

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Факультет експертизи, біотехнології, харчової інженерії, підприємництва та торгівлі
Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»
Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему:

Технологічна експертиза виробництва новітнього напою на основі хлорофілу

Здобувач	<u>Істомін О.О</u> (прізвище та ініціали студента)
<u>2</u> курсу	<u>ТМ – 65</u> групи
Керівник:	<u>доцент Науменко К.І.</u> (посада, прізвище та ініціали)
Консультант:	<u>Доцент Шалений В.А.</u> (посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 05 червня 2024 р., протокол № 9.

Завідувачка кафедри ХХЕтаБ ПІДПИСАНО Антоніна КАПУСТЯН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2024 рік

Одеський національний технологічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Експертизи, біотехнології, харчової інженерії, підприємництва та торгівлі
Кафедра Харчової хімії, експертизи та біотехнологій
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ХХЕтаБ
ПІДПИСАНО д.т.н., проф. Капустян А.І.
(підпис)
«01» лютого 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Істоміна Олександра Олександровича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Технологічна експертиза виробництва новітнього напою на основі хлорофілу

затверджена наказом ОНТУ від 12.02.2024 № 90-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 05.06.2024

3. Вихідні дані роботи

Об'єкт дослідження: технологія виробництва новітнього безалкогольного напою на основі меліси з включенням водорозчинного комплексу арабіногалактана з хлорофілом

Предмет дослідження: хлорофіл, арабіногалактан, комплексоутворення, безалкогольні напої, пастеризація, технологія виробництва, план НАССР

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ

РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел

РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження

РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина

РОЗДІЛ 4 Технологічна частина

РОЗДІЛ 5 Охорона праці та навколишнього середовища

РОЗДІЛ 6 Інвестиційна привабливість розробки

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 6 інвестиційна привабливість розробки	Шалений В.А.	ПІДПИСАНО	ПІДПИСАНО

7. Дата видачі завдання «05» лютого 2024 року

Керівник ПІДПИСАНО Кристина НАУМЕНКО

(підпис)

Завдання прийняв до виконання ПІДПИСАНО Олександр ІСТОМІН

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
Підготування пояснювальної записки			
1	Вступ	26.02.2024	
2	РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел	17.03.2024	
3	РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження	25.03.2024	
4	РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина	02.04.2024	
5	РОЗДІЛ 4 Технологічна частина	19.04.2024	
6	РОЗДІЛ 5 Охорона праці та навколишнього середовища	11.05.2024.	
7	РОЗДІЛ 6 Інвестиційна привабливість розробки	26.05.2024	
8	Висновки	28.05.2024	
9	Оформлення роботи	01.06.2024	
10	Оформлення презентації	03.06.2024	
11	Термін подання роботи на кафедру	05.06.2024	
12	Зовнішнє рецензування	17.06.2024	
13	Захист дипломної роботи	26.06.2024	

Здобувач-дипломник

ПІДПИСАНО

Олександр ІСТОМІН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

ПІДПИСАНО

Кристина НАУМЕНКО

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник ПІДПИСАНО Олександр ІСТОМІН

АНОТАЦІЯ

Тема: «Технологічна експертиза виробництва новітнього напою на основі хлорофілу».

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

Освітня програма: Технологічна експертиза та безпека харчової продукції

Випускник за СВО «Магістр»: Істомін Олександр Олександрович

Керівник: доцент Науменко Кристина Ігорівна

Ключові слова: хлорофіл, водорозчинність, комплекс, напої, методи дослідження

Актуальність теми.

Чинники, що викликають більшість хвороб можна корегувати відповідними харчовими добавками. Тому одним з найбільш важливих напрямів розвитку харчової галузі в Україні є розробка функціональних харчових продуктів, напоїв та дієтичних добавок, які містять інгредієнти, що сприятливо впливають на організм людини, підвищують його імунітет захворюванням та поліпшують фізіологічні процеси організму. Таким інгредієнтом може бути хлорофіл, який володіє такими властивостями як антиоксидантна, протизапальна, антимікробна, профілактична та інше. Однак хлорофіл має низку обмежень, таких як світло- та температурочутливість, нерозчинність у воді.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення науково обґрунтованого способу стабілізації хлорофілу шляхом комплексоутворення з арабіногалактаном та розроблення рецептури безалкогольного напою з його включення, розроблення технології та плану НАССР виробництва.

У роботі наведені результати досліджень щодо визначення раціональних параметрів комплексоутворення водорозчинного хлорофілу, вилученого з зелених відходів виробництва. Формування комплексу водорозчинного хлорофілу доведено методами спектрофотометрії. Встановлено, що внаслідок модифікації, хлорофіл набуває здатності розчинятися у воді.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва новітнього безалкогольного напою на основі меліси з включенням водорозчинного комплексу арабіногалактана з хлорофілом

Предмет дослідження: хлорофіл, арабіногалактан, комплексоутворення, безалкогольні напої, пастеризація, технологія виробництва, план НАССР.

Методи дослідження: класичні, сучасні та застандартизовані

Наукова новизна одержаних результатів: отримано та надано характеристику водорозчинний комплекс хлорофілу, який виділено з зелених відходів консервного виробництва, а саме з стручків горошку з арабіногалактаном, досліджено фізико-хімічні властивості отриманого комплексу в порівнянні з нативним хлорофілом і встановлено, що комплекс має низку переваг: водорозчинність, стабільність в кислому середовищі та термостабільність, що є перспективним при розробці безалкогольних напоїв.

Робота обсягом 112 сторінок складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 28 найменувань (3 сторінки), 15 рисунків (5 сторінок), 23 таблиць (18 сторінок) та 2 додатків (21 сторінка).

ВСТУП

Харчова галузь має безліч відходів, які в основному використовують для виробництва компосту, який служить ефективним і екологічно чистим добривом, для виробництва кормів для тварин чи для виробництва біопалива, що сприяє зменшенню викидів парникових газів і використанню викопного палива. Однак в перспективі харчові відходи можуть бути використані для отримання натуральних барвників, харчових добавок та біологічно активних інгредієнтів.

Барвники широко використовуються для забезпечення однорідності кольору та отримання сприятливого зовнішнього вигляду продуктів харчування в харчовій промисловості. Незважаючи на те, що деякі синтетичні пігменти дозволені до використання в продуктах харчування, але згідно з нормами Управління з контролю за продуктами та ліками США, деякі штучні барвники, що використовуються в продуктах харчування, можуть завдати шкоди здоров'ю, спричиняючи такі стани, як гіперактивність, дратівливість, порушення сну, агресивність, підвищену чутливість тощо. Тому використання барвників із природних джерел набуває дедалі більшого інтересу з боку споживачів, які піклуються про своє здоров'я.

Хлорофіл – це природний жовто-зелений пігмент, який отримують з рослин і водоростей. Однак хлорофіл має низку обмежень, таких як світло- та температурочутливість, нерозчинність у воді. Без модифікацій хлорофіл є добавкою яка добре розчиняється у етанолі, простих ефірах, петролейному ефірі, ацетоні, але не у воді, до того ж він чутливий до умов зберігання та використання.

У зв'язку з цим, метою роботи є розроблення науково обґрунтованого способу стабілізації хлорофілу шляхом комплексоутворення з арабіногалактаном та розроблення рецептури безалкогольного напою з його включення, розроблення технології та плану НАССР виробництва.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити наступні завдання:

- Провести аналіз літературних даних про існуючі види зеленого пігменту хлорофілу, способи його видобування та методи екстракції, а також методи стабілізації та застосування пігменту у харчовій промисловості.

- Розробити спосіб стабілізації на основі зв'язування хлорофілу з арабіногалактаном.

- Надати характеристику водорозчинного комплексу хлорофілу.

- Розробити модельні зразки напою з, надати органолептичну та фізико-хімічну оцінку

- Розробити технологію безалкогольного напою на основі ментоловмісної сировини та екстракту лайма з включенням стабілізованого водорозчинного хлорофілу.

- Провести аналіз небезпечних чинників виробництва новітнього напою на основі водорозчинного хлорофілу та розробити план НАССР.

- Описати основні положення охорони праці та довкілля на підприємстві по виробництву безалкогольних напоїв.

- Провести розрахунки інвестиційної привабливості при реалізації технології.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва новітнього безалкогольного напою на основі меліси з включенням водорозчинного комплексу арабіногалактана з хлорофілом

Предмет дослідження: хлорофіл, арабіногалактан, комплексоутворення, безалкогольні напої,

пастеризація, технологія виробництва, план НАССР.

Методи дослідження: класичні, сучасні та застандартизовані

Наукова новизна одержаних результатів: отримано та надано характеристику водорозчинний комплекс хлорофілу, який виділено з зелених відходів консервного виробництва, а саме з стручків горошку з арабіногалактаном, досліджено фізико-хімічні властивості отриманого комплексу в порівнянні з нативним хлорофілом і

встановлено, що комплекс має низку переваг: водорозчинність, стабільність в кислому середовищі та термостабільність, що є перспективним при розробці безалкогольних напоїв.

Практична цінність дослідження досягається у створенні способу стабілізації хлорофілу та перетворення його у водорозчинний пігмент, що дасть можливість використовувати його у напоях та інші харчові продукти з мінімальними втратами його харчових цінностей.

Робота складається: 112 сторінок складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 28 найменувань (3 сторінки), 15 рисунків (5 сторінок), 23 таблиць (18 сторінок) та 2 додатків (21 сторінка).

РОЗДІЛ 1 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХЛОРОФІЛУ ЯК КОМПОНЕНТУ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

В основі концепції здорового харчування переважають функціональні продукти. Це продукти, які, не порушуючи збалансованість раціону, містять гарантовану оптимальну кількість певних речовин для підвищення опірності організму до шкідливої дії навколишнього середовища, обмеження накопичення токсинів в організмі, прискорення їх виведення. Функціональні продукти повинні забезпечити організм нутрієнтами, дія яких є адекватним впливом факторів ризику. Особливістю таких продуктів є вміст у них компонентів, які надають харчовому продукту функціональних властивостей. Найбільш поширеними є харчові волокна (целюлоза, пектинові речовини, геміцелюлози), мінеральні речовини (кальцій, залізо, магній), особливо антиоксиданти – β -каротин, L-аскорбінова кислота, поліфеноли.

Збагачення напоїв харчовими волокнами, вітамінами, макро- і мікроелементами – один з перспективних шляхів раціоналізації харчування сучасної людини. Це пов'язано з тим, що вони отримують усе більше поширення і рівень їх споживання в Україні безупинно росте. Також їх легко споживати, через те, що люди споживають дуже багато рідин протягом дня, збагаченні напої можуть зайняти більшість частки споживання, бо вони можуть не тільки відновити баланс води в організмі, а й відновити баланс корисних речовин у організмі, які ми витрачаємо протягом дня.

1.1 Загальні відомості про хлорофіл

Хлорофіл (від греч. *chloros* - зелений і *phyllon* - лист), зелений пігмент рослин, водоростей та бактерій, за допомогою якого вони вловлюють енергію сонячного світла і здійснюють фотосинтез, тобто перетворюють сонячну енергію в енергію хімічних зв'язків органічних сполук. Завдяки хлорофілу електронна енергія передається до реакційного центра фотосинтезу, де використовується для просторового розділення заряду і подальших окислювально-відбудовних реакцій. Хлорофіли також входять до складу реакційних центрів зелених рослин, де грають роль первинних донорів електронів [1].

Хлорофіл а ($C_{55}H_{72}MgO_5N_4$) має метильну ($-CH_3$) групу в положенні вуглецю-7, тоді як хлорофіл-в ($C_{55}H_{70}MgN_4O_6$) має альдегідну ($-CHO$) групу в тому ж положенні.

Основу хлорофілу складає макроцикл, що містить чотири пірольних кільця і іон Mg^{2+} в центрі. У бічних ланцюгах присутні вуглеводневі радикали різної довжини і насиченості, також кисневмісні функціональні групи. Існує 5 основних видів хлорофілів – а, b, c1, c2, d, які відрізняються типом бічних ланцюгів. Основні види хлорофілів представлені на рисунку 1.1.[1].

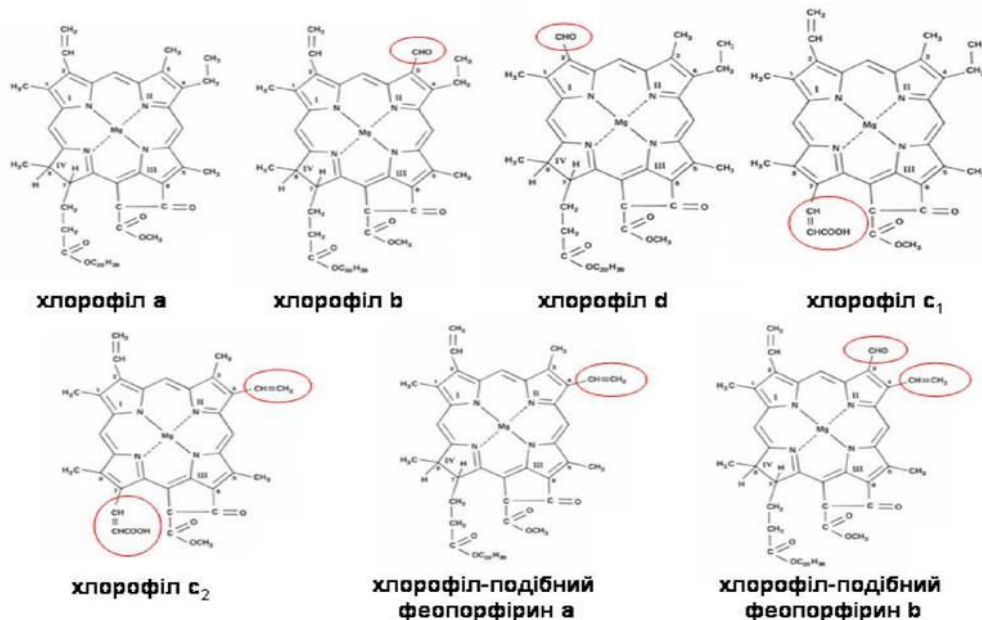


Рисунок 1.1 – Основні види хлорофілів

У рослинах містяться тільки хлорофіли а і b, що включають довгий вуглеводневий ланцюг. У рослинах хлорофіл міститься у різній кількості дані представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вміст хлорофілу в рослинах

Рослина	Вміст хлорофілу (мг/кг свіжої ваги)			
	а	b	Всього	a/b
Chicory (cv. Anivip)	2383.1	897.4	3280.5	2.7
Chicory (cv. Monivip)	1422.6	581.8	2004.4	2.4
Dandelion leaf	1805.4	677.1	2482.5	2.7

Рослина	Вміст хлорофілу (мг/кг свіжої ваги)			
	a	b	Всього	a/b
Garden rocket	2612.4	983.8	3596.2	2.6
Wild rocket	2160.1	872.2	3032.3	2.4
Black locust leaf	12864.6*	3385.4*	16250	2.7
Scots pine	2908.6*	881.4*	3790	2.6
Sow thistle leaf	10652.8*	4097.2*	14750	2.5
Green peas	140.1	90.6	230.7	2.5
Pistachio	3.6	1.8	5.4*	3.8
Spinach	790.7	292.7	1083.4*	3.3
Green papric	57.9	28.2	86.1*	2.6
Broccoli	218	90.6	308.6	1.5*
Pink Lady apple (flesh)	0.4	0.1	0.5*	2.0*
Fuji (I) apple (flesh)	0.9	0.2	1.1*	2.7*
Reina de Reineta apple (flesh)	1.2	0.3	1.5*	2.0*
Green Golden Delicious apple (flesh)	3.5	0.9	4.4*	2.4*
Green Doncella apple (flesh)	5.2	1.1	6.3*	.2*
Granny Smith apple (flesh)	6.3	1.8	8.1*	3.6*
Golden Rosett apple (peel)	4.9	1.7	6.6*	3.8*
Golden Montana apple (peel)	4.5	1.2	5.7*	3.8*
Golden Delicious apple (peel)	18.3	5.3	23.6*	4.7*
Royal Gala apple (peel)	7.8	2.6	10.4*	3.5*
Fuji (F) apple (peel)	14.2	3.7	17.9*	2.9*
Ariane apple (peel)	9	2.2	11.2*	3.9*
Starking Red Chief apple (peel)	28.7	8	36.7*	3.
Pink Lady apple (peel)	31.8	8.5	40.3*	2.9*

Рослина	Вміст хлорофілу (мг/кг свіжої ваги)			
	a	b	Всього	a/b
Fuji (I) apple (peel)	51.5	15.1	66.6*	3.8*
Reina de Reineta apple (peel)	29.4	8.9	38.3*	4.0*
Green Golden Delicious apple (peel)	35.4	11	46.4*	3.6*
Green Doncella apple (peel)	52.8	11.3	64.1*	3.7*
Granny Smith apple (peel)	237.1	70	307.1*	3.4*

Хлорофіл містить повністю зв'язану тетрапірольну систему (18-електронів), тому поглинає світло у видимому діапазоні. Максимум поглинання хлорофілу доводиться на блакитну і жовту області спектра. Поєднання цих кольорів і зумовлює характерний зелений колір свіжого листя.

Хлорофіл – головна структурна одиниця фотосинтетичних світлозбираючих структур (антен) зелених рослин, які являють собою нанорозмірні супрамолекулярні комплекси.

Хлорофіл здатний до флуоресценції. Флуоресценція являє собою свічення тіл, що збуджується освітленням та продовжується дуже короткий проміжок часу. Світло, що випускається при флуоресценції, має завжди велику довжину хвилі в порівнянні з поглиненим. Це пов'язано з тим, що частина поглиненої енергії виділяється у вигляді тепла. Хлорофіл володіє червоною флуоресценцією.

Молекулярна маса хлорофілу – 893,52. В ізольованому стані хлорофіл утворює чорно-блакитні мікро-кристали, які плавляться з утворенням рідини при 117-120 °С. Хлорофіл легко розчиняється в діетиловому ефірі, етанолі, ацетоні, хлороформі, бензені, піридині. Розчини хлорофілу мають синьо-зелене забарвлення і володіють сильною червоною флуоресценцією. Головні максимуми спектра поглинання розбавлених розчинів хлорофілу а в діетиловому ефірі - 429 і 660 нм.

