високу якість замороженої продукції (зовнішній вигляд, смак, аромат, консистенція і забарвлення м'якоті ягід, вміст сухих розчинних речовин, цукрів (не менше 6%), пектинових речовин (НЕ менше 1%), антоціанів (не менше 0,5%), вітаміну С (не менше 150 мг%). Хімічний склад показав, що сумарний вміст моно- і олігосахарів коливається від 6,70% у сорту Софія до 12,6% у сорту Аметист. У всіх вивчених сортів вміст пектинів вище 1%, максимальне у сорту Краса Львова - 3,04%. Вміст вітаміну С знаходиться в межах від 154,48 мг% у сорту Софія до 247,6 мг% у сорту Краса Львова. Виявлено високу зольність у всіх вивчених сортів, максимальний показник зольності визначено у сорту Краса Львова - 0,93%, мінімальний у сорту Софія - 0,65%.

На підставі отриманих даних при вивченні 2-х режимів заморожування (при  $t - 24^{\circ}\text{C}$  і  $- 37^{\circ}\text{C}$  з подальшими термінами зберігання при  $- 16^{\circ}\text{C}$  протягом 4-х, 8-ми і 12-ти місяців) підтверджено, що шокове заморожування зберігає на рівні свіжих ягід споживчі характеристики: блиск, насиченість кольору, цілісність ягід, соковитість і консистенцію. При традиційному способі заморожуванні ( $- 24^{\circ}\text{C}$ ) практично нівелюється сортовий присмак, ягоди втрачають блиск, з'являються сторонні смак і запах. Відбулися зміни хімічного складу і дегустаційних характеристик заморожених ягід у всіх зразків протягом тривалого терміну зберігання.

Результати дегустаційної оцінки показали, що досліджувані сорти смородини чорної мають високі органолептичні властивості при використанні режиму шокового заморожування ( $t - 37^{\circ}\text{C}$ ) в порівнянні з традиційним методом заморожування ( $t - 24^{\circ}\text{C}$ ) при однакових умовах зберігання.

## Розділ 4. Технологія отримання пюре і напою з заморожених ягід смородини чорної

### 4.1. Технологія отримання пюре із заморожених ягід смородини чорної українських сортів

У даній роботі розроблена рецептура і технологія отримання пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром. Для розробки рецептури використовували такі сорти смородини чорної Голосіївська, Аметист, Софія, Софіївська, Краса Львова, Сюїта Київська, що володіють високими товарно технологічними властивостями.

Вихід натурального пюре з ягід смородини чорної по представленій схемі становить 86%. Оптимальне співвідношення компонентів в пюре з цукром: 1: 0,2 (пюре: цукор).

Апаратно-технологічна схема виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної (рис. 45).

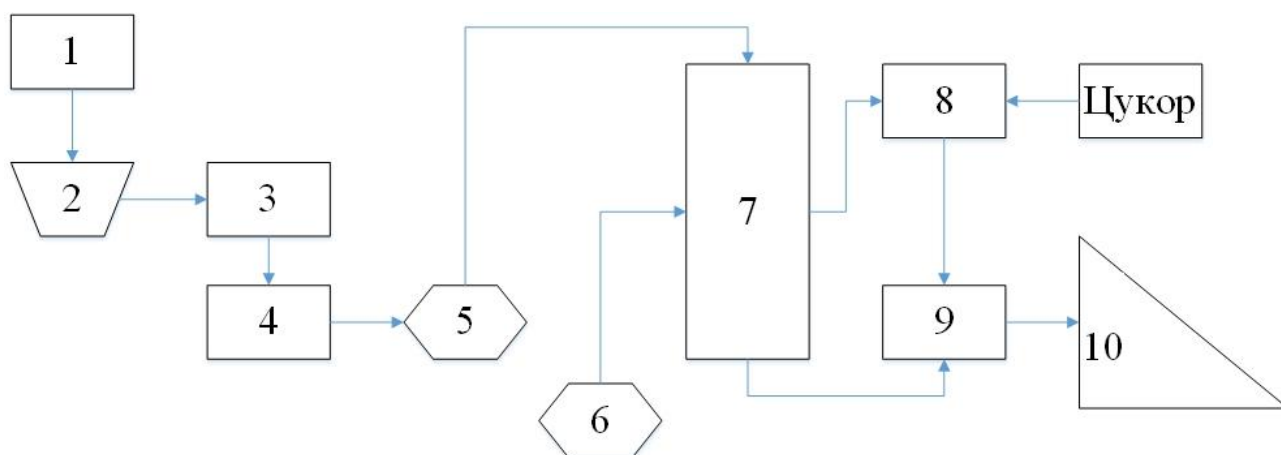


Рисунок 4.1 – Апаратно-технологічна схема виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної:

1 – сировина; 2 – завантажувальна воронка; 3 – блок обробки ягід; 4 – протиральний апарат; 5 – насос; 6 – вакуумний насос; 7 – вакуум-апарат; 8 – накопичувальна ємність; 9 – гомогенізатор; 10 – фасувально-дозуючий апарат.

Ягода вручну завантажується в котел для теплової обробки періодичної дії, де при перемішуванні відбувається розігрів ягід в невеликій кількості води. Вивантаження пройшовшого теплову обробку продукту відбувається за рахунок шнека в конусної частини котла. Прогріта ягідна маса шнековим транспортером подається в протиральну машину. Протерте пюре роторним насосом подається в вакуум-апарат. Температура продукту контролюється по термометру, рівень розрідження по вакууметру. Для отримання пюре з цукром продукт направляється в накопичувальну ємність, куди подається розрахункова кількість цукру. Готовий продукт відповідає нормативно-технічним нормам [24].

Схема технологічних процесів виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної представлена у вигляді інформаційно-логічної моделі, на якій дано позначення ланок і інтенсивностей перехідних процесів, на прикладі сорту Краса Львова. Наприклад,  $\lambda_{VI}$  – інтенсивність потоку з ланки V в ланка I (рис.46).