Кожний вид хлорофілу має свої властивості та відрізняється за будовою :

Хлорофіл а

Хлорофіл а є найпоширенішим типом хлорофілу, який розчиняється в живих органах, що утворюють кислотний фотосинтез (утворює кисень як побічний продукт). Також розповідається про його наявність у невеликих кількостях в успішних сірчаних бактерій, що здійснюють анаеробний фотосинтез.

Пігмент поглинає більшу частину довжини хвилі, яка присутня в синьо-фіолетовій і оранжево-червоній частинах світла, і відбиває жовто-зелене світло, що призводить до прояву зеленого кольору таких частин світла.

Він виявлений у більшості фотосинтезуючих організмів, що належать еукаріотам, ціанобактеріям і прохлорофітам, де вони діють як первинний донор електронів у ланцюжку перенесення електронів.

Структура хлорофілу аналогічна базовій структурі хлорофілу з хлориновим кільцем, де чотири атоми азоту оточують іон магнію.

Хлорофіл а відрізняється від інших хлорофілів типом бічного ланцюга, з'єднаного з кільцем. Він має електронодонорні метильні та етильні групи в положеннях С-7 і С-8, що відрізняє його від хлорофілу b.

Вуглеводний хвіст у випадку хлорофілу а є гідрофобним, що дає змогу молекулі зв'язуватися з іншими гідрофобними білками в мембрані хлоропласта.

Біосинтез хлорофілу а відбувається внаслідок реакції між хлорофілідом а та фітилдифосфатом у присутності ферменту хлорофілсинтази [2].

Хлорофіл b

Хлорофіл b є другим найпоширенішим хлорофілом в оксигеновмісних фотосинтезуючих організмах. Вони відрізняються від хлорофілу і замінної форми в положенні С-7 кільця [3].

Хлорофіл b присутній у складі компонентів периферичних антенних комплексів. Він синтезується шляхом окислення метильної групи, присутньої в хлорофілі а, до формувальної групи.

Хлорофіл b виявлено у більшості наземних рослин навколо фотосистеми II і в адаптованих до тіні хлоропластах, співвідношення хлорофілу b більше у фотосистемі II, ніж у фотосистемі I.

Концентрація хлорофілу b може збільшуватися під час адаптації організмів, а зі збільшенням хлорофілу b також збільшується діапазон довжин хвиль, які поглинаються організмами [4].

Хлорофіл c

Хлорофіл c – це форма хлорофілу, яка є додатковим пігментом і є значно ширшою за хлорофіл a та b.

Ці пігменти містяться в золотисто-коричневих еукаріотичних водоростях, морських водоростях і дінофлагелятах.

Хлорофіл з утворенням синьо-зеленого кольору, освітлення в глибині спектра з довжиною хвилі 447-520 нм.

Структурно хлорофіл c відокремлюється від інших хлорофілів, що більшою мірою впливає на структуру порфіринового білка без ізопреноїдного хвоста або скороченого білка D.

Пігменти хлорофілу, присутні у формі хлорофілу c, далі підрозділяються на хлорофіл c 1, хлорофіл c 2 і хлорофіл c 3. Однак нещодавно було також ідентифіковано п'ять нових хлорофілів c.

Хлорофіл c1 являє собою форму хлорофілу c, яка відрізняється від c2 наявних етиловою групою замість вінільної групи в положенні C-8.

Хлорофіл c2 є найбільш поширеною формою хлорофілу c, який має вінільну групу в положенні молекули C-8.

Хлорофіл c3 являє собою полярний хлорофіл, виділений із гаптофітної водорості *Emiliana huxleyi* і пікопланктонного хризофіта *Pelagococcus subviridis* [5].

Хлорофіл d

Хлорофіл d є однією з більш рідкісних форм хлорофілів, виявлених у деяких видах червоних водоростей і ціанобактерій.

Здебільшого він трапляється в морських водоростях, де він діє як адаптація до водоростей і фотосинтезуючих організмів, що живуть у глибокій воді, куди не може проникнути багато світла.

Хлорофіл d поглинає довжину хвилі дальнього червоного кольору за межами оптичного діапазону і деякі довжини хвиль синьо-зеленої області.

Структурно хлорофіл d подібний до хлорофілу b, але відрізняється від хлорофілу a наявністю формальної групи в кільці А структури.

Хлорофіл d є важливим пігментом вільноживучих ціанобактерій, які живуть у світлому середовищі, отримуючи менш видиме світло і посилене інфрачервоне випромінювання.

У деяких випадках хлорофіл d навіть замінює хлорофіл у своїй світло-особливій ролі в реакційних центрах фотосинтезу [6].

Хлорофіл e

Хлорофіл e – це рідкісна форма хлорофілу, виявлена в деяких золотистих водоростях, головним чином у двох видах: *Tribonema bombusicum* і *Vaucheria hamata*.

Відомо, що хлорофіл e подібним до бактеріохлорофілів, який поширюється на ціанобактерії. Він діє як додатковий пігмент у різних фотосинтезуючих організмів.

Про хлорофіл мало що відомо, оскільки його було виявлено зовсім недавно. Структура і молекулярна формула хлорофілу поки невідомі.

Хлорофіл f

Хлорофіл f – нова форма хлорофілу, виявлена в строматолітах 2010 року.

Точна функція хлорофілу у фотосинтезі ще не зрозуміла, але можна знайти деякі докази його дії як допоміжних пігментів.

Хлорофіл f відрізняється від інших хлорофілів тим, що він може поглинати інфрачервоне світло, присутнє в червоній області, ніж інші хлоропласти.

Однак було відзначено, що виробництво цих далеко-червоних хлорофілів підвищує ефективність кисневого фотосинтезу [7].

1.2 Фізико-хімічні властивості хлорофілу

У твердому вигляді хлорофіл а являє собою аморфну речовину синьо-чорного кольору. Хлорофіл добре розчинний в етиловому етері, бензені, хлороформі, ацетоні, етиловому спирті; погано – в петролейному етері і нерозчинний у воді.

Різко виражені – максимуми поглинання хлорофілів лежать у червоній (хлорофіл а – 660 нм; хлорофіл б – 642 нм.) і в синій (хлорофіл а – 430 нм.; хлорофіл б – 455 нм.) частинах спектра (дані наведені для розчинів хлорофілів у етиловому етері). Хлорофіли слабо поглинають оранжеве й жовте світло і зовсім не поглинають зелені та інфрачервоні промені.

На положення максимумів спектра поглинання має вплив природа розчинників. Розчини хлорофілів у полярних розчинниках мають яскраву флуоресценцію. Нативний хлорофіл флуоресціює слабо.

Ці явища залежать від різних шляхів використання енергії (E) електронного збудження. Поглинання молекулою хлорофілу кванта червоного світла приводить до переходу з основного синглетного енергетичного стану у синглетний збуджений стан; поглинання синього світла з більшою E приводить до переходу \bar{e} на більш високу орбіталь. Збуджена молекула хлорофілу повертається в основний стан різними шляхами. При цьому відбувається виділення теплоти, флуоресценція. E збудженого стану може бути використана на фотохімічні реакції. Структура молекули хлорофілу в процесі еволюції прекрасно пристосована до своїх функцій сенсibilізатора фотохімічних реакцій.

Таким чином, молекула хлорофілу здатна виконувати 3 важливі функції:

- 1) вибірково поглинати E світла;
- 2) запасати її у вигляді E електронного збудження;
- 3) фотохімічно перетворювати E збудженого стану електронів у хімічну E фотовідновлених і фотоокиснених станів. Дослідження показали, що властивості хлорофілу, що знаходиться в листі і вилученого з листа, різні, оскільки в листі він знаходиться в комплексі з білком. Це доводиться наступними даними

1. Спектр поглинання хлорофілу, що знаходиться в листі, інакший в порівнянні з вилученим хлорофілом.

2. Хлорофіл неможливо вилучити абсолютним спиртом з сухого листя. Екстракція протікає успішно, тільки якщо листя зволожити або до спирту додати води, яка руйнує зв'язок між хлорофілом і білком.

3. Вилучений з листа хлорофіл легко зазнає руйнування під впливом самих різноманітних факторів (підвищена кислотність, кисень і навіть світло) [8].

Біодоступність хлорофілу

Після цих попередніх досліджень почали проводитися механістичні дослідження, спрямовані на з'ясування шляхів нативних похідних хлорофілу та SCC, якими вони можуть потрапляти в циркуляцію. Багаторічні дослідження припускають, що чутливість нативного хлорофілу до кислого рН призводить до майже кількісного перетворення на феофітини за нормальних умов травлення. Цей висновок свідчить про те, що нативні молекули хлорофілу, ймовірно, зазнають значних хімічних і біохімічних трансформації в просвіті кишечника і, можливо, до і під час взаємодії з канцерогенами або іншими молекулами, які можуть впливати на абсорбційний потенціал. Було виявлено, що хлорофіл а і b досягають печінки неушкодженими після споживання кроликами сублімованого шпинату, але присутність у всіх інших органах була у похідних формах. Нещодавні дані, отримані як з плазми крові кроликів, так і людини, свідчать про те, що після перорального прийому хлорофілу з 100 г порошку сублімованого шпинату та 1.2 кг вареного свіжого шпинату, відповідно, відбувається деяке перетворення на феофорбід через відщеплення фітолу від порфіринової основи може відбуватися до поглинання, потенційно травними ферментами власника або мікробними ферментами в кишечнику. Таким чином, існують відмінності в біодоступності його похідних через різницю в шляхах абсорбції та матричних ефектах. Зокрема, у трьох дослідженнях травлення було виявлено, що похідні хлорофілу а переважно міцелюються краще, ніж хлорофіл b, але в іншому дослідженні не було виявлено суттєвої різниці в міцеляризації [9].

Металопоглинання

Порфіринова структура хлорофілу аналогічна структурі гему, що міститься в крові та м'язовій тканині. Оскільки зв'язане з гемом залізо має вищу біодоступність, ніж негемове залізо (найпоширеніша форма заліза в джерелах рослинного походження, наприклад, бобові, шпинат), поглинання заліза із хлорофілу заліза становить інтерес. Дослідження токсичності на щурах показують, що залізний хлорофілін загалом безпечний для споживання ссавцями [10]. Дослідження *in vitro* демонструють, що залізохлорофілін так само добре, як і гем, у доставці заліза до кишкових клітин і значно краще, ніж найпоширеніша додаткова форма заліза (тобто сульфат заліза), якщо він включений до більшості харчових матриць. Однак роботи в цій галузі тільки починаються і ще не перевірені на людях. Також невідомо, чи металохлорофілові похідні міді чи цинку збільшують поглинання цих основних двовалентних металів [11].

1.3 Методи екстракції хлорофілу

На ефективність екстракції хлорофілу з рослинної сировини можуть впливати різні фактори, такі як співвідношення розчинник/рідина, температура, тип розчинника, концентрація та час екстракції. Зміна кожного з цих факторів може зменшити/збільшити вихід хлорофілу залежно від методу екстракції та типу матеріалу, що використовується для екстракції. Таким чином, важливо знайти оптимізовані умови екстракції для досягнення найвищого виходу хлорофілу з харчових побічних продуктів.

Підвищення температури (не вище 50 °C) може прискорити процес вилучення хлорофілів з матеріалу. Оскільки хлорофіли чутливі до високих температур, коли температура екстракції перевищує 60 °C, хлорофіли перетворюються на іншу сполуку – феофітин, що призводить до зменшення кількості загального хлорофілу в зразку. Перетворення хлорофілу на феофітин відбувається шляхом заміщення магнію, яке в основному здійснюється шляхом кислотного заміщення, термічної обробки або під дією Mg-хелатази.

Тип розчинника може впливати на екстракцію хлорофілу. Хлорофіли зазвичай екстрагують за допомогою органічних розчинників, таких як діетиловий ефір, етанол, диметилсульфоксид, ацетон і метанол. Типова екстракція розчинником ґрунтується на здатності розчинника проникати крізь клітинну мембрану і розчиняти ліпіди, а також ліпопротеїни мембран хлоропластів. Методи зеленої екстракції включають такі розчинники, як іонні рідини, етанол, ефіри жирних кислот або олій фруктів та овочів (соева, ріпакова олія, олія какао тощо), гліцерин тощо, які набули важливого значення в методах екстракції природних пігментів. Методи зеленої екстракції – екологічна чиста для середовища екстракція речовини.

Вчений Феррейра та його колеги [12] екстрагували хлорофіли з листя шпинату за допомогою водних розчинів поверхнево-активних іонних рідин. Процес екстракції був успішним і дав хороші результати, особливо при використанні гексадецил піридину хлориду. Однак варто зазначити, що ці типи розчинників є токсичними, і отримані з їх допомогою екстракти не можуть бути використані для споживання людиною. У 2021 вчені Lee et al. використовували 2,3-бутандіол як розчинник для екстракції хлорофілу а з *Nannochloropsis* sp. Вони повідомили, що вихід екстракту за допомогою цього розчинника може досягати 91,8%. Однак екстракція з використанням 2,3-бутандіолу не вважається екологічно чистою, оскільки цей розчинник може бути токсичним. Іншим обмеженням може бути висока енергоємність процесу виробництва 2,3-бутандіолу [13].

Екстракція метанолом призводить до утворення дуже нестабільного розчину, що стимулює деградацію продукту. Однак етанол може дати хороші результати, і він має екологічно чисту природу, що робить його кращим розчинником для екстракції хлорофілів. Хоча вода не може бути використана для екстракції хлорофілів, оскільки вони є жиророзчинними сполуками, її можна поєднувати з органічними розчинниками під час процесу екстракції.

До екологічно чистих методів екстракції кольорових пігментів та біологічно активних сполук з рослинних відходів та побічних продуктів відносяться екстракція за

допомогою ультразвуку (УАЕ) та мікрохвильова екстракція (МАЕ). Ці методи можуть позитивно впливати на процес екстракції, що призводить до скорочення часу екстракції та підвищення ефективності використання енергії та розчинників. Тим не менш, все ще існують певні недоліки, пов'язані з цими методами, такі як їх технічна складність, недостатнє управління енергоспоживанням, зниження рівня біологічно активних сполук, чутливих до нагрівання, високі початкові витрати та недостатній вихід під час процесу екстракції. Після екстракції отримують рідкий хлорофіл, який має свої властивості [14].

З різної сировини за допомогою екстракції можна отримувати різну кількість продукту, дані по отриманню хлорофілу з різних джерел наведені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Екстракція хлорофілів з різних тканин рослин.

Матеріал	Метод вилучення	Розчинник	Температура (°C)	Час вилучення (хв)	Співвідношення твердої та рідкої фази (г:мл)	ТСС ¹ (мг/г)
Залишок <i>Chlorella vulgaris</i>	ОАЕ ²	етанол 79,4%	61,4	78,7	50:10	31,1 ± 1,56
Листя люцерни (<i>Medicago sativa</i> L.).	ОАЕ	етанол 96%	35	60	1:10	1,74
Біома ізолята <i>Chlorella thermophila</i>	Швидкісний гомогенізатор	етанол 96%	58	6	1:1	60,41
Листя шпината	СЕ ³	Водні розчини неіонних ПАВ	41	30	7:1000	0,94 ± 0,03
Біомаса <i>Arthrospira platensis</i>	СЕ	етанол 100%	27	720	1:5	5,75
Пандан лист	МАЕ ⁴	Ацетон 100%	-	2	1:30	0,42
Біомаса <i>Chlorella vulgaris</i>	СЕ	етанол 95%	22–25	30	1:5	15,4

Матеріал	Метод вилучення	Розчинник	Температура (°C)	Час вилучення (хв)	Співвідношення твердої та рідкої фази (г:мл)	ТСС ¹ (мг/г)
Шпинатні субпродукти	СЕ	Ацетон 100%	25	20	05:10	1.13
Сік ківі	МАЭ	етанол 50%	75	15	1:15	0,06

Рідкий хлорофіл являє собою рідкий екстракт хлорофілу, виділений з різних типів зелені, що розрослася. Рідкий хлорофіл може збиратися зі зростаючої зелені, як паростки пшениці, шляхом вичавлювання соку, або чогось іншого, що може бути використане в якості.

Рідкий хлорофіл, розчинний у видимих речовинах, насправді називається хлорофіліном, і він містить мідь як центральний метал замість магнію. Рідкий хлорофіл розпізнається в жиророзчинному розчині і не розчиняється у воді. Він мінімально засвоюється, крім того, хлорофіл, витягнутий із зелених рослин, не засвоюється належним чином. Через низьку абсорбцію хлорофілу магнію в складі добавок використовується біодоступна форма хлорофілу.

Хлорофілін, який використовується у складі добавок, має приблизно у 2000 разів більше антиоксидантного захисту від псування з ягодами.

Рідкий хлорофіл отримують шляхом змішування його з прісною водою. У деяких століттях кислий хлорофіл ароматизують, що посилює його свіжість.

Комерційний жирний хлорофіл випускається в різних концентраціях, а також використовується для різних клітин. Високоякісний хлорофіл не містить консервантів.

1.4 Фізіологічна дія хлорофілу

Накопичені до теперішнього часу дані свідчать про те, що хлорофіл не тільки впливає на споживні властивості продуктів харчування своїм кольором, але і підвищує харчову цінність, вносить вклад у такі характеристики, як фізіологічна цінність, лікувально-профілактичні властивості продукту, оскільки має біологічно активну дію. За результатами експериментів ряд авторів вказують на можливу участь хлорофілу в

утворенні гемоглобіну, еритроцитів і лейкоцитів в організмі людини і тварин [15]. Є дані про регенеративну та антисептичну дію препаратів хлорофілу, інфікованих виразок гомілки різного походження — варикозне розширення вен, тромбофлебіт, злоякісних новотворів [16]. Використання препаратів хлорофілу (наприклад, Су-хлорофіліну) у стоматології при лікуванні стоматитів, пародонтозу, гінгівіту, кровотечі ясен, а також при виробництві зубних паст, пов'язане не тільки з високими бактерицидними властивостями, але і з наявністю дезодоруючої дії [17]. Хлорофілін — це напівсинтетична суміш натрієво-мідних солей, отриманих з хлорофілу. Під час синтезу хлорофіліну атом магнію в центрі кільця замінюється на мідь і втрачається фітольний хвіст. На відміну від природного хлорофілу, хлорофілін розчинний у воді. Хоча вміст різних сумішей хлорофіліну може бути різним, дві сполуки, які часто зустрічаються в комерційних сумішах хлорофіліну, — це тринатрій хлорид міді еб і хлорид міді е4.

Багатьма авторами вказується на перспективність використання біологічно активних препаратів хлорофілу для зниження реакції організму в процесах загоєння чужорідних тканин, для лікування шлунково-кишкових захворювань, при невритах і невралгії потрійного нерву тощо. Такі препарати не викликають алергічних реакцій, тому можуть бути використані при тривалому лікуванні [18].

Також повідомлялося, що хлорофіли можуть мати хороший антимікробний ефект. В роботі (посилання) досліджували антимікробну дію пігментних екстрактів листя *Punica granatum L.*, які мали загальний вміст хлорофілу $4,9 \pm 0,251$ мг/г. Результати показали, що 150 мкл пігментних екстрактів протягом 60 хвилин можуть пригнічувати різні види бактерій, дріжджів та грибів. Показано [19], що екстракти, отримані з рослин *Acanthus ilicifolius L.* та *Heliotropium curassavicum L.* у концентрації 50 мкг/мл, можуть пригнічувати ріст бактеріальних патогенів. Ці екстракти мали значну кількість хлорофілів. Крім того, Dziedziński та ін. спільно екстрагували хлорофіли та фенольні сполуки з пагонів *Pinus sylvestris L.* та оцінювали антимікробну активність отриманих екстрактів. Вони повідомили, що екстракти можуть ефективно запобігати росту грам-

негативних бактерій. Однак слід зазначити, що наявність фенольних сполук у складі пігментних екстрактів може бути синергістом антимікробної активності, оскільки відомо, що поліфеноли мають антимікробні властивості.

1.5 Методи стабілізації хлорофілу

Існують різні способи запобігання трансформації хлорофілу, які базуються на використанні спеціальних режимів обробки, тобто температури, тривалості її дії, додаванні стабілізаторів, антиокиснювачів, а також комбіновані методи.

J.W. Heaton дослідив загальну механістичну модель для опису деградації хлорофілу до феофітину, хлорофіліду та феофорбіду в салаті, маринованих огірках та оливках. Хлорофілаза, фермент, що міститься в листках рослин, може розщеплювати фітольний хвіст хлорофілу, утворюючи хлорофілід. Феофорбіди – це похідні хлорофілу з дефіцитом як магнію, так і фітолу. Далі нагрівання призводить до утворення водню, який заміщує карбометоксигрупу C-132 і перетворює феофорбіди у пірофеофорбіди [20].

Для кожного продукту були визначені кінетичні константи. Порівняння каталітичних констант хлорофілази із зелених проростків жита та констант швидкості, визначених на основі досліджень цільної тканини, свідчить про те, що перетворення хлорофілу на хлорофілід і феофітину на феофорбід у салаті, огірках і маслинах відбуваються в результаті активності хлорофілази. J.W. Heaton розробив загальну модель, яка дозволяє кількісно порівнювати деградацію хлорофілу між продуктами і, таким чином, покращує якісне порівняння між продуктами. У свою чергу, якісне порівняння може бути корисним для розуміння і контролю долі хлорофілу в перероблених продуктах харчування. Запропоновано спосіб переробки зелених овочів з метою збереження зеленого кольору, що досягається застосуванням тільки одноразового нагрівання. Бланшування рекомендується проводити при високих температурах (120...185 °C) протягом часу, необхідного для знищення мікроорганізмів та інактивації ферментів [20].

Бланшування збільшує активність хлорофілази, що призводить до збільшення хлорофіліду і втрати його похідного через воду для бланшування. Хоча тепло при бланшуванні може також індукувати перетворення в хлорофіл а' і b', більш інтенсивне нагрівання, у випадку консервованих овочів сприяє утворенню пірофеофітину, що призводить до жовто-коричневого кольору консервованих зелених овочевих тканин.

J.A. Steet встановлено оптимальні режими бланшування зеленого горошку. Це дозволило зберегти текстуру, колір, вітамін С. Руйнування хлорофілу склало тільки 20...35% [21].

Встановлено позитивний вплив низьких температур на збереженість пігментів. Хлорофіл практично не руйнується протягом 9 місяців у листяній селері при зберіганні за умов мінус 28°C, а зберігання листяних овочів при температурі плюс 1°C призводить до мінімального руйнування аскорбінової кислоти та хлорофілу. Відзначено негативний вплив на стабільність хлорофілу коливання температури в процесі зберігання [22].

Дослідження вмісту хлорофілу в заморожених зелених бобах були проведені бразильськими вченими. Встановлено, що при зберіганні за температур мінус 18 °С, мінус 2 °С, мінус 24 °С протягом 30 місяців вміст хлорофілу в бобах не змінився [23].

J.W. Heaton провів дослідження [24] впливу різних технологічних факторів на вміст хлорофілів а і b та їх похідних у качанах брюссельської капусти. Капусту бланшували за температури плюс 100 °С протягом 4,5 хвилини та швидко охолоджували. Зразки заморожували у рідкому азоті та рідкому вуглекислому газі до температури мінус 20 °С впродовж 2 годин. Всі зразки зберігали за температури мінус 20 °С протягом 58 тижнів. У процесі зберігання заморожених зразків спостерігалось зниження вмісту пігментів [24].

Для підвищення стабільності хлорофілу здійснюють заміну іону Mg^{2+} на Cu^{2+} . Таким чином отримують водорозчинний Cu-комплекс хлорофіліну, що є продуктом неповного гідролізу хлорофілу. Отримана структура має стійкий яскраво-зелений колір та високу біологічну активність. Відзначено, що препарати, які містять Cu-

комплекс хлорофіліну, не тільки не токсичні, але й у деяких випадках знижують дію токсинів і алергенів. Визначено, що Су-похідні хлорофілу застосовуються у харчовій промисловості Японії та США [25].

Також відомий спосіб отримання стійкого барвника зеленого кольору на основі похідних хлорофілу – хлорофіліну натрію.

На стабільності хлорофілу в лужному середовищі ґрунтується спосіб отримання барвника зі шпинату. Автори способу за допомогою додавання розчину NaOH концентрацією 2 г/л до подрібненої рослинної сировини переводять у розчинний стан не тільки альбуміни, глобуліни, проламіни, глютеліни, але й хлорофіл а і b та каротиноїди. Отриманий барвник містить 25% сухих речовин і має рН 3,7, що регулюється додаванням оцту [26].

Запропоновано спосіб, що запобігає зміні кольору капусти завдяки введенню рисової олії і токоферолів. Спосіб підвищує стійкість хлорофілів при різних рН, дії світла і температури [24].

Аналіз досліджень Л.М. Пилипенко показав, що стабілізуюча дія на хлорофіл притаманна полісахаридам (крохмаль), солям, органічним кислотам, жиророзчинним речовинам (каротиноїди, токоферолі) [25].

Експериментально встановлено протективний вплив катіонів Na^+ і Mg^+ на хлорофіл: Na^+ сприяє збереженню до 2,9% в екстракті і 4,8% в продукті хлорофілу, Mg^{2+} — 7,4% і 9,0% для екстракту і продукту відповідно. Результати досліджень дали змогу розробити способи запобігання руйнування пігментів листових овочів під час виробництва за допомогою добавок MgCl_2 (0,1...0,5%), аскорбінової кислоти (0,05...0,15%), рослинної олії (0,01...0,3%), а також подрібнення продуктів в ізотонічному розчині NaCl [25].

Були проведені численні дослідження для вивчення зміни кольору або деградації хлорофілу з використанням кінетичних моделей реакцій першого порядку [26]. На жаль, для більшості процесів потрібно, щоб рН був наближений до нейтрального, щоб звести до мінімуму несприятливі хімічні реакції, а лужна обробка недостатньо

ефективна, оскільки агенти, які підлюговують, не володіють здатністю нейтралізувати кислоти внутрішніх тканин протягом тривалого періоду зберігання (Нгамвонглумлерт, Девахастін та ін.). Чиевчан, 2017). Мідний комплекс виробничих хлорофілів, який має зелений колір, схожий на колір природного хлорофілу, пропонується для вирішення проблеми стабільності. Однак, люди віддають перевагу натуральному хлорофілу перед штучними барвниками. У літературі були запропоновані методи інкапсуляції хлорофілу, а також полімерних покриттів, таких як ліпосоми та гліцерин . Однак висока вартість придбання ліпосом і гліцерину є проблемою для комерціалізації [26].

Для підвищення стабільності хлорофілу ми пропонуємо нову технологію інкапсуляції полімеру. Полікапролактон (PCL) можна використовувати для інкапсуляції хлорофілу. PCL викликає великий інтерес через його біорозкладність, яка забезпечує численні застосування як агента доставки ліків для доповнення його економічної ефективності, високої міцності та біосумісності [27]. Наприклад, доставка водорозчинних вітамінів за допомогою гідрофобного полімерного нановолокна PCL може сприяти вивільненню вітамінів для трансдермальних пластирів (Madhaiyan et al., 2013, Moraczewski, 2014) [27].

1.6 Застосування хлорофілу

Екстракти хлорофілів (або похідні хлорофілу) та мідні комплекси хлорофілів відомі як природні барвники з E-номерами E140 та E141 відповідно. Хлорофіли продаються як "E140i" безпосередньо після екстракції розчинником з їстівних рослин. Тоді як хлорофілін, що продається як "E140ii", отримують шляхом омилення хлорофілів і має стабільний колір. Застосування хлорофілу, отриманого з їстівних рослин, трави та кропиви, дозволено в Європі [28].

Побічні продукти зеленого харчового виробництва є багатими джерелами хлорофілів, які завдяки своїм біологічно активним речовинам мають корисні для здоров'я властивості, як у продуктах харчування та косметичних засобах, а також застосовуються у фармацевтиці [28]. Таким чином, хлорофіл, вилучений з цих

побічних продуктів, може бути повторно використаний у кількох сферах які представлені на рис. 1.2

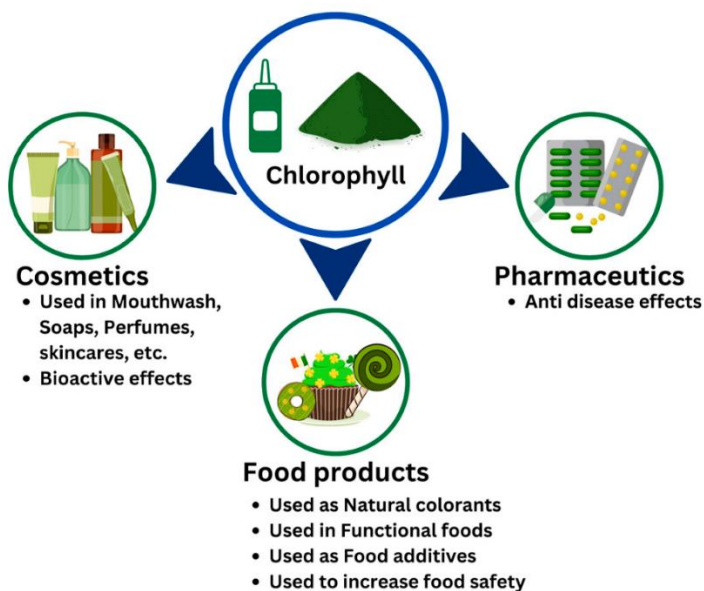


Рисунок 1.3 – Використання хлорофілу в різноманітних сферах

Застосування хлорофілу в якості барвника (E140) в харчовій промисловості стримується їх нестійкістю: при підвищеній температурі в кислих середовищах зелений колір переходить в оливковий, потім в брудно-жовто-бурий внаслідок утворення феофітина. Велике практичне значення можуть мати мідні хлорофілоподібні комплекси (E141ii), що містять мідь як центрального атома і мають інтенсивне зелене забарвлення, і натрієві і калієві солі мідного комплексу – хлорофіліну. Хлорофіл і його похідні з міддю розчинні в оліях, хлорофілін і його мідні похідні – у воді. Для фарбування продуктів харчування використовуються зелені пігменти, виділені з кропиви, капусти, бадилля моркви та інше [28].

У харчовій промисловості хлорофіл використовується в якості барвника E - 140. Надає оливкові відтінки продуктам при виробництві кремів, морозива, молочних десертів, майонезу і різних соусів.

За СанПіН 2.3.2.1293-03, хлорофіли можна додавати в деякі види сирів, консервовані овочі, джеми, желе, мармелад та інші подібні продукти. Крім того, в

документі вказано, що «... хлорофіли дозволяється використовувати для виготовлення всіх харчових продуктів, за винятком тих, підфарбовування яких не допускається, і в які можуть бути додані тільки певні барвники».

Важливо відзначити, що, згідно з СанПіН 2.3.2.1293-03, для харчового барвника хлорофілу (Е140) не встановлено максимальний рівень в продуктах харчування. Його застосування має здійснюватися відповідно до технологічної інструкції, що «... визначається технологічною доцільністю; кількість додаються харчових добавок не повинно перевищувати рівнів, необхідних для досягнення технологічного ефекту відповідно до сучасною технологією (рекомендованою практикою) виробництва харчових продуктів ». Навряд чи коли-небудь з'явиться документ, що обмежує нас у споживанні продуктів рослинного походження; а адже переважна їх більшість містять хлорофіл.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У харчовій промисловості хлорофіл використовується в якості барвника Е – 140. Надає оливкові відтінки продуктам при виробництві кремів, морозива, молочних десертів, майонезу і різних соусів.

Встановлено, що хлорофіл не тільки впливає на споживні властивості продуктів харчування своїм кольором, але і підвищує харчову цінність, вносить вклад у такі характеристики, як фізіологічна цінність, лікувально-профілактичні властивості продукту, оскільки має біологічно активну дію.

Хлорофіл є корисною добавкою, але дуже обмеженою у використанні у харчовій промисловості. Без модифікацій хлорофіл є добавкою яка добре розчиняється у простих ефірах, петролейному ефірі, ацетоні, але не у воді, до того ж він чутливий до умов зберігання та використання. Його треба зберігати у темному місці та при температурі від -4 °С, щоб він не руйнувався.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експеримент проводили у лабораторії ОНТУ на кафедрі харчової хімії та експертизи

2.1 Об'єкти дослідження

Об'єктом проведення даних досліджень є зелений пігмент хлорофіл та його взаємодія з полісахаридом арабіногалактаном.

Дослідження були проведені у 2023 році в ОНТУ на кафедрі харчової хімії та експертизи. Схема проведення дослідження наведена на рисунку 2.1.

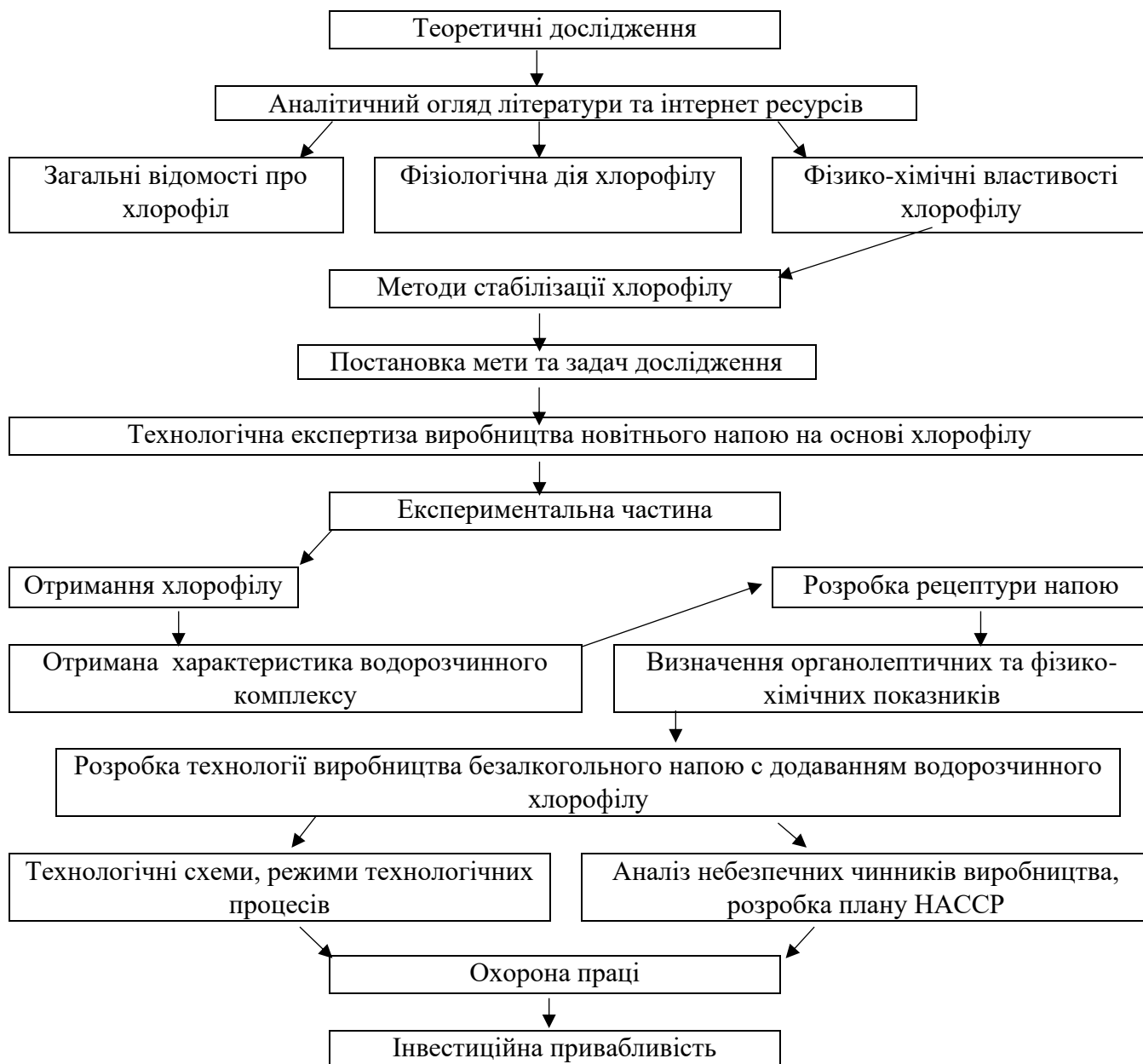


Рисунок 2.1 – Схема проведення дослідження

2.2 Матеріали дослідження

У дослідженні використовували:

- Зелені листя меліси для екстракції хлорофілу;
- Зелені стручки гороху;
- Спирт 96% – ПРАТ «Фітофарм»;
- Арабіногалактан у вигляді порошку – марки Pure, ;
- Цукор;
- Кристалізований екстракт лайма « True Lime»;

2.3 Методи дослідження

2.3.1 Виділення хлорофілу

У дослідженні хлорофіл виділявся з зелених відходів, а саме стручків гороху. Брали 100 г сировини та розміщували у подрібнювач. Сировина подрібнювалася до кашоподібного стану. У процесі подрібнення до сировини доливався спирт, для кращого виділення хлорофілу. За весь процес до хлорофілу додавалося 100 см³, після чого отриману субстанцію фільтрували та вичавлювали через фільтрувальну марлю. Залишок у ступці і на фільтрувальному папері промивали невеликими порціями розчинника до повного вилучення хлорофілу. Отриманий хлорофіл центрифугували 15 хвилин при 8000 хв⁻¹. Витяжку переносили у мірну колбу на 100 см³, доводили спиртом до мітки та визначали концентрацію хлорофілу.