Для модельного представлення процесів і технологічної лінії пропонується наступна система диференціальних рівнянь, що залежить від параметрів  $x, y, z$ :

$$W'_I(t, x, y, z) = \lambda_{VI} * W_V(t, x, y, z) - \lambda_{I0} * W_I(t, x, y, z) + \lambda_{\varepsilon I} * W_{\varepsilon(t)},$$

$$W'_0(t, x, y, z) = \lambda_{I0} * W_I(t, x, y, z) - \lambda_{0M} * W_0(t, x, y, z),$$

$$W'_M(t, x, y, z) = \lambda_{0M} * W_0(t, x, y, z) - \lambda_{MZ} * W_M(t, x, y, z),$$

$$W'_Z(t, x, y, z) = \lambda_{MZ} * W_M(t, x, y, z) - \lambda_{ZR} * W_Z(t, x, y, z), \quad (33)$$

$$W'_R(t, x, y, z) = \lambda_{ZR} * W_Z(t, x, y, z) - \lambda_{RP} * W_R(t, x, y, z) - \lambda_{RPS} * W_R(t, x, y, z),$$

$$W'_{RS}(t, x, y, z) = \lambda_{RPS} * W_R(t, x, y, z) - \lambda_{SPS} * W_S(t, x, y, z) - \lambda_{PSTs} * W_{PS}(t, x, y, z),$$

$$W'_{Ts}(t, x, y, z) = \lambda_{PSTs} * W_{PS}(t, x, y, z) - \lambda_{TSFS} * W_{Ts}(t, x, y, z),$$

$$W'_{FS}(t, x, y, z) = \lambda_{TSFS} * W_{Ts}(t, x, y, z) - \lambda_{FSH} * W_{FS}(t, x, y, z),$$

де  $t$  – час, ч;  $x$  – вміст сухих речовин, %;  $y$  – вміст цукрів, %;  $z$  – вміст вітаміну С в пюре із заморожених ягід смородини чорної, %;  $W_{\varepsilon(t)}$  – випадковий гауссовский процес.



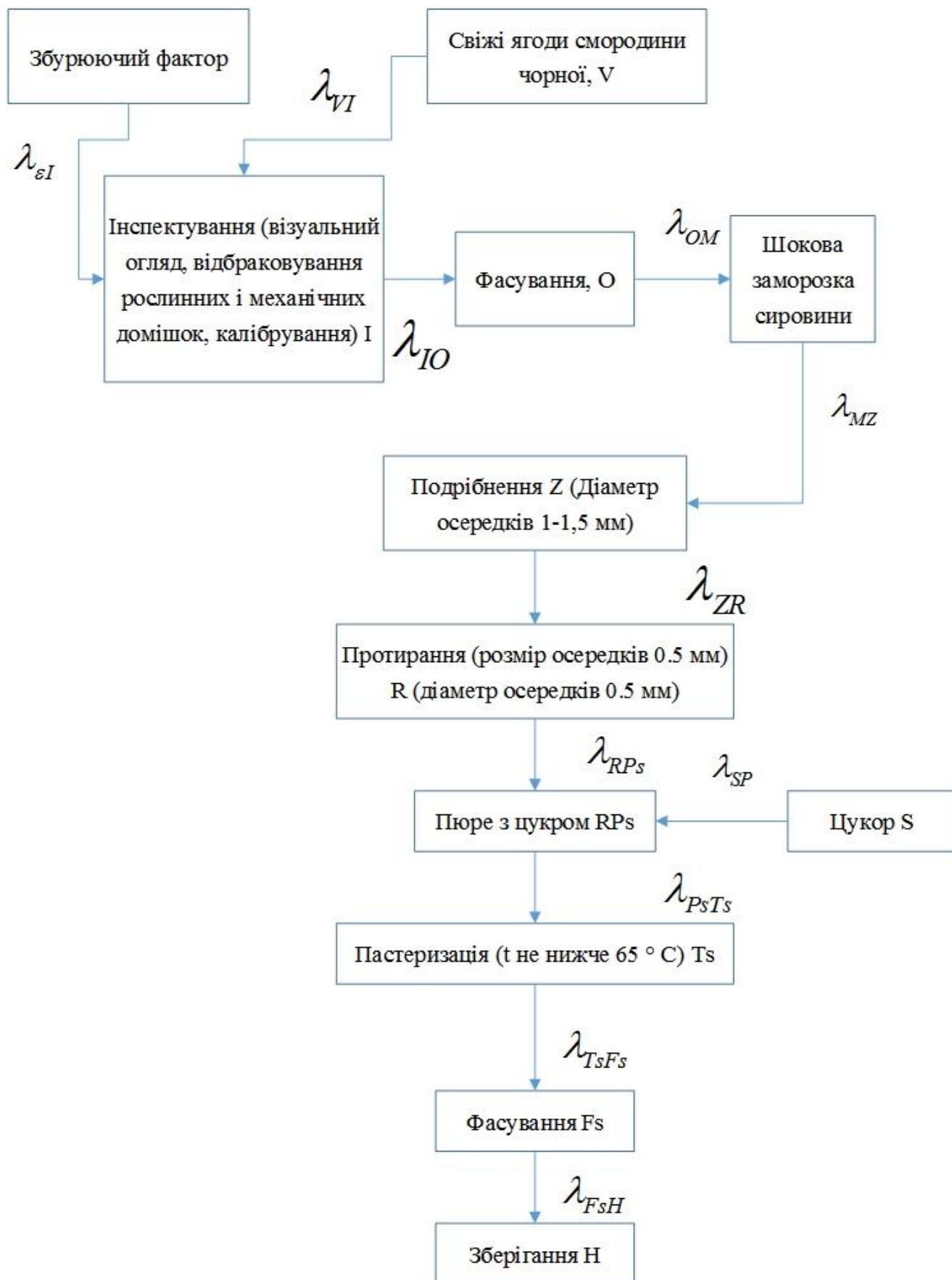


Рисунок 4.2 – Інформаційно-логічна модель технологічних процесів виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної

Початкові умови:  $W_v(0) = v$  (початок процесу – в початковий момент часу),  $t=0, W_v(0)=v, W_I(0)=0, W_O(0)=0, W_M(0)=0, W_I(0)=0, W_{Ps}(0)=0, W_S(0)=s, W_{Ts}(0)=0, W_{Fs}(0)=0, W_H(0)=0$  разом із запропонованою системою диференціальних рівнянь визначають завдання Коші. В результаті обчислювального експерименту при різних значеннях інтенсивностей процесів встановлено, що рішення задачі Коші для системи диференціальних рівнянь, що залежить від параметрів  $x, y, z$ , є моделлю динаміки технологічних процесів.

Зміст сухих речовин ( $x$ ) для пюре з цукром змінюється в діапазоні від 61,322 до 62,851%,  $x^0 = 62,086\%$  (рис. 47).