2.3.2 Кількісне визначення хлорофілу

Кількісне визначення хлорофілу проводили спектрофотометричним методом. У якості контрольної рідини у іншій кюветі використовували спирт. Хлорофіли а та b визначали на довжинах хвилі 649 нм та 665 нм.

Для розрахунків концентрації хлорофілу а і b у розчині використовувалася така формула:

$$C_{\text{хл. а}} = 13.7 A_{665} - 5.76 A_{649},$$

$$C_{\text{хл. b}} = 25.8 A_{649} - 7.6 A_{665},$$

Де A_{649} – це оптична густина розчину за довжини хвилі 649 нм, а A_{665} – це оптична густина розчину за довжини хвилі 665 нм.

Для розрахунку загальної концентрації хлорофілу у розчині використовували таку формулу:

$$C_{\text{заг}} = X A_{441} - X (C_a + C_b),$$

Де A_{441} – це оптична густина розчину за довжини хвилі 441 нм.

$(C_a + C_b)$ – це сумарний вміст хлорофілів а та b.

Після встановлення концентрації пігментів розраховувався їх кількісний вміст (X мг/мл) за формулою:

$$X = \frac{V C}{m \times 1000},$$

V – об'єм спиртової витяжки;

C – концентрація хлорофілу у спиртовій витяжці;

m – маса наважки сировини;

2.3.3 Спектрофотометрія

Спектрофотометричні дослідження проводили на приладі SpektroLab UV-1100 у кюветах товщиною 10 x10 мм у діапазоні довжини хвилі 350...600 нм. Отримані дані використовували для побудови кривої спектру поглинання. За піками і визначається присутність хлорофілу.

2.3.4 Отримання та характеристика комплексу

Для отримання водорозчинного комплексу використовували розчин арабіногалактану концентрацією 50 мг/см³. До розчину арабіногалактану додавали потрібний об'єм розчину хлорофілу концентрацією 10 мг/см³, повільно переміщували 10 хвилин. Варіювали послідовністю внесення розчину хлорофілу (1. до розчину хлорофілу додавали розчин арабіногалактану; 2. до розчину арабіногалактану додавали розчин хлорофілу). Отриманий розчин поміщали у холодильник при температурі 4 °C на 15 хвилин. Після чого комплекс центрифугували 15 хвилин при 8000 хв⁻¹, зливали надлишкову рідину та здобували осад, його сушили у сушарці до повного висихання та потім подрібнювали у ступці до стану порошку.

Розчинення

Комплекс розчиняли у воді, спирті та ефірі.

Спектрофотометрія

Утворенні комплекси розчиняли у воді та знімали спектр у діапазоні довжини хвилі 350...600 нм.

2.3.5 Сенсорна оцінка

Профільний метод

Сенсорну оцінку якості проводили з використанням 5-ти бальної шкали, на основі якої був обчислений рівень якості комплексним методом, що враховує вагомість окремих показників у загальній якості продукту. Встановлено наступні градації якості:

- при рівні якості 5 – смак та аромат дуже сильні;
- при рівні якості 4 – смак та аромат добре відчуються;
- при рівні якості 3 – смак та аромат помірні;
- при рівні якості 2 – смак та аромат упізнається та слабо відчувається;
- при рівні якості 1 – смак та аромат упізнається;
- при рівні якості 0 – ознака відсутня.

2.3.6 Визначення сухих речовин

Принцип методу. Метод базується на визначенні масової частки сухих речовин у безалкогольних напоях, сиропах, соках, концентратах і екстрактах квасів за шкалою рефрактометра при температурі 20 °С після проведення в пробі повної інверсії.

Прилади та реактиви:

- рефрактометр лабораторний типу Пульфріха Па або типу Аббе Пб за НТД;
- ваги лабораторні загального призначення з найбільшою межею зважування 1 кг і похибкою $\pm 0,01$ г;
- термометр скляний з діапазоном вимірювання температури 0-100 °С з ціною поділки шкали 0,1 °С;
- годинники механічні із сигнальним пристроєм або годинник наручний механічний або секундомір;

- палички скляні;
- вода дистильована.

Підготовка до аналізу.

Перед випробуванням рефрактометр тестують згідно інструкції.

За умови визначення масової частки сухих речовин газованих напоїв потрібне попереднє звільнення газованих напоїв від двоокису вуглецю

Проведення аналізу

На нижню призму рефрактометра наносять скляною паличкою 2-3 краплі випробуваної рідини. Верхню частину призми опускають, щільно прикладають до нижньої нерухомої частини призми і проводять відлік за шкалою рефрактометра.

При відліку показань приладу необхідно відзначати температуру, при якій проводять випробування.

Проводять не менше двох паралельних визначень.

За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. Результат округлюють до першого десяткового знаку.

2.3.7 Визначення кислотності

Принцип методу. Метод базується на титруванні розчином лугу всіх речовин кислого характеру після повного звільнення напою від двоокису вуглецю. Кислотність виражають в кубічних сантиметрах розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм³, витраченого на титрування 100 см³ напою, тощо.

Прилади та реактиви:

ваги лабораторні загального призначення з найбільшою межею зважування 500 г четвертого класу точності;

pH-метр або універсальний іономер ціною поділки до 0,05 pH;

електрод порівняння або електрод скляний комбінований

мішалки магнітні з плавним регулюванням частоти обертання;

піпетки 1-го класу точності, місткістю 25 см³;

бюретка 2-го класу точності, місткістю 25 см³, з ціною поділки 0.05 см³;

стакан низький місткістю 150 см³;

колби конічні місткістю 300 см³;

вода для лабораторного аналізу не нижче третьої категорії якості;

натрію гідроокис (гідроксид), стандартний титрований розчин (NaOH) = 0,25 моль/дм³;

розчини буферні рН 4,01 і 9,18.

Проводять два паралельних визначення.

У склянку вносять піпеткою 25 см³ нерозбавленого напою або проби напою, розведеного так, щоб на подальше титрування витрачалася не менше 8 см³ титранту. Пробу в склянці при температурі 20 °С починають перемішувати магнітною мішалкою і титрують з бюретки розчином гідроксиду натрію до значення рН 8.1.

2.3.8 Визначення КТК

Після ідентифікації за допомогою дерева рішень рис 2.2 був проведений розподіл небезпечних чинників за категоріями.

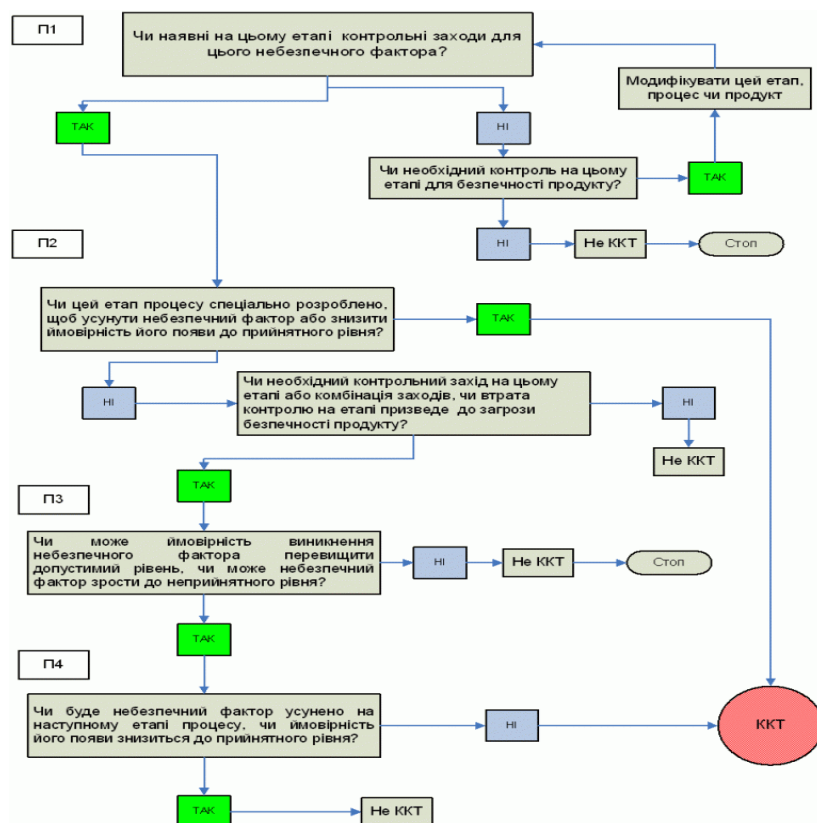


Рисунок 2.2 – Дерево рішень

Після завершення аналізу небезпечних факторів на всіх етапах технологічного процесу етапи, на яких, незважаючи на впроваджені заходи з контролю, ризик перевищення небезпечним(и) фактором(ами) допустимого рівня залишається значним, будуть розглядатися для визначення критичних контрольних точок.

2.3.9 Статистичні методи обробки результатів

При проведенні експериментальних досліджень неодмінним супутником будь-яких вимірювань є так звані похибки (помилки).

Найбільш поширені варіанти класифікації похибок – наступні:

- 1) за способом обчислення – абсолютні (наприклад, стандартне відхилення) і відносні (наприклад, відносне стандартне відхилення, процентна помилка) похибки;
- 2) залежно від характеру причин, які їх викликають – випадкові, систематичні похибки та промахи;
- 3) за джерелами походження – інструментальні, реактивні, методичні, похибки пробовідбору тощо (наприклад, індикаторна помилка, помилка співосадження і таке інше);
- 4) залежно від того, завищують або занижують результат вимірювання порівняно з дійсним або середнім значенням, їх можна підрозділити на додатні та від’ємні;
- 5) за типом зв’язку між похибкою і вимірюваною величиною розрізняють постійні, значення яких не залежить від самої вимірюваної величини, і пропорційні похибки, значення яких пропорційно вимірюваній величині. При виконанні експериментальної роботи, величину аналітичного сигналу кожного зразка вимірюють декілька разів в ідентичних умовах, тобто є n паралельних вимірювань. Усі ці дані обробляють з використанням методу математичної статистики, за допомогою якої розраховують основні характеристики вибіркової сукупності за нижче наведеними формулами таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Формули для статистичної обробки

Середнє для вибірки з n результатів	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Дисперсія, що характеризує розсіювання результатів відносно середнього	$V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$
Стандартне відхилення	$S = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$
Відносне стандартне відхилення	$S_r = \frac{S}{\bar{x}}$
Величина довірчого інтервалу	$x - x_{\text{іст.}} = \pm \frac{t_{p,f} S}{\sqrt{n}}$

де $t_{p,f}$ – розподіл Стюдента;

S – стандартне відхилення вимірюваної величини, яке розраховано для вибіркової сукупності з n значень ($f = n - 1$);

P – довірна вірогідність (звичайно приймають рівної 0,95);

$x_{\text{іст.}}$ – істинне значення величини, що визначається.

РОЗДІЛ 3 КОМПЛЕКС ХЛОРОФІЛУ З АРАБІНОГАЛАКТАНОМ ТА РОЗРОБЛЕННЯ НА ЙОГО ОСНОВІ РЕЦЕПТУРИ НАПОЮ

Сучасні технології спеціалізованих продуктів стикаються з викликом розробки нових функціонально-фізіологічних інгредієнтів і створення на їх основі оздоровчих продуктів. Відповідно до актуальних тенденцій, перевага надається природним пігментам, таким як бетанін, хлорофіл та інші, замість синтетичних барвників. Саме тому що натуральні барвники з рослинних джерел викликають більший інтерес, оскільки вони сприятливо впливають на якість здоров'я населення, і їх можна використовувати як прогресивний рецептурний компонент. До того ж колір харчової продукції – це є один з основних критеріїв вибору споживачем продукту – досягається в харчовій промисловості застосуванням натуральних пігментів рослинного походження. Однак багато з цих природних пігментів є нестабільними до температурних режимів і схильні до зміни кольору у різних середовищах в харчових системах.

3.1 Виділення хлорофілу

Харчова галузь має безліч відходів, які в основному використовують для виробництва компосту, який служить ефективним і екологічно чистим добривом, для виробництва кормів для тварин чи для виробництва біопалива, що сприяє зменшенню викидів парникових газів і використанню викопного палива. Однак в перспективі харчові відходи можуть бути використані для отримання біологічно активних інгредієнтів.

Одним з таких може бути відходи зеленого кольору. Вони в своєму складі містять велику кількість пігменту – хлорофілу. Цей пігмент надає рослинам їх зелений колір і є цінним компонентом для різних промислових застосувань. Джерелом таких відходів можуть бути залишки зелених овочів, фруктів, трав, та інших продуктів, які втрачають свою придатність для споживання або переробки під час виробництва, зберігання або транспортування.

Тому в якості об'єкту дослідження було обрано хлорофіл, який виділяли зі стручків гороху спиртовою екстракцією (90%, згідно літературним джерелам ця концентрація спирту є раціональною). Вихід хлорофілу складав майже 80% від вихідного вмісту, спектр якого представлено на рисунку 3.1.

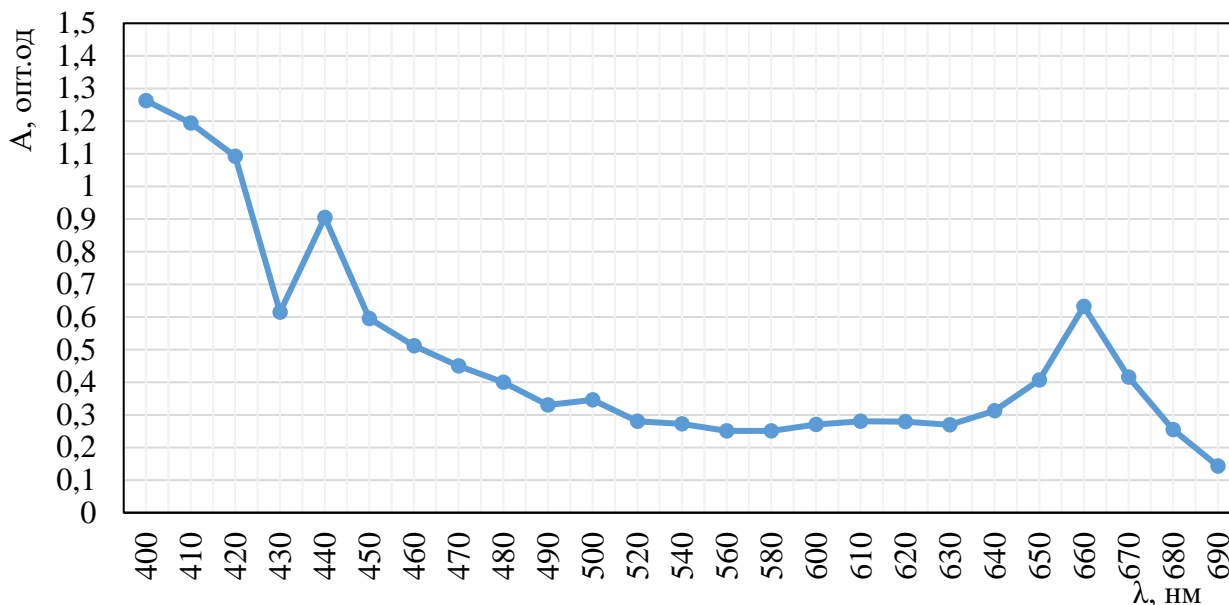


Рисунок 3.1 – Спектр поглинання хлорофілу у спирті

Як видно з представлених даних, спектр поглинання виділеного хлорофілу характеризується наявністю двох максимумів у діапазоні 440 та 660 нм, що відповідає літературним даним.

3.2 Отримання та характеристика комплексу

Існують різні методи запобігання трансформації хлорофілу, які базуються на використанні спеціальних режимів обробки, тобто температури, тривалості її дії, додаванні стабілізаторів, антиокиснювачів, а також комбіновані методи.

Виходячи з цього, було досліджено можливість збільшення ступеня стабільності хлорофілу шляхом його іммобілізації на біополімерній матриці. У якості біополімерної матриці використовували арабіногалактан – комерційний препарат, виділений з листя модрини.

Першим етапом дослідження було розглянуто послідовність внесення компонентів:

1. до розчину хлорофілу додавали розчин арабіногалактану;
2. до розчину арабіногалактану додавали розчин хлорофілу

В першому методі внесення утворювався білий осад без наявності хлорофілу. Другий метод внесення показав наявність зеленого водорозчинного осаду, чим було обґрунтовано таку послідовність внесення компонентів при подальших дослідженнях.

Комплекси хлорофілу з арабіногалактаном отримували шляхом внесення у водний розчин арабіногалактану спиртового розчину хлорофілу у співвідношенні 1:3, варіюючи концентрацією арабіногалактану від 1 до 20 мг/см³ та концентрацією хлорофілу – 20...70 мг/см³. Вихід зв'язаного хлорофілу представлено у таблиці 3.1. Отриманий комплекс мав зелений колір притаманний хлорофілу (рис. 3.2), водорозчинний у воді (рис. 3.3).

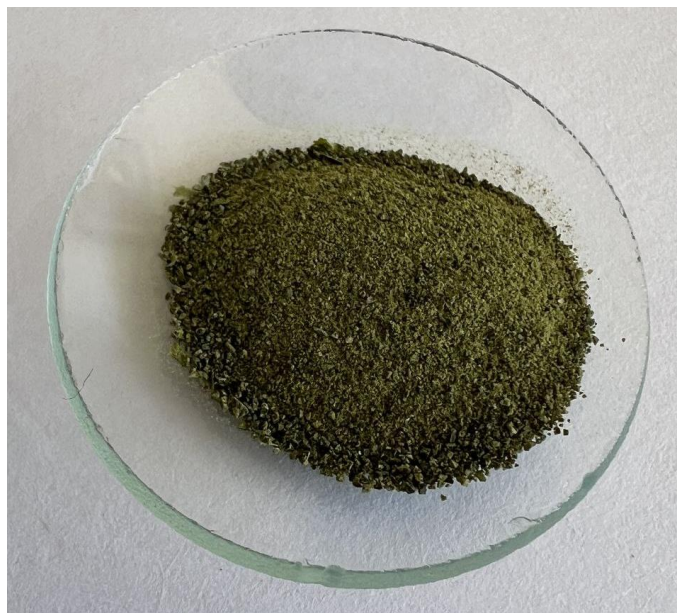


Рисунок 3.2 – Комплекс хлорофілу з арабіногалактаном



Рисунок 3.3 – Хлорофіл розчинений у воді

Таблиця 3.1 – Вихід зв'язаного хлорофілу у розчині

№	С хлорофілу, мг/см ³	С арабіногалактану, мг/см ³	Вихід зв'язаного хлорофілу, %
1	70	20	10,5
2	70	10	17
3	70	5	18,2
4	70	1	21,9
5	50	20	40,8
6	50	10	40,4
7	50	5	40,5
8	50	1	35,4
9	33,6	20	40,3
10	33,6	10	67,2
11	33,6	5	52,5
12	33,6	1	50,5
13	20	20	26,5

14	20	10	27,4
15	20	5	30,1
16	20	1	47,4

Як видно з таблиці 3.1 при збільшенні концентрації хлорофілу ступінь зв'язаності його з арабіногалактаном падає, що є логічним. Встановлено, що оптимальними умовами для отримання комплексу є концентрація арабіногалактану 1 мг/см³, а хлорофілу 33,6 мг/см³, при цьому ступінь зв'язування хлорофілу у комплексу складає біля 67 %.

Для підтвердження отримання комплексу досліджували спектри поглинання вільного хлорофілу, арабіногалактану та комплексу на рисунку 3.4

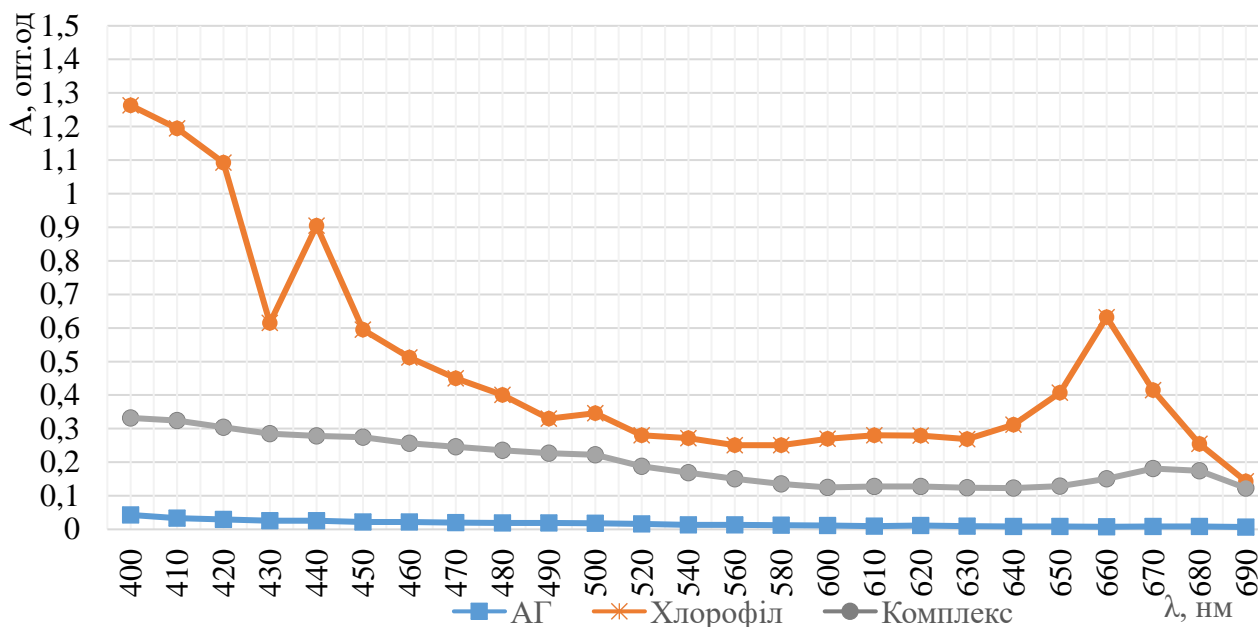


Рисунок 3.4 – Порівняння спектрів поглинання

Як видно з представлених даних спектральні криві арабіногалактану та хлорофілу характеризуються індивідуальними максимумами поглинання, у результаті взаємодії та утворення комплексу на кривій світлопоглинання з'являється новий максимум при довжині хвилі 670 нм, який зміщується в сторону більших значень довжини хвилі та зникає при 440 нм, що є підтвердженням наявності комплексу.

Далі дослідили фізико-хімічні властивості отриманого комплексу в порівнянні з нативним хлорофілом.

На рисунку 3.5 наведено дані щодо впливу рН на стабільність хлорофілу, як нативного, так і в складі комплексу з арабіногалактаном.

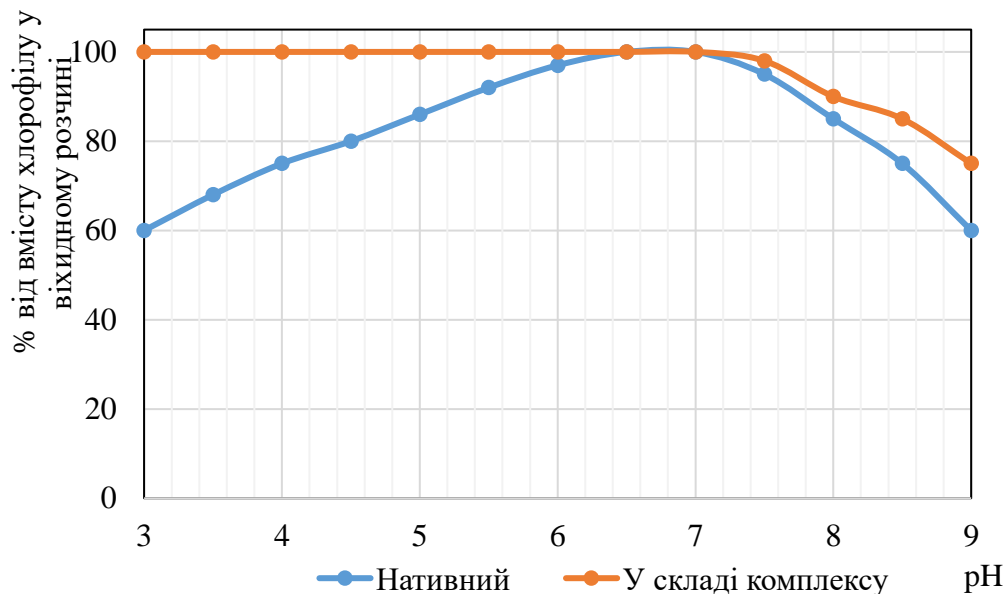


Рисунок 3.5 – Вплив рН-розчину на стабільність хлорофілу

Показано, що нативний хлорофіл стабільний в області значень рН 6...7. У результаті утворення комплексу арабіногалактану з хлорофілом інтервал стабільності розширюється до значень рН 3...7.

Наступний етап дослідження – вплив температури на нативний і зв'язаний хлорофіл при наступних значеннях температури: 37 °С, 50 °С і 100 °С (рис. 3.6, рис. 3.7, рис. 3.8).

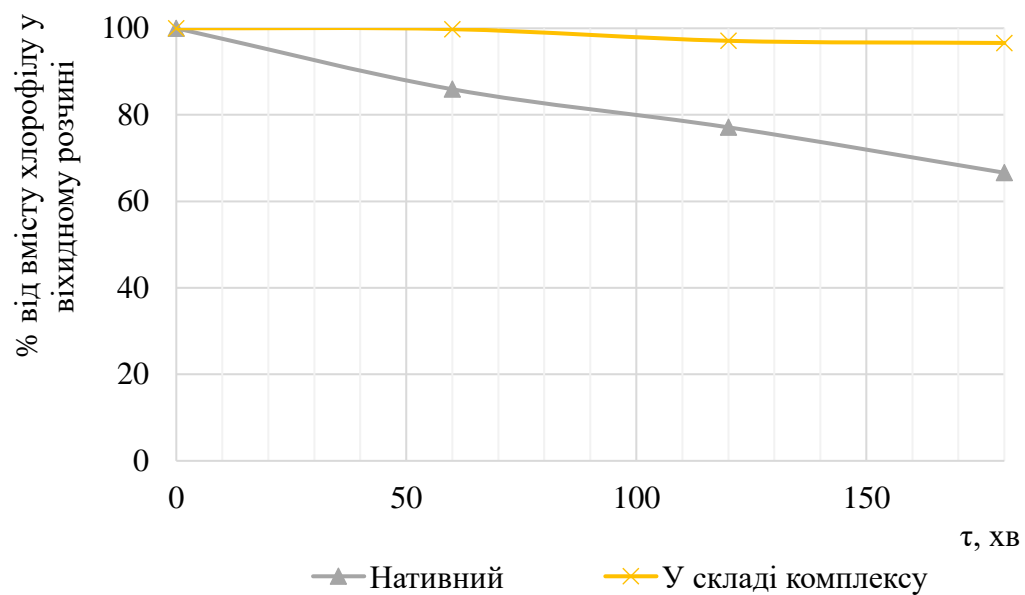


Рисунок 3.6 – Термостабільність хлорофілу при 37 °С

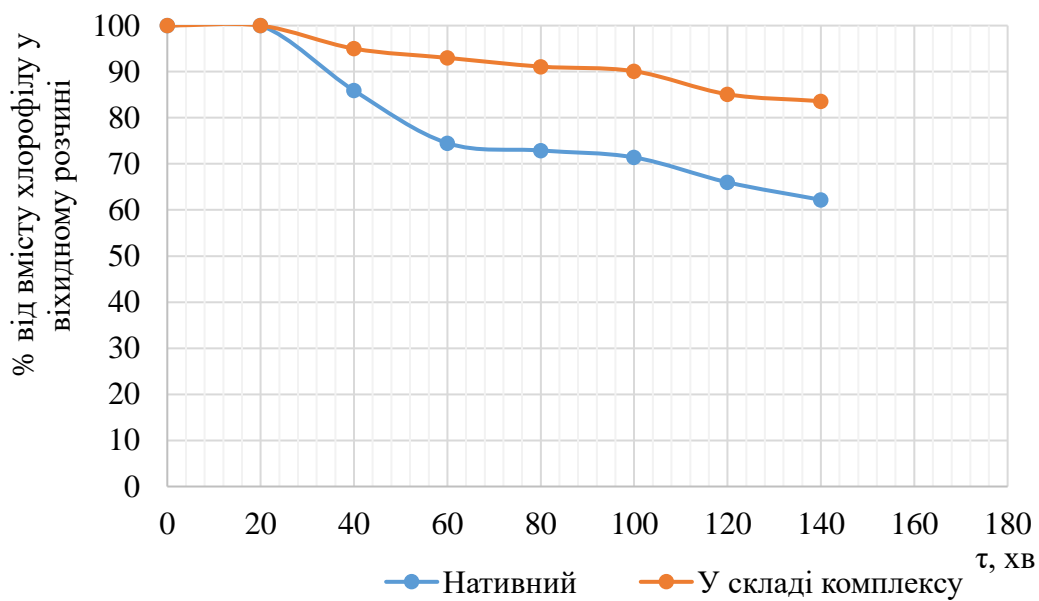


Рисунок 3.7 – Термостабільність хлорофілу при 50 °С

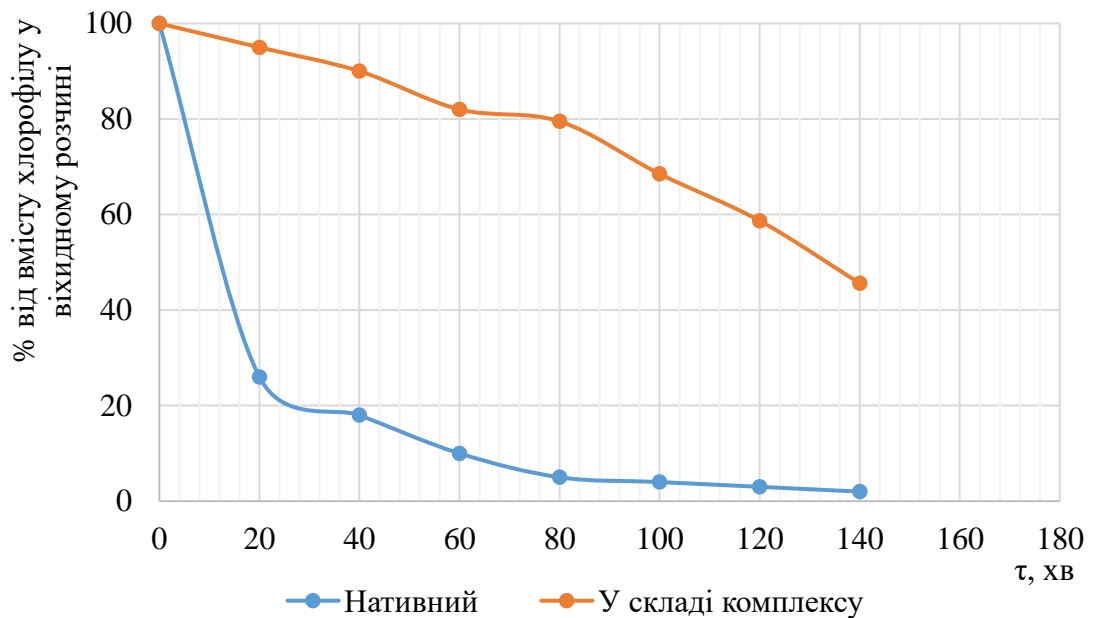


Рисунок 3.8 – Термостабільність хлорофілу при 100 °С

Результати експерименту, що представлені на рисунках (3.6, 3.7, 3.8), указують, що протягом 180 хвилин при температурі 37 °С, на відміну від нативного хлорофілу, кількість якого знижується за цей час на 26,7 %, вміст пігменту в складі комплексу практично не змінюється. При підвищенні температури до 50 °С нативний хлорофіл руйнується уже через 20 хвилин, тоді як зв'язаний залишається стабільним протягом 100 хвилин. При температурі 100 °С вміст нативного хлорофілу на 10 хвилині зменшується, а пігмент у складі комплексу термічно стабільний протягом 40 хвилин.

Таким чином, на відміну від нативного, хлорофіл у складі комплексу є більш стабільним і не руйнується у кислому середовищі та при термічній обробці, що є перспективним при розробці безалкогольних напоїв.

3.3 Розробка рецептури

Оскільки відповідно до останніх тенденцій споживачі цінують напої, які допомагають покращувати стан здоров'я. Зростаюча обізнаність споживачів у поєднанні з досягненнями в різних наукових галузях надає унікальні можливості для розробки майже нескінченної безлічі нових функціональних концепцій продуктів харчування.

У секторі безалкогольних напоїв спостерігається величезне зростання інноваційних продуктів, що мають додаткову цінність для здоров'я. Розроблення рецептури функціонального напою з використанням натуральних добавок та барвників і стало подальшою метою цієї роботи.

Моделювання рецептур напою проводили застосовуючи комплекс стабілізованого хлорофілу на основі екстрактів меліси та м'яти. У процесі дослідження розроблено рецептури, визначено показники якості та безпеки, а також здійснено оцінку споживчих властивостей безалкогольних напоїв.

Першим етапом моделювання було підбір співвідношення цукру до кристалізованого екстракту лайму (табл. 3.2). Як виявилось найкраще співвідношення компонентів є 1 г кристалізованого екстракту лайму та 10 г цукру на 100 см³ для збалансованого смаку напою.

При розробці рецептури були проведені органолептичні дослідження та підібрано найкращі пропорції для напою.

Таблиця 3.2 – Визначення співвідношення лимонної кислоти до цукру


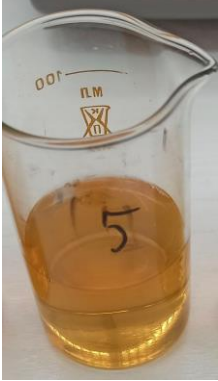

№	Співвідношення компонентів		Органолептичний показник: смак
	Цукор, г/100 см ³	Кристалізований екстракт лайму, г/100 см ³	
1	1 г цукру	1 г екстракту лайму	Дуже кислий смак
2		2 г екстракту лайму	
3		3 г екстракту лайму	
4	2 г цукру	1 г екстракту лайму	Кислий смак
5		2 г екстракту лайму	Дуже кислий смак
6		3 г екстракту лайму	Кислий смак
7	5 г цукру	1 г екстракту лайму	Менш кислий смак
8		2 г екстракту лайму	
9		3 г екстракту лайму	
10	7 г цукру	1 г екстракту лайму	Менш кислий смак
11		2 г екстракту лайму	

12		3 г екстракту лайму	
13	10 г цукру	1 г екстракту лайму	Кислуватий смак
14		2 г екстракту лайму	Кисло-солодкий смак
15		3 г екстракту лайму	Приємний кисло-солодкий смак

Далі необхідно було підібрати оптимальні умови(табл. 3.3) екстракції меліси та м'яти для найкращого смаку та кольору напою.

Таблиця 3.3 – Визначення потрібної кількості екстракту меліси та м'яти

Компонент	№	Грами	Органолептичні показники		Зовнішній вигляд
			Смак	Колір	
Меліса	1	5	Тонкий відтінок меліси	Світло -жовтий	
	2	10	Виражений присмак меліси	Жовто-коричневий	
	3	15	Виражений трав'яний присмак	Більш коричневий	

Компонент	№	Грами	Органолептичні показники		Зовнішній вигляд
			Смак	Колір	
М'ята	4	5	Слабко виражений присмак	Світло-жовтий	
	5	10	М'ятно-кислий присмак	Темно-жовтий	
	6	15	Виражений м'ятний смак	Коричнево-жовтий	

Як показали отримані дані для подальшого використання у розробці рецептури залишили тільки мелісу, оскільки екстракти м'яти мав дуже виражене забарвлення та яскраво виражений смак трави.

Далі для моделювання рецептури були розглянуті такі співвідношення компонентів та проведено сенсорну оцінку з використанням 5-тибальної шкали:

Зразок 1. Напій з додаванням 1 г екстракту лайму, 10 гр. цукру, 5 г меліси та 1 г комплексу на 100 см³ напою.