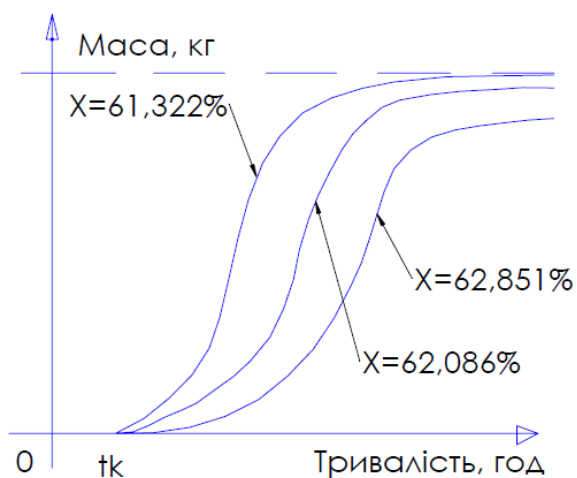


Рисунок 4.3 – Вихід пюре з цукром в залежності від сухих речовин при  $y = 32,05\%$ ,  $z = 1,60\%$

Вміст цукрів ( $y$ ) для пюре з цукром знаходиться в діапазоні – від 31,583 до 32,526%,  $y^0 = 32,054\%$  (рис. 48).

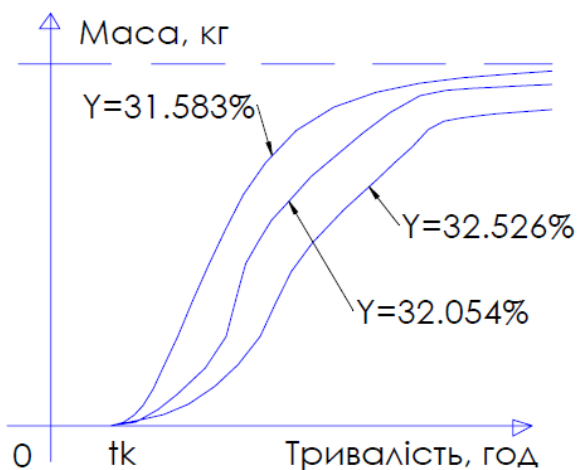


Рисунок 4.4 – Вихід пюре з цукром в залежності від вмісту цукрів при  $x = 62,08\%$ ,  $z = 1,60\%$

Розрахунки для пюре з цукром при різних значеннях завантажувальності маси сировини  $v$  показали асимптотичну стійкість процесу: вихід продукту з цукром становить  $\frac{V}{2}(1 + \sigma)$ , заповнення ланки зберігання починається з критичної точки  $t_k=3,52$  г незалежно від початкової завантажувальної маси сировини  $v$ . По завершенні технологічного процесу із завантажувальної маси  $V + \frac{V\sigma}{2}$  отримане пюре, де  $\frac{V\sigma}{2}$  – надбавка за рахунок введення цукру (рис.49).

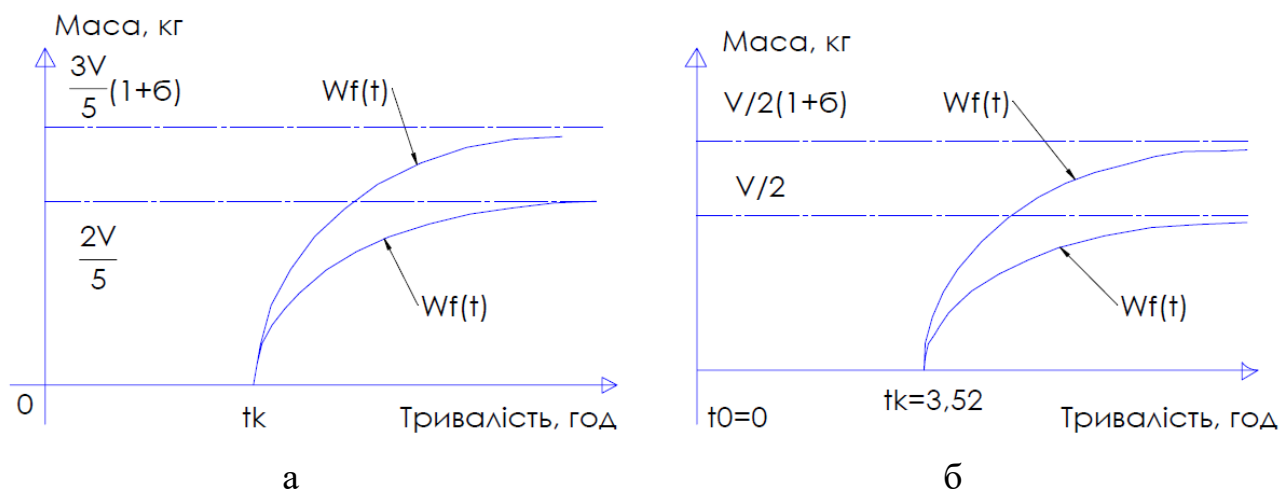


Рисунок 4.5 – Порівняння динамічного виробництва продукту з цукром ( $F_s$ ): а) при співвідношенні 1:1; б) при співвідношенні 2:3,  $\sigma = 0,2$ ;

Аналогічні експерименти на комп'ютері при співвідношенні 2:3 показали, що вихід продукту з завантаженої маси сировини  $v$  для пюре з цукром становить  $\frac{3V}{5}(1 + \sigma)$ , а без цукру  $\frac{2V}{5}$ . Загальний вихід становить  $V + \frac{3V}{5}\sigma$ , де  $\frac{3V}{5}\sigma$  – прибавка за рахунок введення цукру. В результаті лабораторних досліджень при різних співвідношеннях пюре: пюре з цукром методом хронометражу побудовані емпіричні залежності  $W_{F_s}^*(t)$ . Так, при співвідношенні 2:3 максимальне відхилення емпіричної кривої від теоретичної (розрахункової по моделі) становить 2,57% (рис. 50).