Зразок 2. Напій з додаванням 1 г екстракту лайму, 10 гр. цукру, 10 г меліси та 1 г комплексу на 100 см³ напою.

Зразок 3. Напій з додаванням 1 г екстракту лайму, 10 гр. цукру, 15 г меліси та 1 г комплексу на 100 см³ напою.

Контрольним зразком було обрано воду Voss лайм-м'ята.

Результати органолептичних досліджень модельних зразків наведені на рисунку 3.9 – профілограми зразків.

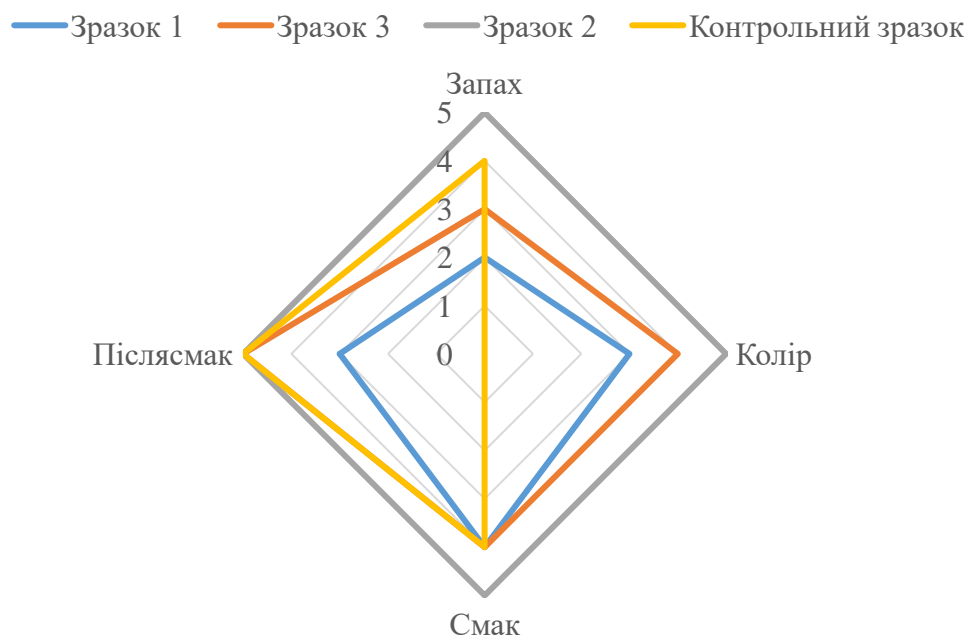


Рисунок 3.9 – Візуальна діаграма органолептичних досліджень

Контрольний зразок характеризувався не дуже вираженим запахом та смаком лайму та м'яти. Модульні зразки показали покращення органолептичних характеристик, чітко відчувається запах меліси та лайму та їх післясмак, колір насичений, що надає перевагу перед контрольним зразком. За результати профілограми найкращим зразком є зразок 2. Подальші дослідження проводили тільки з цим зразком.

Безалкогольні напої повинні відповідати вимогам ДСТУ 4069:2011, згідно цього фізико-хімічна характеристика модельного зразку №2 представлена у таблиці 3.4. Як видно з представлених даних, масова частка сухих речовин розробленого напою

відповідає нормам та складає 10 %. Кислотність складає 5.2 та відповідає вимогам нормативного документа. Напій не мав спиртових залишків. Так як розроблюваний напій не планується насичати CO², тому масова частка діоксиду вуглецю у напої відсутня.

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічна характеристика напою згідно ДСТУ 4069:2011

Назва показника	Норма в зразку	Норма згідно ДСТУ
Масова частка сухих речовин, %	10,0	від 0 до 20,0 включно
Об'ємна частка спирту, %	0	0,5
Кислотність, см ³ ,1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ напою	5.2	від 1,0 до 15,0
Масова частка діоксиду вуглецю, %	0	0

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Отримано водорозчинний комплекс хлорофілу, який виділено з зелених відходів консервного виробництва, а саме з стручків горошку з арабіногалактаном. Досліджено послідовність внесення компонентів. Визначено оптимальні умови отримання комплексу: співвідношення водорозчинного розчину арабіногалактану та спиртового розчину хлорофілу у співвідношенні 1:3, концентрація арабіногалактану 10 мг/см³ та хлорофілу 33,6 мг/см³, вихід біля 68 %. Отриманий комплекс мав зелений колір притаманний хлорофілу який розчинявся у воді.

2. Визначено фізико-хімічні властивості отриманого комплексу в порівнянні з нативним хлорофілом. На відміну від нативного, хлорофіл у складі комплексу є більш стабільним і не руйнується у кислому середовищі та при термічній обробці, що є перспективним при розробці безалкогольних напоїв.

3. Проведено моделювання рецептур безалкогольного напою на основі екстрактів меліси та водорозчинного комплексу. У процесі дослідження розроблено рецептури, визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПОЮ З ВКЛЮЧЕННЯМ ВОДРОЗЧИННОГО КОМПЛЕКСУ ХЛОРОФІЛА

4.1 Технологія виробництва

Технологія виробництва напою функціонального безалкогольного з додаванням хлорофілу та екстракту меліси та лайму включає в себе дві лінії виробництва:

лінія виробництва водорозчинного хлорофілу (рис. 4.1) та лінія виробництва готового продукту (рис. 4.2).

Приймання сировини. Сировина у вигляді харчових зелених відходів надходить до підприємства у окремих баках. Баки оглядають та приймають за ТУ підприємства, проводячи вхідні контролю які прописані у документації.

Зберігання. Сировину зберігають згідно вимогам нормативно-технічній документації. Температура зберігання від 0 °С до 25 °С протягом 2 – 40 діб.

Розтартування. Перед надходження на виробництво баки з сировиною омивають водою для видалення поверхневих забруднень. Баки розкривають, беруть пробу на вхідні контролю та проводять органолептичну оцінку.

Дозування. За допомогою розрахункових таблиць визначають яку кількість сировини треба додати у збірний-котел.

Лінія виробництва готового продукту представлена на рисунку 4.2. Приймання допоміжних матеріалів відбувається за нормативно-технічною документацією (цукор згідно ДСТУ 4623:2006, кристалізований екстракт лайму – ДСТУ 908:2006, вода – ДСТУ 7525:2014).

Температура зберігання не вище 40 °С і не нижче мінус 15 °С.

Відносна вологість повітря на складі повинна бути:

- не вище 70 % на рівні поверхні нижнього ряду упакованого цукру;
- не вище 60 % під час зберігання без пакування в силосах.

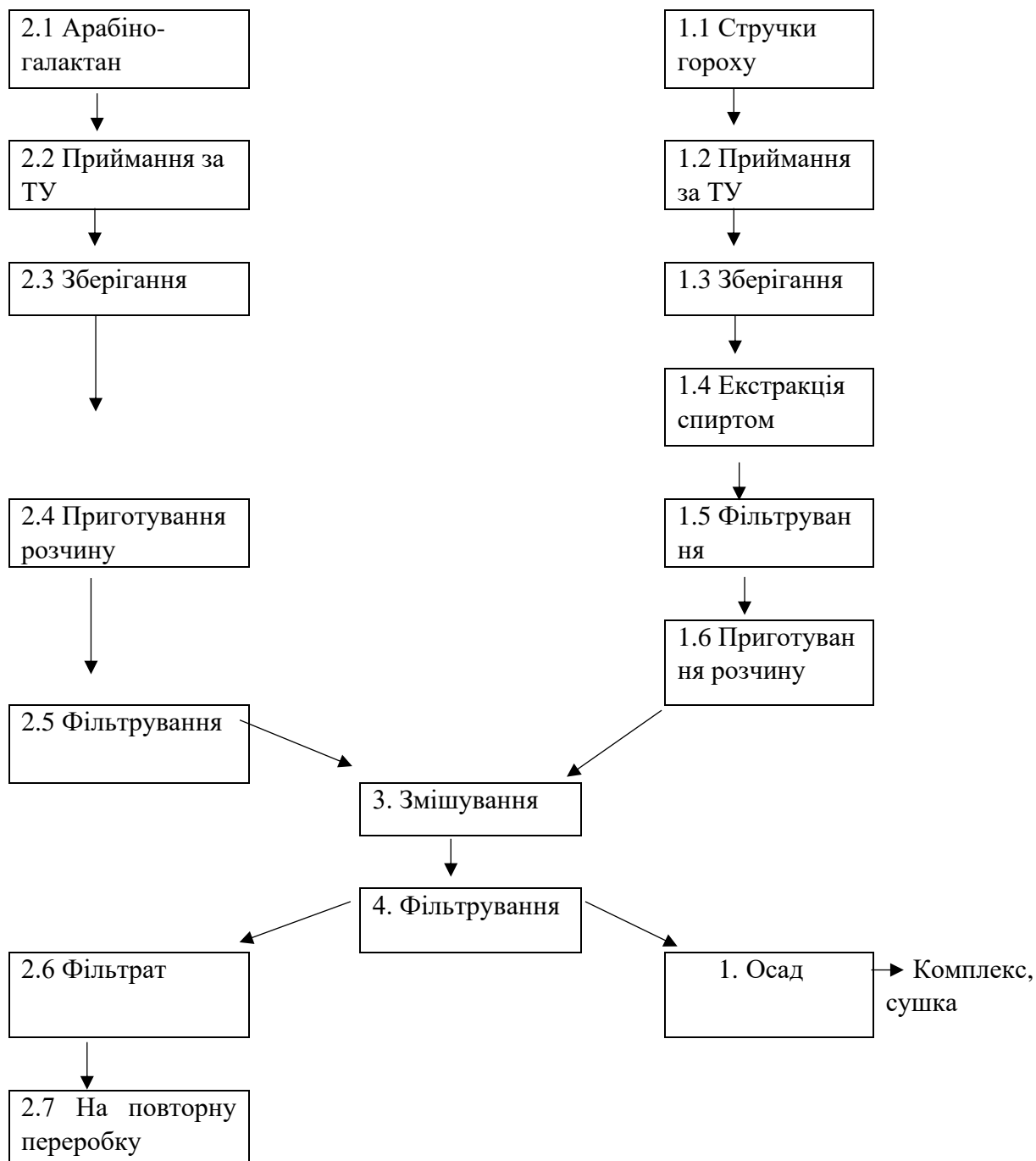


Рисунок 4.1 - Виробництво водорозчинного хлорофілового порошку

Для приготування водорозчинного хлорофілового порошку зелену сировину подрібнюють у котли з додаванням етилового спирту концентрацією 96% для виділення хлорофілу.

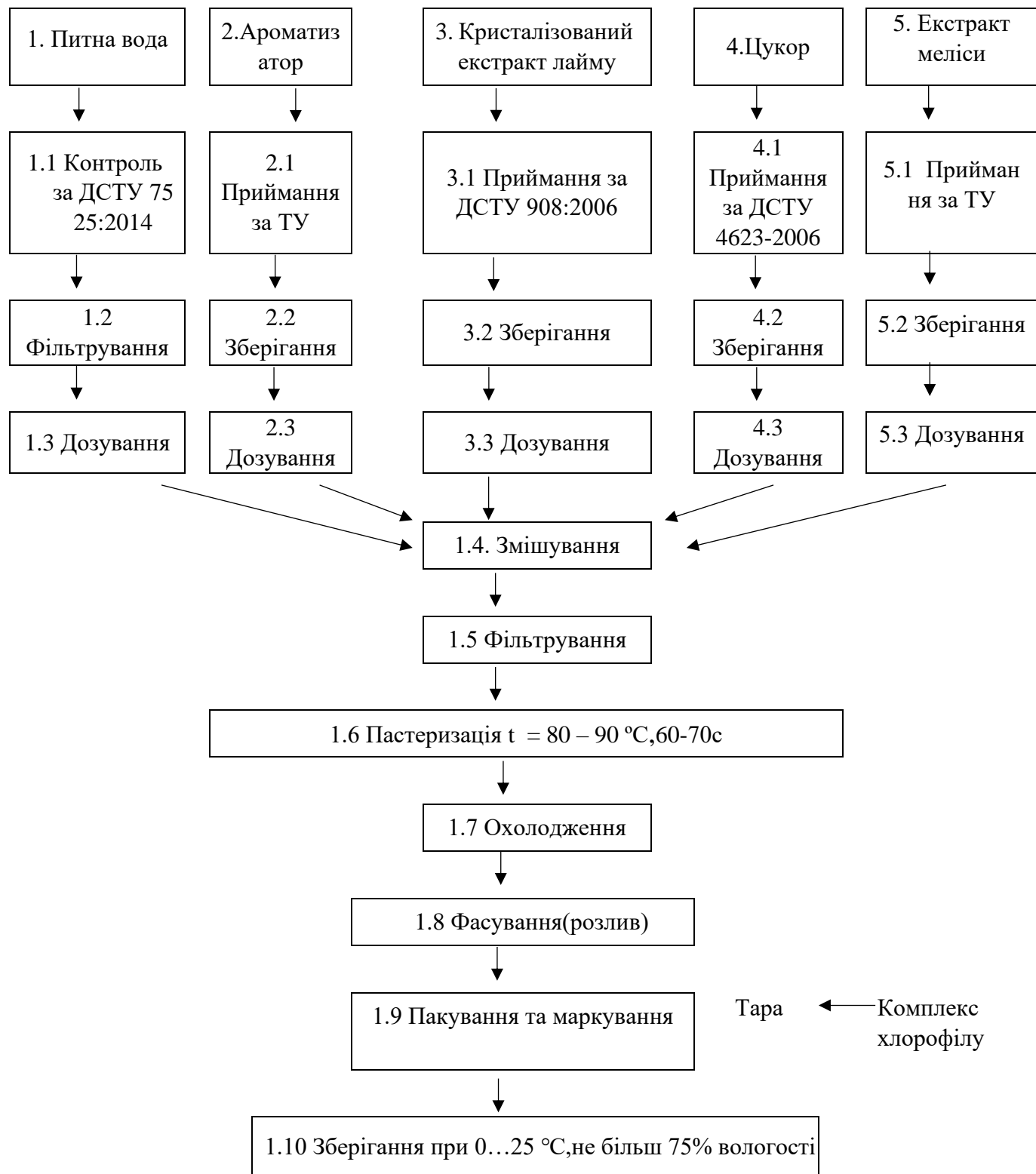


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва напою функціонального безалкогольного з додаванням хлорофілу та екстракту меліси

Додають арабіногалактан у пропорціях 1:3 до кількості сировини. Отриману масу фільтрують крізь фільтри та відділяють осад та фільтрат. Осад поміщується у розпилювальну сушилку температура встановлюється 35 °С до повного висихання осаду, потім осад подрібнюють до стану дрібного порошку та відправляють на лінію виробництва готового продукту, а фільтрат відправляється на концентрування арабіногалактаном та повторення виділення водорозчинного хлорофілового порошку. Потім порошок переміщують до окремої ємності зберігання для пакування у спеціальні асептичні кришечки від пляшок, для подальшого його додавання у напій при вживанні.

Цукор укладають на складі в штабелі. Штабелі складають з однорідного за категоріями і якістю цукру, упакованого в тару одного виду, яка має однакову стандартну масу. Мішки з цукром під час укладання в штабель повинні бути повернені горловиною усередину штабелю. На кожен укладений штабель повинен бути заведений штабельний ярлик, на якому зазначають найменування цукру, його категорію, вид на кожен укладений штабель повинен бути заведений штабельний ярлик, на якому зазначають найменування цукру, його категорію, вид тари, кількість місць, дату виготовлення, масу нетто, позначку нормативного документу, згідно з яким виготовлено цукор. В штабельних ярликах на базах оптових і роздрібних організацій зазначають назву цукру, його категорію, назву постачальника, номер вагону, номер накладної, кількість місць, масу нетто, вид тари, дату прибуття, номер документа про якість і основні показники якості. Вимоги до умов тривалого зберігання цукру згідно з ДСТУ 4245.

Кристалізований екстракт лайму перевозять у критих транспортних засобах усіма видами транспорту відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на відповідних видах транспорту.

Ящики з гофрованого картону дозволяється перевозити лише автомобільним транспортом або у контейнерах.

Кристалізований екстракт лайму зберігають у критих складських приміщеннях на дерев'яних стелажах або піддонах при відносній вологості повітря трохи більше 70 %.

Виробник гарантує відповідність кристалізованого екстракту лайму вимогам ДСТУ 908:2006 за умови дотримання споживачем умов транспортування та зберігання.

Термін зберігання кристалізованого екстракту лайму у великій фасовці у мішках вкладашах з «харчової» плівки – не більше двох років з дня виготовлення, у дрібній фасуванні для роздрібного продажу – не понад рік.

Цукор та кристалізований екстракт лайму просіюють крізь сито з отворами 2x2 мм з магнітним уловлювачем.

Екстракти та ароматизатори доставляють у герметичних асептичних мішках.

Змішування. Приготування купажу проводять згідно рецептурі виробництва. В підготовчий резервуар подається цукор, вода, кристалізований екстракт лайму, ароматизатор та екстракт меліси перемішуються впродовж 10 хвилин, а потім дозуються до купажної ємності.

Пастеризація та охолодження. Пастеризація проводиться з метою знищення сторонньої мікрофлори у готовому продукті. Вже майже готовий напій подається до пастеризаційно-охолоджувальної установки. Теплова обробка продукту проводиться при температурі $t = 80 - 90$ °C протягом 60 – 70 с. Охолодження триває до температури 35 – 40 °C.

Фасування. На лінії асептичного пакування напій фасується у пляшки різного об'єму. Водорозчинний хлорофіл фасується у спеціальні бріг-асептик кришки та поміщується на пляшку. На виготовлену продукцію наносять маркування у вигляді тексту чи наклеюють етикетки. Етикетки виготовляють поліграфічним способом, в яких зазначено підприємство-виготовлювач, його товарний знак, продукт, нормативно-технічну документацію, масу нетто або об'єм, сорт, ціну, умови зберігання тощо. Пляшки з напоєм складають у картонні коробки або ящики і зберігають на складі для подальшої реалізації.

Зберігання. Напій краще зберігаються у сухих, добре вентильованих приміщеннях при температурі 0-25 °C і відносній вологості не більше 75 %.

4.2 Аналіз небезпечних чинників технології виробництва

Члени групи НАССР та їх обов'язки

Група НАССР створюється з метою здійснення координації діяльності школи забезпечення функціонування та підтримки в робочому стані системи НАССР, що відповідає вимогам Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» /ЗУ ВР 771/97/ та Наказу Мінагрополітики «Про затвердження Вимог щодо розробки, провадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР)».