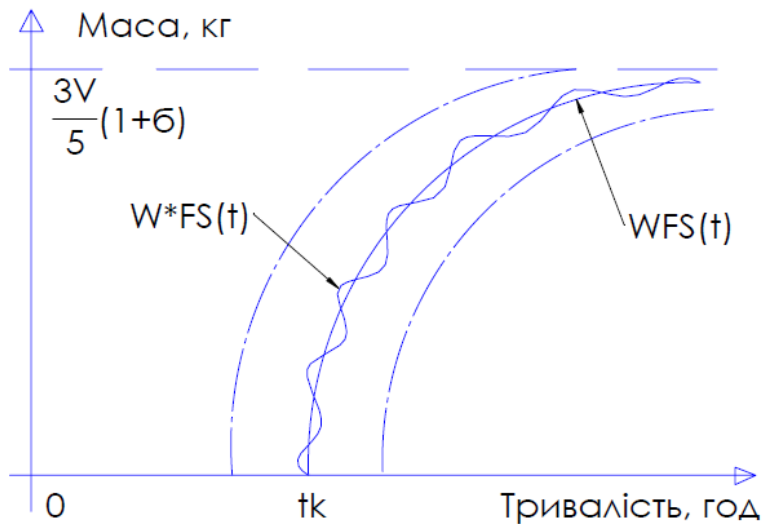


Рисунок 4.5 – Динаміки виробництва продукту з цукром ( $F_s$ ):  $W_{Fs}(t)$  – теоретична крива,  $W^*_{Fs}(t)$  – емпірична крива

В цілому при різних співвідношеннях пюре з цукром емпірична крива  $W^*_{Fs}(t)$  відхиляється від теоретичної  $W_{Fs}(t)$  не більше ніж на 5%. Випадковість процесів обумовлена неоднорідністю сировини, що завантажується, тому крива динаміки отримана в лабораторних умовах, відрізняється від розрахунків на комп'ютері. Отже, розроблена модель може бути використана для прогностичних цілей.

Початковою сировиною для приготування пюре є заморожені ягоди смородини чорної, цукор-пісок. Інспектування і зберігання всіх інгредієнтів має здійснюватися відповідно до чинної нормативно-технічної документації.

Важливою характеристикою харчових продуктів є показники безпеки, органолептичні і фізико-хімічні показники, завдяки оцінці яких встановлюють можливість їх застосування. В ході досліджень встановлено, що пюре за показниками безпеки відповідає вимогам ДСТУ 6029:2008 «Напівфабрикати фруктові та ягідні (подрібнені та пюреподібні) швидкозаморожені. Технічні умови» (табл.4.1) [24, 28, 23].

Таблиця 4.1 – Показники безпеки пюре з ягід смородини чорної сорту Краса Львова з додаванням цукру

Показники	Граничні значення	Пюре з заморожених ягід смородини чорної з додаванням цукру, л
Мікробіологічні показники: МАФАМ, КУО/г БГКП (коліформи), г патогенні форми в т.ч. сальмонели, г дріжджі, КУО / г цвілі, КУО / г	$5 \cdot 10^4$ Не допускається в 0,01 Не допускається в $25,0 \cdot 10^2$ не більше $5 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^4$ НЕ виявлено в 0,01 НЕ виявлено в 25,0 $1 \cdot 10^2$ $2 \cdot 10^2$
Токсичні елементи: свинець Pb миш'як As кадмій Cd ртуть Hg	мг / кг, не більше 0,01 0,05 0,03 0,005	не більше граничних значень
Мікотоксин: патулін	мг / кг, не більше 0,0005	Не виявлено
Пестициди: гексохлорціклогексан	Не допускаються	Не виявлено
Радіонукліди: цезій Cs-137 стронцій Sr-90	бекерель (Бк) 100 25	4 1,5

Встановлено, що пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром за мікробіологічними показниками відповідає вимогам ДСТУ 6029:2008 «Напівфабрикати фруктові та ягідні (подрібнені та пюреподібні) швидкозаморожені. Технічні умови» [24].

На підставі органолептичних показників було визначено оптимальне внесення цукру-піску в пюре в кількості 20% (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Органолептичні характеристики пюре з додаванням різної кількості цукру-піску, %

Показник	Вміст цукру-піску		
	17,50%	20,00%	22,50%
Зовнішній вигляд	Однорідна рівномірно протерта маса без частинок волокон, насіння, кісточок, шкірки і плодоніжок. Допускається наявність поодиноких насінь.		
Смак і запах	Яскраво виражений, приємний кислувато-солодкий смак властивий чорній смородині. Яскраво виражений аромат чорної смородини. Сторонні присмак і запах не встановлені.	Яскраво виражений, гармонійний, солодкий смак. Яскраво виражений аромат чорної смородини. Сторонні присмак запах не встановлені.	Яскраво виражений, надмірно солодкий смак. Виражений аромат чорної смородини. Сторонні присмак і запах не встановлені.
Колір	Темно-бордовий, властивий ягодам смородини чорної, однорідний по всій масі.		
Консистенція	Пюреподібна текуча. Допускається незначне відділення сиропу.		

Ягідне пюре із заморожених ягід з додаванням цукру може послужити функціональним харчовим інгредієнтом для виробництва харчових продуктів, а може бути використано в якості самостійного продукту харчування. Пюре з заморожених ягід є однорідною масою без домішки частинок шкірки і має наступний хімічний склад (табл.4.3).

Таблиця 4.3 – Хімічний склад пюре із заморожених ягід смородини чорної сорту Краса Львова, 100 гр.

Показник	Пюре із заморожених ягід смородини чорної
Білки	1,0 ± 0,02
Жири	0,2 ± 0,01
Вуглеводи	7,3 ± 0,11
Масова частка розчинних сухих речовин, (x,%)	61,99 ± 0,93
Загальний вміст цукрів, (y,%)	32,05 ± 0,48
Масова частка титрованих кислот, (z,%)	1,60 ± 0,02
Масова частка вітаміну С, мг / 100г	164,80 ± 2,47
Масова частка пектину,%	2,05 ± 0,03

Показник	Пюре із заморожених ягід смородини чорної
Масова частка антоціанів, мг / 100г	94,53 ± 1,42
Макро- і мікроелементи: мг / 100г	
Калій	381,30 ± 5,72
Магній	15,00 ± 0,22
Натрій	2,52 ± 0,04
Кальцій	45,02 ± 0,67
Залізо	9,40 ± 0,14
Фосфор	84,00 ± 1,26
Сірка	14,34 ± 0,21
Марганець	11,77 ± 0,18
Цинк	0,23 ± 0,01
Мідь	15,78 ± 0,24
Енергетична цінність в 100г / ккал	63

Пюре з цукром може бути ідентифіковано як функціональний продукт харчування і використовуватися в якості функціонального інгредієнта. Вітамін С може бути віднесений до класів А, Б, В, Д і Е групи І. Антоціани – до класів А, Б1, В, Д групи І. Мінеральні речовини – до класів А групи ІІ і ІІІ; Б групи І; У групи І; Д групи І, ІІ; Е групи ІІІ.

Вживання 100 г пюре із заморожених ягід смородини чорної з додаванням цукру в якості самостійного продукту здатне задовольнити добову потребу у вітаміні С на 183%, антоціанів на 60%, в пектині і мінеральних речовинах.

#### 4.2. Технологія отримання напою «Ягідний»

Розроблено рецептуру і наведена технологія отримання напою «Ягідний» з використанням сироватки молочної з додаванням пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром з використанням сорту Краса Львова. В якості основи для отримання напою використовували готову пастеризовану сироватку молочну сирну, що представляє собою однорідну рідину блідо-зеленого кольору, з характерним вираженим кисломолочним смаком і запахом. За мікробіологічними, органолептичними та хімічними показниками сироватка

відповідала вимогам Закон України «Про молоко та молочні продукти» 2004, N 47, ст.513.

Принципова технологічна схема напою «Ягідний» на основі сироватки молочної сирної з додаванням пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром приведена на рисунку 51.

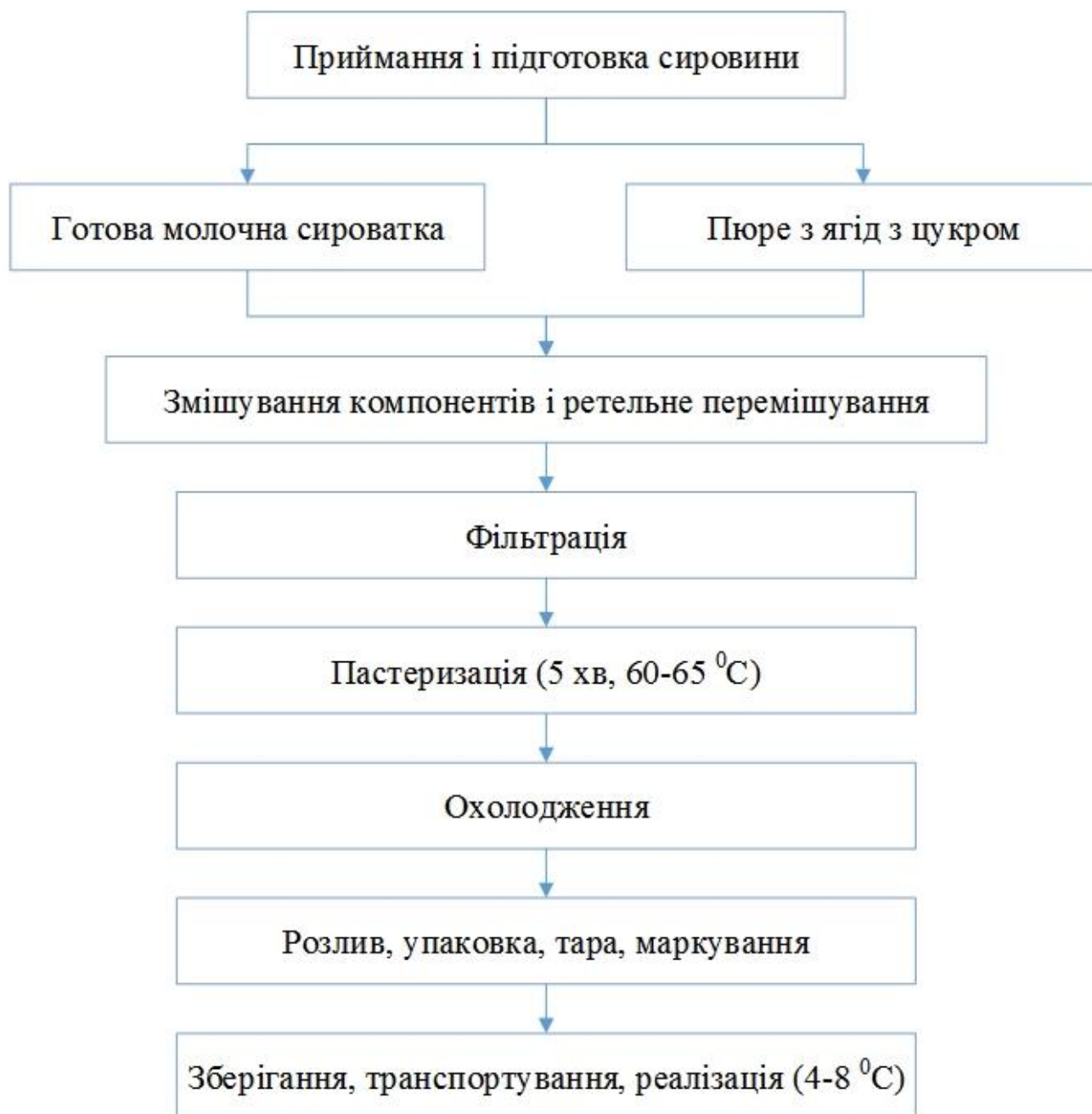


Рисунок 4.6 – Принципова технологічна схема напою "Ягідний"

На підставі принципової технологічної схеми виробництва напою «Ягідний» була розроблена апаратурно-технологічна схема (рисунок 52).



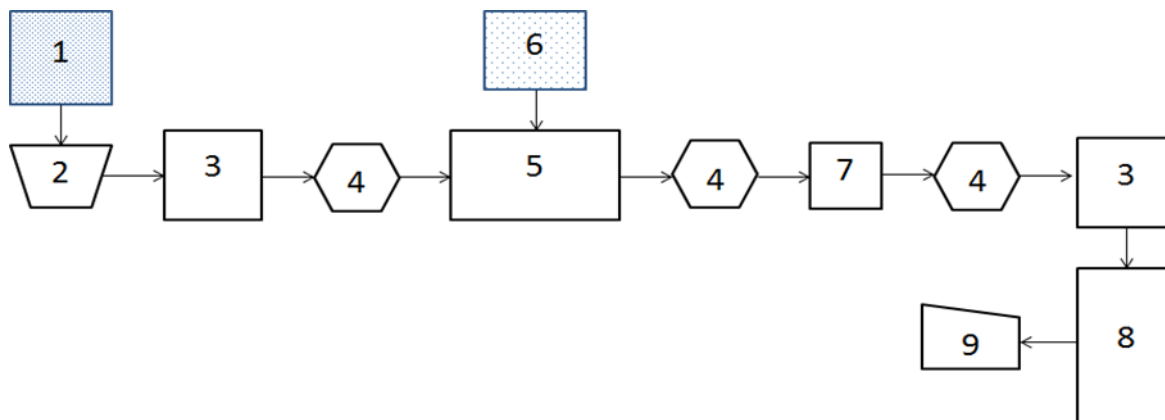


Рисунок 4.7 – Апаратурно-технологіческая схема виробства напоїтка «Ягідний»: 1 – сировина (сироватка); 2 – приймальний бункер; 3 – котел; 4 – насос; 5 – змішувальний апарат; 6 – сировина (пюре з цукром); 7 – фільтр-прес; 8 – накопичувальна ємність; 9 – фасувально-дозуючий апарат.