Члени групи НАССР в сукупності повинні мати достатні знання і досвід в області технології управління якістю, обслуговування устаткування і контрольно-вимірювальних приладів, а також в частині нормативних і технічних документів на продукцію.

У своїй діяльності група НАССР керується внутрішніми і зовнішніми нормативними документами, наказами директора школи, цим Положенням та іншими нормативними документами.

Основні завдання групи НАССР:

- Координація робіт зі створення, впровадження, підтримці в робочому стані і вдосконалення системи управління якістю продукції на основі принципів НАССР.
- Розгляд питань, пов'язаних з підвищенням якості і безпеки продукції.
- Аналіз результатів моніторингу системи НАССР.
- Оцінку ефективності функціонування системи НАССР.
- Планування заходів по постійному вдосконаленню системи НАССР.

Опис готового продукту

При розробці плану НАССР проводиться опис продукту та його компонентів.

Опис потрібен для затвердження мір безпечності, щодо продукту та його компонентів. Опис безалкогольного напою представлений таблицею 4.4. Описи

основної та додаткової сировини, пакування розміщені у додатку А.

Таблиця 4.4 - Опис безалкогольного напою «Коник»

Інформація, що зазначається	Пояснення
Офіційна назва продукту	Безалкогольний напій «Коник»
Нормативний документ, за яким виробляється продукт	ДСТУ 4069:2016 «НАПОЇ БЕЗАЛКОГОЛЬНІ. Загальні технічні умови».
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	Водорозчинний комплекс, вода, ароматизатор, кристалізований екстракт лайму, цукор, екстракт меліси
Фізико-хімічні показники безпеки	Масова частка сухих речовин, % -10. Об'ємна частка спирту, %, не більше - 0,5; Кислотність, 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ напою – 5.2. Масова частка діоксиду вуглецю, % - 0;
Споживче пакування	У полімерні картонні Тетра-паки різної місткості згідно з чинними нормативними документами або дозволені центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я. Кришки бриг-асептик для додавання туди водорозчинного комплексу
Транспортне пакування	Поліетиленові упаковки
Вимоги до маркування	На кожен одиницю транспортної тари наносять маркування, яке містить інформацію кількості одиниць спожиткової тари в одиниці транспортної тари (пакуванні) та місткість одиниці спожиткової тари, а також маніпуляційні знаки.
Умови зберігання та строк придатності	Строк придатності безалкогольних напоїв установлює виробник у технологічній інструкції або рецептурі на кожен назву напоїв і повинен бути не більше показника стійкості згідно з ДСТУ7100
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Бути уважним споживачам з діабетом або алергією на екстракт меліси чи хлорофілу
Спосіб вживання	Продукт готовий до вживання

Ідентифікація та оцінювання небезпечних чинників

Серед небезпечних факторів можна почати з мікробіологічних, вони є найнебезпечнішими у виробництві. Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників виробництва безалкогольного напою представлено у додатку Б.

Після ідентифікації за допомогою дерева рішень був проведений розподіл небезпечних чинників за категоріями, який представлено у таблиці 3.27 (Розподіл заходів керування за категоріями).

Після завершення аналізу небезпечних факторів на всіх етапах технологічного процесу етапи, на яких, незважаючи на впроваджені заходи з контролю, ризик перевищення небезпечним(и) фактором(ами) допустимого рівня залишається значним (комбінація імовірності виникнення та потенційного негативного впливу на здоров'я споживачів), будуть розглядатися для визначення критичних контрольних точок.

Після ідентифікації за допомогою дерева рішень був проведений розподіл небезпечних чинників за категоріями, який представлено у таблиці 4.1 (Розподіл заходів керування за категоріями).

Після завершення аналізу небезпечних факторів на всіх етапах технологічного процесу етапи, на яких, незважаючи на впроваджені заходи з контролю, ризик перевищення небезпечним(и) фактором(ами) допустимого рівня залишається значним (комбінація імовірності виникнення та потенційного негативного впливу на здоров'я споживачів), будуть розглядатися для визначення критичних контрольних точок.

Розроблення процедур плану НАССР

Після ідентифікації НЧ було розроблено план НАССР (табл. 4.2) та ОПП (табл. 4.3).

НАССР план включає в себе включає таку КТК – пастеризація.

Вона є критичною операцією після котрої більше не проводиться жодної температурної обробки сировини, тобто якщо на цій операції будуть допущені помилки, виробництво ризикує випустити на ринки продукцію заражену небезпечними мікроорганізмами, які можуть завдати шкоди споживачам. Тому контроль за цією операцією проводиться максимально щільний.

До ОПП були включені такі операції :

- фільтрування напою ;

Якщо на виробництві операція фільтрування буде зроблена неякісно , через поламку обладнання наприклад, до готової продукції можуть потрапити тверді небажані домішки, які можуть завдати шкоди споживачу (додаток Б).

Таблиця 4.1 – Розподіл заходів керування за категоріями

Номер та назва стадії (операції) процесу	Суттєві небезпечні чинники	Заходи керування та їхні комбінації	Питання 1: Чи існують на цій стадії процесу заходи керування, здатні запобігти небезпечним чинникам, або усунути чи зменшити їх до прийнятного рівня? НІ- змінити процес, ТАК – перейти до питання 2	Питання 2: Чи є на подальших стадіях процесу заходи керування, здатні запобігти небезпечному чиннику, або усунути чи зменшити їх до прийнятного рівня? ТАК – віднести до ОПП, НІ – перейти до питання 3	Питання 3: Чи можливо установити показник і його критичні межі для здійснення моніторингу? НІ – віднести до ОПП, ТАК–перейти до питання 4	Питання 4: Чи можливо установлення адекватних програм моніторингу, щоб своєчасно виконувати коригування та коригувальні дії? НІ – віднести до ОПП, ТАК – віднести до плану НАССР	Розподілення за категоріями	
							ОПП	план НАССР
1.5 Фільтрування	Ф- Потрапляння часток фільтру	Перевірка та догляд за обладнанням програми передумови по догляду та зміні обладнання	Так	Так			+	
1.7. Пастеризація	Б- наявність та розвиток мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів БГКП	Контроль параметрів проходження процедури пастеризації, слідування за показниками або встановлення датчиків та часом проведення операції	Так	Ні	Так	Так		+

Таблиця 4.2 – План НАССР виробництва безалкогольного напою

КТК № /стадія процесу	Небезпечний (-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Протокол и	Коригування та коригувальні дії (відповідальні сть) протоколи
				Вимірюван ня або спостереже ння	Прилади, для моніторин гу	Частота	Хто виконує моніторинг/ оцінює результат		
КТК 1.6 Пастеризац ія	Б - Наявність та розвиток мезофіль них аеробних та факультативно- анаеробних мікроорга нізмів БГКП	Контроль параме трів проходженн я процедури пастеризації, слі дкування за показниками або встановлення те мпературних дат чиків, контроль часу	t = 80-90 °C τ – 60-70 с	Вимірюван ня температур и та часу проведення операції	Автоматич ні термометр и та таймери, електронні процесори	Кожна па ртія	Інженер- технолог	Журнал пастери- зації	Зупинка процесу , повторення пастеризації, ремонт обладнання

КРБ.ХХтаЕ.1.692-03.1.9

Таблиця 4.3 – Операційні програми-передумови виробництва безалкогольного напою

№_/стадія процесу	Небезпечні чинники, яким керують у ОПП	Заходи керування	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність)протоколи
			Вимірювання або спостереження	Прилади, використовують для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оцінює результат		
ОПП 1.5 Фільтрування готового напою	Ф- Потрапляння часток фільтру	Перевірка та догляд за обладнанням програми перед-умови по догляду та зміні обладнання	Візуально	Датчик виміру кількості рідини ,що пройшла крізь фільтр	Раз у квартал	Інженер-технолог	Протоколи перевірки обладнання та заміни фільтрів	Зупинення процесу, заміна фільтра, повторення процесу

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Розроблена технологічна та апаратурна схеми виробництва новітнього напою на основі хлорофілу.

2. У результаті аналізу небезпечних чинників виробництва новітнього напою на основі хлорофілу виявлено наступні суттєві небезпечні чинники: мікроорганізми, сторонні предмети.

3. Здійснено аналіз та ідентифікацію потенційно небезпечних чинників технології виробництва новітнього напою на основі хлорофілу, розроблено план НАССР виробничого процесу, до якого віднесено операції пастеризації (біологічний небезпечний чинник) та фільтрування (фізичний небезпечний чинник).

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Охорона праці

Організація роботи з охорони праці на підприємствах повинна здійснюватися у відповідності із Законами України “Про охорону праці”, “Про пожежну безпеку”, “Про забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення” і чинними положеннями про службу охорони праці і службу пожежної безпеки.

Територія, виробничі, допоміжні і підсобні приміщення, устаткування, технологічні процеси, транспортні засоби підприємств повинні відповідати вимогам, що забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці. Ці вимоги включають безпечне використання території, виробничих, підсобних і допоміжних приміщень, безпечну експлуатацію устаткування і механізмів, організацію технологічних процесів, захист працівників від впливу шкідливих і небезпечних виробничих чинників, утримання виробничих приміщень і робочих місць відповідно до санітарно-гігієнічних норм і правил, улаштування санітарно-побутових приміщень.

Забороняється введення в дію підприємств, на яких не забезпечено у повному обсязі додержання всіх екологічних вимог і виконання заходів, передбачених у проектах на будівництво та реконструкцію.

Розробка нових технологій, засобів виробництва, засобів колективного і індивідуального захисту працюючих повинні проводитись з урахуванням вимог щодо охорони праці. Забороняється впровадження нових технологій і зазначених засобів без попередньої експертизи проектної документації на їх відповідність нормативним актам про охорону праці.

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби і технологічні процеси, що впроваджуються у виробництво і в стандартах на які є вимоги щодо забезпечення безпеки праці, життя і здоров'я людей, повинні мати сертифікати, що засвідчують безпеку їх використання, видані у встановленому порядку.

Для організації і контролю безпеки праці на підприємстві повинна функціонувати служба охорони праці, діяльність якої повинна регламентуватись відповідним положенням, розробленим на підприємстві і затвердженим у встановленому порядку. З кількістю працюючих меншою 50 чоловік функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства і повинна прирівнюватися до основних виробничо-технічних служб підприємства.

Для безпечного виконання робіт на підприємстві повинні розроблятися і затверджуватись у встановленому порядку: інструкції з охорони праці для працівників за професіями або при виконанні окремих видів робіт; 13 загально об'єктна інструкція про заходи пожежної безпеки та інструкції для всіх вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень (цехів, дільниць, складів тощо). Ці інструкції мають вивчатися під час проведення протипожежних інструктажів, проходження пожежно-технічного мінімуму, а також у системі виробничого навчання.

При проектуванні, будівництві, реконструкції і експлуатації підприємств, опрацюванні нових технологічних процесів і типів устаткування повинні бути передбачені заходи, що виключають перевищення допустимих меж впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників, зокрема: а) група фізичних чинників; б) група хімічних чинників; в) психофізіологічні чинники.

Виробничі приміщення, де проводяться технологічні процеси з виділенням пилу, шкідливих парів та газів повинні бути відокремлені. В окремих приміщеннях слід розташовувати склади харчових продуктів, пахучих нехарчових речовин, мийних і дезінфікуючих засобів.

Висота основних виробничих приміщень повинна бути не менша ніж 4,8 м, а приміщень енергетичного і транспортно-складського господарства - не менша ніж 3 м до конструкцій перекриттів, що виступають.

Уздовж внутрішнього боку застеклення світлоаераційних ліхтарів має бути захисна металева сітка.

На території підприємства, крім основних будівель і споруд, повинні влаштуватися: площадки для зберігання напівфабрикатів; площадки для зберігання тари; площадки для очищення обігової тари від бруду, сміття і пилу; площадки для розміщення металевих контейнерів, що зачиняються, для збирання і тимчасового зберігання відходів виробництва і сміття.

Устаткування повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 12.2.064-81, ГОСТ 12.1.010-76; ГОСТ 12.2.124-90, ГОСТ 12.1.004-91, ДСТУ 3235-95, Санітарних правил організації технологічних процесів та гігієнічних вимог до виробничого обладнання, ПУЕ, нормативно-технічної документації заводів-виготовлювачів і цих Правил.

У кожному цеху повинен бути журнал для записів результатів оглядів, відміток про регулювання і ремонт контрольно-вимірювальних приладів і приладів автоматики.

Терміни перевірки приладів, установлених на устаткуванні, у мережах автоматики, на трубопроводах тощо, визначаються підприємством у залежності від конкретних умов експлуатації, але не рідше одного разу в 6 місяців.

Технологічні процеси на підприємстві повинні здійснюватися у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ 12.2.061-81, ДСТУ 3235-95, Санітарних правил організації технологічних процесів та гігієнічних вимог до виробничого обладнання, цих Правил та іншої чинної нормативної документації, затвердженої у встановленому порядку.

5.2 Охорона навколишнього середовища

Діяльність підприємств щодо захисту навколишнього природного середовища повинна регламентуватись вимогами закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”, ГОСТ 17.2.3.02-78, ГОСТ 17.0.0.04-90, СН 245-71, Санітарних правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами –

СанПіН 1166-74, ВНТП 12-91К, цих Правил, інших чинних нормативних документів та методик.

Підприємства, незалежно від часу введення їх у дію, повинні бути обладнані спорудами, устаткуванням і пристроями для очищення викидів і скидів та їх знешкодження, зменшення впливу шкідливих факторів на навколишнє природне середовище.

Підприємство по виготовленню напою функціонального безалкогольного з додаванням хлорофілу та екстракту меліси має такі відходи виробництва : стічні води від промивання обладнання та обробки сировини і перетворення у напій, пусті мішки з під цукру та лимонної кислоти, ароматизатору , браковані заготовки пакування тощо.

РОЗДІЛ 6 ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ

Обґрунтування проекту та визначення прибутку від його реалізації

Перспективним з точки зору економічного ефекту та можливої комерціалізації наукових досліджень є впровадження технології виробництва концентрованого напою на основі стабілізованого хлорофілу с ароматом меліси на діючому підприємстві.

Обґрунтування перспективності проекту з точки зору його комерційного успіху передбачає використання відповідних інструментів стратегічного аналізу, серед яких SWOT-аналіз є одним з найбільш ефективних та використовуваних.

SWOT-аналіз для проекту виробництва концентрованого напою на основі стабілізованого хлорофілу с ароматом меліси може бути представленим наступним чином:

Strengths (Сильні сторони)

Інноваційність продукту: продукт є інноваційним на ринку, оскільки комбінує в собі корисні властивості стабілізованого хлорофілу та аромату меліси, що може привертати увагу споживачів, які шукають альтернативні, здорові напої.

Здоровий характер: Хлорофіл має відомі корисні властивості для організму, такі як детоксикація і підвищення енергії, і це може зацікавити цільову аудиторію, що прагне підтримувати здоровий спосіб життя.

Аромат меліси: Меліса відома своїм приємним ароматом та впливом на психічний стан. Це може додати вартості продукту та зробити його більш привабливим для споживачів.

Можливість розширення лінійки продуктів: На основі запропонованого продукту є можливість розробки інших варіації з різними смаками або додатковими корисними складовими, що відкриває перспективи для подальшого росту бізнесу.

Попит на здорові продукти: Споживачі стають все більше свідомими щодо свого здоров'я, і це може підтримати попит на продукти, які обіцяють користь для здоров'я.

Зважаючи на ці сильні сторони, можливий проект виробництва концентрованого напою на основі стабілізованого хлорофілу з ароматом меліси має потенціал бути привабливим для споживачів та відзначатися на ринку як інноваційний та корисний продукт.

Weaknesses (Слабкі сторони)

Високі витрати на дослідження та розробку: Для створення стабілізованого хлорофілу та змішування його з ароматом меліси можуть знадобитися значні інвестиції в подальші дослідження та розробку нових технологій.

Конкуренція з іншими напоями: Ринок напоїв дуже конкурентний, і досліджуваному продукту доведеться конкурувати з існуючими аналогами та конкурентами, які також можуть пропонувати здорові альтернативи.

Обмежена цільова аудиторія: Напій на основі хлорофілу та меліси може бути спрямований на обмежену цільову аудиторію, яка цінує здоровий спосіб життя та особливий смак. Це може обмежити потенційний обсяг ринку.

Відсутність попиту: Інноваційні продукти завжди несуть ризик того, що споживачі не будуть цінувати або розуміти їх користь. Відсутність попиту може призвести до низьких продажів.

Можливі проблеми з виробництвом: Виробництво стабілізованого хлорофілу та зберігання його в стабільному стані може вимагати спеціалізованої обладнання та контролю якості, що може бути складним завданням.

З урахуванням цих слабких сторін, проект виробництва концентрованого напою на основі стабілізованого хлорофілу з ароматом меліси вимагатиме уважного планування, досліджень і управління ризиками, а також впевненості в попиті на такий продукт серед цільової аудиторії.

Opportunities (Можливості)

Зростаючий інтерес до здорового способу життя: Останнім часом споживачі стають більш свідомими щодо свого здоров'я і харчування. Продукти, які обіцяють користь для здоров'я, мають можливість знайти свою аудиторію.

Популярність природних інгредієнтів: Стабілізований хлорофіл та аромат меліси є природними складовими, що може бути важливим фактором для споживачів, які шукають натуральні продукти.

Тренд на екологічну відповідальність: Ініціативи зі збереження навколишнього середовища та сталий спосіб виробництва можуть бути важливими для бренду продукту, зокрема в переконанні споживачів.

Можливість для розширення лінійки продуктів: За допомогою досліджуваного продукту можуть бути розроблені інші варіації напоїв з різними смаками або додатковими корисними складовими, що розширює можливості для росту бізнесу.

Розвиток інтернет-торгівлі: З розвитком електронної комерції і соціальних медіа, ви маєте можливість ефективно просувати і продавати свій продукт онлайн, звертаючись до різних місць і аудиторій.

Ці зовнішні можливості вказують на потенціал успіху проекту. Однак важливо бути свідомими щодо загроз і конкуренції на ринку, а також ретельно планувати стратегію маркетингу та виробництва, щоб максимізувати переваги, які пропонує досліджуваний інноваційний продукт.

Threats (Загрози)

Конкуренція на ринку: Напій конкуруватиме з іншими напоями та здоровими альтернативами, що може зробити важким проникнення на ринок та привертання уваги споживачів.