У приймальний бункер вносять розраховане за рецептурою кількість сироватки і підігрівають в котлі до температури 75 °С протягом 10-15 хвилин для знищення бактерій, витримують до 50-60 °С і потім насосом направляють в змішувальний апарат, куди надходить розраховане за рецептурою кількість готового пюре з цукром. Суміш ретельно перемішують протягом 15-20 хвилин і насосом подають на фільтр-прес для фільтрування. Готовий напій піддається пастеризації при температурі 60-65 °С протягом 5-10 хвилин, після чого витримується в накопичувальній ємності до температури 20 °С і подають на розлив в пляшки або велику тару.

Напій «Ягідний» виготовлявся на основі готової пастеризованої сироватки молочної сирної з додаванням пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром безпосередньо на комбінатах шкільного харчування для учнів 5-9-х класів і вживався протягом 12 годин з моменту вироблення. Рецептура напою приведена в таблиці 32.

Таблиця 4.4 – Рецептатура напою «Ягідний», на 100 л.

Найменування інгредієнта	Одиниці виміру	Витрата інгредієнта
Сироватка сирна молочна	л.	90
Пюре натуральне із заморожених ягід смородини чорної з цукром	кг.	10

Важливою характеристикою харчових продуктів є показники безпеки, органолептичні і фізико-хімічні показники, завдяки оцінці яких встановлюють можливість їх застосування.

В ході досліджень встановлено, що напій із сироватки «Ягідний» за показниками безпеки відповідає вимогам ДСТУ 7515:2014 «Сироватка молочна. Технічні умови» [26] ( табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Показники безпеки напою з сироватки «Ягідний»

тЗЗ	4,5	
Показники	Граничні значення	Напій «Ягідний», л
Мікробіологічні показники: МАФАМ, КУО / г БГКП (коліформи), г патогенні форми в т.ч. сальмонели, г	5 • 10 <sup>4</sup> Не допускається в 0,01 Не допускається в 25,0	2,7 • 10 <sup>4</sup> НЕ обнар в 0,01 НЕ обнар в 25,0
дріжджі, КУО / г цвілі, КУО / г	2 • 10 <sup>2</sup> не більше 5 • 10 <sup>2</sup>	1 • 10 <sup>2</sup> 2 • 10 <sup>2</sup>
Токсичні елементи:	мг / кг, не більше	
свинець Pb	0,01	не більше граничних значень
миш'як As	0,05	
кадмій Cd	0,03	
ртуть Hg	0,005	
мікотоксини:	мг / кг, не більше 0,0005 Не допускаються	не виявлено
афлотоксину антибіотики		не виявлено
пестициди: гексохлорціклогексан радіонукліди:	Не допускаються бекерель (Бк)	не виявлено

Встановлено термін реалізації не більше 72 годин з моменту вироблення при температурі не вище 4-6 °С.

Важливою характеристикою харчових продуктів є органолептичні, хімічні показники та можливість їх застосування як функціональних продуктів харчування. На підставі органолептичних показників було визначено оптимальне внесення ягідного пюре з цукром в кількості 10% (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Органолептичні характеристики напою «Ягідний» з додаванням різної кількості ягідного пюре з цукром, %

Показник	Зміст ягідного пюре з цукром, %		
	7,5	10	12,5
Зовнішній вид і консистенція	Однорідна рідина з незначним осадом		
Колір	Від світло-рожевого до рожевого		
Смак і запах	Присутній виражений аромат чорної смородини, кисло-солодкий кисломолочний смак. Сторонні присмак і запах не встановлені.	Яскраво виражений аромат чорної смородини, гармонійний приємний кисломолочний смак. сторонні присмак і запах не виявлено.	Яскраво виражений аромат чорної смородини. приємний кисломолочний смак. Сторонні присмак і запах не виявлено.

Напій «Ягідний» має гармонійний приємний кисломолочний смак з яскраво вираженим ароматом ягід чорної смородини при додаванні в сироватку 10% ягідного пюре з цукром. Хімічні показники напою «Ягідний» з додаванням різної кількості ягідного пюре з цукром представлені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Хімічний склад напою «Ягідний» з добавкою пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром

Показник	Зміст ягідного пюре з цукром, %		
	7,5	10	12,5
Білки, %	0,63 ± 0,01	0,64 ± 0,01	0,66 ± 0,01
Жири, %	0,47 ± 0,01	0,45 ± 0,01	0,43 ± 0,01
зміст моно - і олігосахарів, (%) в тому числі лактоза, %	6,99 ± 0,11	7,34 ± 0,11	7,75 ± 0,11
	4,09 ± 0,06	4,14 ± 0,06	4,25 ± 0,06
Масова частка титрованих кислот, (° T)	58,04 ± 0,93	63,65 ± 0,95	64,42 ± 0,95
Масова частка вітаміну С, мг /%	15,89 ± 0,24	16,70 ± 0,25	17,30 ± 0,26
Масова частка пектину, %	0,20 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,21 ± 0,01
Масова частка антоціанів, мг /%	10,01 ± 0,15	10,4 ± 0,16	10,6 ± 0,16

Таблиця 4.8 – Вміст елементів в напої «Ягідний» з урахуванням додавання пюре із заморожених ягід смородини чорної з цукром в кількості 10%

Показник	Напій з сироватки «Ягідний»
Макро- і мікроелементи: мг /%	
калій	78,00 ± 1,70
магній	17,02 ± 0,25
натрій	7,51 ± 0,11
кальцій	370,96 ± 5,55
фосфор	96,80 ± 1,45
залізо	9,80 ± 0,15
сірка	10,50 ± 0,16
марганець	12,30 ± 0,19
мідь	15,90 ± 0,24
цинк	0,47 ± 0,01

Вітамін С може бути віднесений до класів А, Б, В, Д і Е групи І. Антоціани – до класів А, Б1, В, Д групи І. Мінеральні речовини – до класів А групи ІІ і ІІІ; Б групи І; У групи І; Д групи І, ІІ; Е групи ІІІ.

У напої «Ягідний» в 100 мл міститься 24,7 мг% вітаміну С, що становить 24% від добової фізіологічної норми. Крім того, напій містить 9,3 мг% антоціанів - 54,7% від добової фізіологічної норми, а так само пектини і мінеральні речовини.

#### Висновки до розділу

Для розробки рецептури і технології виробництва пюре із заморожених ягід смородини чорної українських сортів використаний сорт Краса Львова. Представлена апаратурно-технологічна схема виробництва пюре із заморожених ягід, по якій вихід готового продукту становить 86%.

Наведена модель технологічного процесу виробництва пюре в залежності від тривалості технологічного процесу, змісту сухих речовин, цукрів, вітаміну С в сировині, може бути використана для цілей прогнозування.

За органолептичними показниками пюре із заморожених ягід смородини чорної з додаванням 20% цукру-піску має виражену, гармонійним смаком і

ароматом чорної смородини. Пюре відповідає за показниками безпеки та є цінною сировиною для використання, як в якості самостійного продукту, так і функціональної добавки в традиційні продукти харчування.

На основі молочної сироватки з додаванням 10% пюре із заморожених ягід смородини чорної створений напій «Ягідний», який може бути віднесений до функціональних продуктів харчування щодо вмісту мікронутрієнтів (вітамінів, антоціанів, макро- і мікроелементів, пектинових речовин). Напій «Ягідний» має високі смакові, споживчі характеристики і відповідає вимогам безпеки.

Запропонований напій може бути широко використаний в раціоні харчування населення.

## Основні висновки

1. Виявлено 6 перспективних сортів смородини чорної (Голосіївська, Аметист, Софія, Софіївська, Краса Львова і Сюїта Київська), придатних для технологічної переробки, з метою виробництва функціональних продуктів харчування. З досліджуваних об'єктів дані сорти містять максимальну кількість біологічно активних компонентів: вітаміну С (від 154,48 до 247,60 мг%), антоціанів (від 17,50 - 45,50 мг%), при високій зольності (від 0,65- 0,93%) містять фізіологічні норми таких макро- мікроелементів як залізо, цинк, калій, мідь, магній, марганець, фосфор, сірка.
2. Розроблені математичні моделі процесів заморожування дозволили прогнозувати і виявляти оптимальні температурні режими заморожування, зберігання та термін зберігання ягід смородини чорної з мінімальними втратами біологічно-активних компонентів. Визначено оптимальний режим заморожування при  $t = -37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , з наступним зберіганням протягом тривалого терміну при  $t = -16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Розроблено рецептуру і наведена технологія отримання пюре із заморожених ягід смородини чорної.
4. Розроблено рецептуру і наведена технологія отримання напою «Ягідний» на основі сироватки молочної з додаванням пюре з цукром з заморожених ягід чорної смородини для шкільного харчування 5-9 класів в 9 загальноосвітніх школах.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов І. В. Розробка та дослідження установки для двокомпонентного віброударного зневоднення відходів харчових виробництв / І. В. Севостьянов, О. В. Поліщук, А. В. Слабкий // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2015. - №5/7(77). - С. 40 - 46.
2. Севостьянов І. В. Установка для багатостадійного зневоднення відходів харчових виробництв / І. В. Севостьянов, В. Л. Луцик // Вісник машинобудування та транспорту, 2017. - №1. - С. 105 - 113.
3. Севостьянов І.В. Розвиток процесів вальцювання криволінійний заготовок з алюмінієвих сплавів / І.В. Севостьянов, Ю.В. Добранюк, І.А. Бубновська // Вісник машинобудування та транспорту, 2017. - №2. - С. 150 - 157.
4. Севостьянов І. В. Процессы потокового гидродинамического фильтрования неоднородных жидких систем и оборудование для их реализации / И. В. Севостьянов // Энциклопедия инженера-химика, 2014. - №2 С. 32 - 37.
5. Севостьянов І. В. Віброударне зневоднення відходів харчових виробництв / І. В. Севостьянов // Наукові нотатки. Межвузівський збірник (за напрямом "Інженерна механіка"), 2015. - Випуск 48. - С. 195 - 203.
6. Цуркан О.В. Шляхи інтенсифікації процесу теплової стерилізації консервів на основі його аналізу / Цуркан О.В., Гурич А.Ю., Пентюк Б.М., Кузь В.О.// Збірник наукових праць ВНАУ. Серія Технічні науки. Випуск 1(84).- м. Вінниця, 2014.- С.170-177.
7. Паламарчук І.П. Математичне моделювання процесу тепло масообміну за умови пароконтактної стерилізації продукції у циліндричній тарі / І.П. Паламарчук., Ю.А. Полевода, Куций В.М. // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» №2 (97), 2017. – С.64-70.
8. Токарчук О.А. Теоретичні основи та особливості процесу різання коренеплодів у фермерських господарствах/ О.А. Токарчук // Всеукраїнський науково–технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК», 2017. – № 4 (99). – С. 84 – 92.
9. Полевода Ю.А. Оцінка Адекватності математичної моделі /Ю.А. Полевода// Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції “Актуальні проблеми харчової промисловості”, Тернопіль, 2013. – С.78-79
10. Полевода Ю.А. Виявлення причин виробничого травматизму і професійних захворювань у галузі тваринництва та їх профілактика / Б.О. Рудницький, А.В. Спірін, Ю.А. Полевода, П.Л. Гулько // Корми і кормо виробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник – 2015. – Випуск 80. – С. 199- 205.
11. Паламарчук І.П. Механічні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва. Том 1. Навчальний посібник / І.П. Паламарчук, П.С.

- Берник, З.А. Стецько, В.В Яськов, І.А.Зозуляк // Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. – 336 с.
12. Назаренко І.І. Основи проектування і конструювання машин та обладнання переробних виробництв. Навчальний посібник/ І.І. Назаренко, І.М. Берник // Затверджено міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.(лист № 1/11-14407 від 12.09.2012р.). Видавництво «Аграр Медіа Груп»,- К:- 2013.-544 ISBN 978-617-646-144-9
13. Паламарчук І.П. Дослідження фізико-механічних властивостей зернової крохмаловмісної сировини як об'єкта технологічної дії спиртового виробництва / І.П. Паламарчук, В.П Янович., І.М. Купчук // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» №3 (95) 2016. – С.126-129
14. Паламарчук І.П. Обґрунтування конструктивної схеми вібраційної фільтраційно-осмотичної сушарки / І.П. Паламарчук, О.В. Зозуляк, І.А. Зозуляк// Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. – 2011. – № 9. – С. 173–182.
15. Берник І.М. Інтенсифікація технологічних процесів обробки харчових середовищ. / Берник І.М. // Вібрації в техніці та технологіях – 2013. - № 3(71) – С. 109-115.
16. Паламарчук І.П. Тепломасообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва. Том 2 Навчальний посібник/ І.П. Паламарчук, П.С. Берник, З.А. Стецько, В.В Яськов, І.А.Зозуляк // Львів: Видавництво „Бескид Біт”, 2006. – 368 с.
17. Назаренко І.І. Основи проектування і конструювання машин та обладнання переробних виробництв. Навчальний посібник/ І.І. Назаренко, І.М. Берник // Затверджено міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.(лист № 1/11-14407 від 12.09.2012р.). Видавництво «Аграр Медіа Груп»,- К:- 2013.-544 ISBN 978-617-646-144-9
18. Снежкін Ю.Ф. Енергоефективні тепло технології виробництво функціональних харчових порошків /Ю.Ф. Снежкін, Ж.О. Петрова, В.М. Пазюк // Вінниця, видавництво «РВВ ВНАУ», 2016. – 458с.
19. Берник П. С. Анализ конструкций вибрационных сушилок для сыпучей сельскохозйственной продукции / П. С. Берник, И. П. Паламарчук, И. А. Зозуляк // Вибрации в технике и технологиях : Всеукраин. НТЖ. – Вінниця, 1998. – № 2 (6). – С. 14–21.



20. Зозуляк І.А. Обґрунтування конструкції вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів/І.А. Зозуляк// Східно-європейський журнал передових технологій ISSN 1729-3774. - 2014.-№1/7(67)-С.15-19
21. Гулий І.С., Сімахіна Г.О., Українець А.І. Основи валеології, 2003 / Пріоритетні напрями та механізм реалізації державної політики в галузі здорового харчування
22. ДСТУ 8319:2015 «Смородина чорна свіжа. Технічні умови»
23. ДСТУ 8402:2015 Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения содержания растворимых сухих веществ.
24. ДСТУ 6029:2008 «Напівфабрикати фруктові та ягідні (подрібнені та пюреподібні) швидкозаморожені. Технічні умови»
25. ДСТУ 4518-2008 «Продукти харчові. Маркування для споживачів. Загальні правила».
26. ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови
27. ДСТУ 4837:2007 «Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови»
28. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини» / НАКАЗ 29.12.2012 № 1140
29. Воробьева Н.Н. Теплофизические процессы в холодильной технологии: учеб. пособие/ Н.Н. Воробьева.- Кемерово: КТИПП, 2007.-150с.
30. Frozen Food Science and Technology / Edited by Judith A. Evans Food Refrigeration and Process Engineering Research Centre (FRPERC) University of Bristol, UK
31. Замораживание и криопротекция: уч. пособие для биол. мед. спец. вузов/ под ред. А.А. Болдырева.- Москва: Высш. шк.-1887.- С.24-31
32. "Покращення доступу українського агробізнесу до експортних ринків" Дослідження проведене в рамках проекту ФАО/ЄБРР [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://east-fruit.com/storage/research\\_contents/pdf/6b/5b43cbe0ace08.pdf](https://east-fruit.com/storage/research_contents/pdf/6b/5b43cbe0ace08.pdf)
33. Як харчування впливає на смертність і що може змінити кожен для свого здоров'я [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://moz.gov.ua/article/health/jak-harchuvannja-vplivae-na-zdorovja-i-scho-mozhe-zminiti-kozhen-dlja-svogo-zdorovja>
34. Малькова И.Е. Фазовые превращения влаги при замораживании / И.Е. Малькова, Н.В. Лабутина// Ресурсосберегающие технологии пищевых производств: материалы межд. науч.-техн. конф.- Санкт-Петербург, 1998.- С. 118-121.

35. Експорт заморожених дрібних фруктів до ЄС / Практичний посібник для українського агробізнесу / Підготовлено Марк Хелліер Валерій Пятницький Жовтень 2017 рік
36. УДК 641.1:642:612 / Ощипок І. М., Пономарьов П. Х. / застосування біологічно активних добавок для приготування харчових продуктів і страв
37. Chilled foods A comprehensive guide / Second edition / Edited by Mike Stringer and Colin Dennis
38. Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов: монография/ Н.В. Лабутина. – Смоленск: Универсум, 2004. – 236 с.
39. Тимченко Н.Н. Технологии криоконсервирования сельскохозяйственного сырья: монография/ Н.Н. Тимченко, Г.И. Касьянов. - Краснодар: КНИИХП, КубГТУ, 2004.-125с.
40. Титова Л.В. Сорты европейского, сибирского, скандинавского подвида смородины черной, смородины дикуши – основа селекции высоковитаминных форм/ Л.В. Титова // Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. научн. тр. Мичуринск - Научоград, 2007. – С.312-319.
41. Державна службастатистики України / Відповідальний з авипуск О. М. Прокопенко / Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України / Статистичний збірник / Київ 2018
42. Фазлутдинова А.Н. Замораживание и криопротекция / А.Н. Фазлутдинова, А.М. Белоус //Биохимия мембран: учеб. пособие для биол. мед. спец. вузов/ под ред. А.А. Болдырева.-Москва, 1887.-С. 24-31.
43. Эрлихман В.Н. Консервирование и переработка пищевых продуктов при отрицательных температурах: монография / В.Н. Эрлихман.- Калининград: КГТУ, 2004.- 248с.
44. Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агрономіябіологія», випуск 3 (27), 2014 УДК 634.75 біохімічна оцінка плодово-ягідної продукції зонипівнічно-східного лісостепу українців. В. Фільов, к.с-г.н., Сумська дослідна станція садівництва ІС НААН
45. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits / Kalt Wilhelmina, Forney Charles F., Martin Antonio, Prior Ronald // J. Agr. and Food Chem. – 1999. – 47, 11. – P. 4638–4644.
46. Arai S Global view on functional foods: Asian perspectives // British g. Nutrition, 2008, v.94, Suppl.2, p. 239-283.
47. Balch, J. F., & Balch, P. A. (2000). Prescription for Nutritional Healing. New York: Avery, Penguin Putnam Inc.
48. Haffner, K. Antioxiadnt rich Berries: Plant Food for Better Health / K. Haffner, S.F. Remberg // Chronika Horticulturae. - 2006. -Vol. 46, № 2 - P. 19-20.

49. Kampuss, K. Chemical composition of 12 blackcurrant genotype berries /K. Kampuss, H.L. Pedersen // Плодоводство: сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства НАН Беларуси; редкол.: В.А. Матвеев (гл. Ред.) и др.. - Самохваловичи, 2005. -Т. 17.- Ч. 2.-С. 277-281.

50. The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries/ Nielsen Tim, Leufven Anders// Food Chem.-2008.-V.107.-№3.- P.1053-1063.