Невизначеність щодо реакції споживачів: Інноваційні продукти завжди несуть ризик того, що споживачі можуть не прийняти їх або не розуміти їх користь, що може вплинути на продажі.

Зміни в законодавстві і регулюванні: Зміни в правилах щодо харчових добавок або етикетування продуктів можуть вплинути на виробництво і маркетинг продукту, а також збільшити витрати на відповідність з вимогами.

Можливість імітації продукту: Інші компанії можуть швидко намагатися створити схожі продукти, особливо якщо вони побачать попит на такий напій.

Економічні фактори: Загальний стан економіки може вплинути на споживчі витрати, що може вплинути на попит на продукт.

Ці загрози важливо враховувати при розробці стратегії для проекту. Для мінімізації ризиків важливо провести докладний аналіз ринку, мати гнучкий план реагування на зміни у внутрішньому і зовнішньому середовищі та ретельно планувати маркетингові та виробничі кроки.

Аналіз наведеної вище інформації дозволяє зробити висновок про потенційно високі шанси комерційного успіху проекту виробництва концентрованого напою на основі стабілізованого хлорофілу с ароматом меліси на діючому підприємстві, адже перелічені слабкі сторони та загрози не є визначальними в рамках даного проекту з урахуванням значного досвіду, наявності технічних та технологічних рішень на підприємстві.

Визначення обсягу виробної продукції та доходів від її реалізації.

З урахуванням високого ступеня невизначеності ринкового середовища та потенційного попиту на нову продукції, а також пілотності проекту, заплануємо обсяги виробництва продукції в розмірі 80 тонн на рік.

При конкурентній ціні 1 тони напою на основі стабілізованого хлорофілу с ароматом меліси в розмірі 45 грн (без ПДВ та торгівельної націнки) плановий обсяг виробленої продукції у вартісному виразі (дохід) складе:

$$РП = 80 * 45 = 3600 \text{ тис. грн.}$$

Визначення додаткових витрат в результаті реалізації проекту

Додаткові витрати, які пов'язані з комерційною реалізацією проекту, пов'язані з необхідністю установки нового устаткування, додатковими витратами матеріальних ресурсів, зростанням витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи, а також рядом інших, переважно, накладних витрат.

Визначимо зміну поточних витрат підприємства (собівартість нової продукції) в розрізі елементів витрат, а саме:

- матеріальні витрати (витрати сировини, основних та допоміжних матеріалів, тари та пакування, енергоресурсів на технологічні цілі);
- витрати на оплату праці,
- відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок),
- амортизація
- інші витрати.

Визначимо спочатку прямі матеріальні витрати (витрати на сировину та матеріали) виходячи з рецептури впроваджуваної продукції (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Розрахунок витрат сировини та матеріалів на виробництво напою на основі стабілізованого хлорофілу з ароматом меліси

Сировина	Кількість на 1 тону (без врахування втрат)	Ціна, грн/кг	Вартість на 1 тону, грн
1. Хлорофіл стабілізований – трансферт	10	200	2000
2. Вода підготована	950	5,5	5225
3. Інша додаткова сировина (20% від вартості основної)			1445
Разом	-		8670

Загальна вартість сировини на плановий обсяг виробництва складе $8670 \cdot 80 / 1000 = 693,6$ тис. грн.

До складу прямих матеріальних витрат включаються також витрати на транспортування сировини, тару та пакування, частина технологічних та організаційних втрат, витрати на допоміжні матеріали. Дана частина витрат через ряд

об'єктивних причин не може бути визначена прямим шляхом (через нормування), а тому доцільним в даному випадку є непряме визначення зазначених витрат.

Заплануємо зазначені витрати в розмірі 20% від прямих витрат на сировину (визначені прямим шляхом):

$$M_{\text{Він}} = 693,6 * 0,2 = 138,7 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, загальний розмір прямих матеріальних витрат складе:

$$M_{\text{В}} = 693,6 + 138,7 = 832,3 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на оплату праці та відповідні відрахування на соціальні заходи з урахуванням незначного планового зростання обсягів виробленої продукції, не зміняться, за виключенням додаткових витрат на оплату праці та відрахування на соціальні заходи, викликані установкою нового устаткування, що буде визначено нижче.

Зміна амортизаційних витрат також викликана установкою нового устаткування та буде визначена нижче.

Виходячи із складу можливих витрат, які включаються до «інших» та сутності впроваджуваного проекту, даний елемент витрат включатиме роялті – плату (щорічну) за використання об'єкту інтелектуальної власності, тобто плату за впровадження винаходу у виробництво. З огляду на практику залучення подібних об'єктів інтелектуальної власності (винаходи, корисні моделі) заплануємо даний вид витрат в розмірі 5% від обсягів виробленої продукції, що складе $3600 * 0,05 = 180,0$ тис. грн.

Реалізація проекту також можливо потребуватиме залучення позикових коштів та, відповідно, виплати відсотків по ним, що також визначатиме загальний розмір «інших» витрат. З урахуванням того, що загальні інвестиційні витрати, а отже необхідність залучення кредитних ресурсів, будуть визначені нижче, потребу в кредитних ресурсах та можливі відсотки за ними, також визначимо нижче.

Далі визначимо зміну поточних витрат, викликану установкою нового устаткування, а саме:

- амортизація устаткування;
- витрати на поточний ремонт устаткування;
- витрати на утримання та експлуатацію устаткування;
- витрати на енергоресурси, що споживаються устаткуванням (відповідно до норм споживання, терміну використання та тарифів);
- витрати на оплату праці (відповідно до норм обслуговування устаткування та тарифних ставок);
- відрахування на соціальні заходи (22% від витрат на оплату праці).

Техніко-економічна характеристика впроваджуваного устаткування наведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Техніко-економічна характеристика впроваджуваного устаткування

Показник	Устаткування						
	Насос	Збірник резервуар	Деаератор-пастеризатор	Елеватор просіювач з магнітним уловлювачем	Вузол знезараження води	Вузол пом'якшення води	Лінія розливу та пакування
Кількість	3	1	1	1	1	1	1
Потужність струмоприймачів (споживання електроенергії), кВт/год	1,0	-	2,0	3,5	1,5	1,5	5,0
Чисельність обслуговуючого персоналу (норма обслуговування), осіб	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ціна придбання устаткування, грн	2000	10000	55000	45000	70000	70000	250000

Нормативно-довідкова інформація, використовувана при розрахунках представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Нормативно-довідкова інформація використовувана для розрахунків

Показники	Значення
1. Норматив відрахувань у соціальні фонди (єдиний соціальний внесок), % від основної й додаткової зарплати.	22
2. Норма амортизації устаткування, %	20
3. Норма витрат на ремонтні роботи устаткування, %	3,0
4. Норма витрат по утриманню й експлуатації устаткування, %	1,5
5. Річний фонд робочого часу, годин	2000
6. Собівартість 1 кВт/год електроенергії, грн	3,45
7. Коефіцієнт використання інженерного ресурсу	0,8
8. Годинна тарифна ставка (4 розряд), грн	62,8

Для розрахунку витрат по експлуатації устаткування зробимо розрахунок капітальних вкладень (інвестицій) по устаткуванню.

Капіталовкладення по устаткуванню (I_y) будуть сумою наступних видів витрат:

- вартість устаткування (C);
- транспортні витрати (T_p) – 3% від вартості устаткування;
- монтажні роботи (M_n) – 4% від вартості устаткування;
- інші витрати (I_n) – 3% від вартості устаткування;

$$I_y = (2000 \cdot 3 + 10000 + 55000 + 45000 + 70000 + 70000 + 250000) + (2000 \cdot 3 + 10000 + 55000 + 45000 + 70000 + 70000 + 250000) \cdot 0,03 + (2000 \cdot 3 + 10000 + 55000 + 45000 + 70000 + 70000 + 250000) \cdot 0,04 + (2000 \cdot 3 + 10000 + 55000 + 45000 + 70000 + 70000 + 250000) \cdot 0,03 = 556600 \text{ грн.}$$

Амортизація впроваджуваного устаткування:

$$A_y = 556600 \cdot 0,20 = 111320 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонтні роботи із впроваджуваного устаткування:

$$P_y = 556600 \cdot 0,03 = 16698 \text{ грн.}$$

Витрати по утриманню й експлуатації впроваджуваного устаткування:

$$C_{ue} = 556600 * 0,015 = 8349 \text{ грн.}$$

Витрати по електроенергії, що споживається устаткуванням (табл. 6.4)

Таблиця 6.4 – Витрати по електроенергії, що споживається устаткуванням

Найменування енергоресурсу	Од. вим.	Річне споживання	Вартість одиниці	Річні витрати
Електроенергія	кВт/год	$2000 * (1,0 * 3 + 2,0 + 3,5 + 1,5 + 1,5 + 5,0) * 0,8 = 26400$	3,45	91080

Основна і додаткова заробітна плата робітників, що обслуговують устаткування (Зод):

$$Зод = ТС_{год} * (1 + К_{пд}) * Фр * (1 + Кд),$$

де $ТС_{год}$ – годинна тарифна ставка, грн.

$Фр$ – річний фонд робочого часу одного працівника, годин

$К_{пд}$ – коефіцієнт для визначення премій і доплат, 0,2

$Кд$ – коефіцієнт для визначення додаткової заробітної платні, 0,15.

$$Зод = 62,8 * (0,5 + 0,5) * (1 + 0,15) * (1 + 0,2) * 2000 * (0,1 * 3 + 0,2 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5) = 519984 \text{ грн.}$$

Відрахування до соціальних фондів на основі заробітної платні робітників, що обслуговують устаткування (єдиний соціальний внесок) ($Всф$):

$$Всф = 519984 * 0,22 = 114396,5 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 визначимо сумарні поточні витрати по устаткуванню.

Таблиця 6.5 – Сумарні витрати за рік по впроваджуваному устаткуванню

Найменування	Сума, грн
Амортизація устаткування	111320,0
Витрати на ремонтні роботи по устаткуванню	16698,0
Витрати по утриманню й експлуатації устаткування	8349,0
Витрати по електроенергії, що споживається устаткуванням	91080,0
Основна й додаткова зарплата робітників, що обслуговують устаткування	519984,0

Відрахування в соціальні фонди на основі зарплати робітників, що обслуговують устаткування (єдиний соціальний внесок)	114396,5
Разом	861827,5

До складу виробничої собівартості продукції окрім визначених вище витрат, включаються «загальновиробничі витрат» – комплексні (багатоелементні) витрати, розмір яких визначимо непрямым шляхом в розмірі 30% від суми поточних витрат, розрахованих вище, за виключенням прямих матеріальних витрат та роялті (не є структурним елементом виробничої собівартості):

$$V_z = 861,8 * 0,3 = 258,5 \text{ тис. грн.}$$

Виробнича собівартість

Виробничу собівартість визначимо як суму усіх попередніх витрат (витрат по усіх попередніх статтях окрім роялті).

$$C_{\text{вир}} = 832,3 + 861827,5/1000 + 258,5 = 1952,7 \text{ тис. грн.}$$

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності, проценти за кредитом.

Адміністративні витрати (Вадм), витрати на збут (Взб), інші операційні витрати (Він) визначимо непрямым шляхом в розмірах 10%; 15% та 5% відповідно від виробничої собівартості.

$$V_{\text{адм}} = 1952,7 * 0,10 = 195,3 \text{ тис. грн;}$$

$$V_{\text{зб}} = 1952,7 * 0,15 = 292,9 \text{ тис. грн;}$$

$$V_{\text{ін}} = 1952,7 * 0,05 = 97,6 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок повної собівартості продукції представимо в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Розрахунок повної собівартості продукції

Стаття витрат	Сума, тис. грн
Сировина та інші прямі матеріальні витрати	832,3
Енергоресурси на технологічні цілі	91,1
Основна і додаткова заробітна плата	520,0
Відрахування на соціальні заходи	114,4
Амортизація обладнання	111,3

Загальновиробничі витрати	258,5
Інші витрати	25,0
Виробнича собівартість	1952,7
Адміністративні витрати	195,3
Витрати на збут	292,9
Інші витрати основної діяльності (в т.ч. роялті)	277,6
Повна собівартість	2718,5

Визначення прибутку

Плановий прибуток визначимо як різницю між обсягами реалізації продукції (РП) та повною собівартістю (Спов) за формулою:

$$\Pi = \text{РП} - \text{Спов}$$

$$\Pi = 3600,0 - 2718,5 = 881,5 \text{ тис. грн.}$$

Планова рентабельність продукції складе:

$$\text{Рпр} = \Pi / \text{Сповн} * 100\% = 881,5 / 2718,5 * 100\% = 32,4\%$$

Плановий чистий прибуток в результаті реалізації проекту складе:

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi * 0,18,$$

де 0,18 – відсоткова ставка податку на прибуток, %

$$\text{ЧП} = 881,5 - 881,5 * 0,18 = 722,8 \text{ тис. грн.}$$

Оцінка економічної ефективності проекту

Для оцінки економічної ефективності проекту визначимо загальну суму інвестиційних витрат (Ізаг).

$$\text{Ізаг} = \text{Іін} + \text{Івир}$$

де Іін – інноваційний бюджет;

Івир – інвестиції в виробництво для впровадження результатів НДР.

Інноваційний бюджет (Іін) визначимо наступним чином:

$$\text{Іін} = \text{Вкон} + \text{Цндр} + \text{Векс} + \text{Всерт} + \text{Впат},$$

де Вкон – витрати на формування концепції (30% від Цндр);

Цндр – ціна НДР;

Векс – витрати на експериментальне дослідження (50% від Цндр);

Всерт – витрати на сертифікацію (10% від Цндр);

Впат – Витрати на патентування (20% від Цндр).

Основою інноваційного бюджету є ціна НДР (Цндр).

Ціну НДР визначимо за формулою:

$$\text{Цндр} = \text{Вндр} + \text{П} + \text{ПДВ},$$

де Вндр – затрати на проведення НДР;

П – прибуток від НДР (планова рентабельність 20%);

ПДВ – податок на додану вартість (20%).

Вндр визначаємо на основі витрат на проведення НДР, які складаються із наступних статей: матеріали, паливо та енергія, заробітна плата (основна и додаткова), відрахування на соціальні заходи, амортизаційні відрахування, інші і накладні витрати.

Витрати на сировину

Витрати на сировину визначаємо виходячи із необхідних матеріалів для проведення дослідів. Результати наведені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Розрахунок вартості сировини

Вид сировини	Витрати, кг	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
Листя меліси	1,5	100	150

Затрати на допоміжні матеріали:

- посуд скляний 350 грн;
- хімічні реактиви 400 грн;
- середовища для мікробіологічних досліджень 200 грн;
- арабіногалактан 300 грн;
- канцелярські витрати 300 грн.

Загальні затрати на сировину і додаткові матеріали для проведення дослідів складуть:

$$V_{\text{мат заг}} = 150 + 350 + 400 + 200 + 300 + 300 = 1700 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію визначимо за формулою:

$$V_{\text{ел}} = \Sigma (\tau * \eta) * T,$$

де τ – кількість годин роботи приладу, год

η – паспортна потужність електродвигуна приладу, кВт

T – тариф на електроенергію (3,45) грн / кВт*год

Таблиця 6.8 – Витрати на електроенергію

Найменування устаткування	Потужність електродвигуна, кВт	Час експлуатації обладнання, год	Витрата електроенергії, кВт*год
Подрібнювач листя	1,0	2	2
Центрифуга	1,5	10	15
Холодильник	0,5	20	10
Разом			17

$$V_{\text{ел}} = 17 * 3,45 = 58,7 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату

Витрати по заробітній платі визначаються як сума заробітної плати усіх учасників НДР. Склад учасників, ступінь їх участі у НДР та заробітна плата наведені у таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Розрахунок оплати праці усіх учасників НДР

Учасники НДР	Заробітна плата, грн/міс	Тривалість роботи, міс	Ступінь участі, %	Оплата праці за НДР, грн
Студент-дослідник	7500	3	100	22500
Науковий керівник	16000	3	20	9600
Науковий керівник з економічної кафедри	14000	3	5	2100
Лаборант	9000	3	50	13500
Всього				47700,0
Єдиний соціальний внесок 22%				10494,0

Амортизаційні відрахування

Обладнанням користуються в лабораторії університету протягом 3 місяців. Норма амортизації складає 20% на рік від вартості технологічних машин та механізмів і 5% від вартості приміщення.

$$A = A_o + A_{\text{п}}$$

де A_o – амортизаційні відрахування при використанні обладнання;

$A_{\text{п}}$ – амортизаційні відрахування при використанні приміщення.

$$A_o = C_o * 0,2$$

де C_o – ціна обладнання

$$C_o = C_{\text{подр}} + C_{\text{цент}} + C_{\text{холод}}$$

В таблиці 6.10 наведена вартість лабораторного обладнання.

Таблиця 6.10 – вартість лабораторного обладнання

№	Назва обладнання	Вартість лабораторного обладнання, грн
1	Подрібнювач листя	8000
2	Центрифуга	12000
3	Холодильник	9000
Разом		29000

Амортизація обладнання становитиме:

$$A_o = 29000 * 0,2 = 5800 \text{ грн/рік.}$$

Амортизація приміщення (річна)

$$A_{\text{п}} = C_{\text{п}} * S * 0,05$$

де $C_{\text{п}}$ – ціна за 1 м² приміщення (12000 грн.)

S – площа лабораторії (46 м²)

$$A_{\text{п}} = 12000 * 46 * 0,05 = 27600 \text{ грн.}$$

Виходячи з того що обладнання і лабораторія використовується 3 місяці, амортизаційні відрахування, які включатимуться у витрати НДР, складуть:

$$A_o = 5800 * 3/12 = 1450 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{п}} = 27600 * 3/12 = 6900 \text{ грн}$$

$$A = 1450 + 6900 = 8350 \text{ грн.}$$

Інші витрати

Інші витрати заплануємо в розмірі 10% від суми розрахованих вище витрат НДР:

$$Він = 0,1 * (1700 + 58,7 + 47700,0 + 10494,0 + 8350,0) = 6830,3 \text{ грн.}$$

Накладні витрати заплануємо в розмірі 20% від суми витрат НДР за статтями 1-6:

$$Внакл = 0,2 * (1700 + 58,7 + 47700,0 + 10494,0 + 8350,0 + 6830,3) = 15026,6 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.11 визначимо загальні інноваційні витрати по проекту.

Таблиця 6.11 – загальні інноваційні витрати по проекту

№	Найменування	Сума, грн
1	Сировина і матеріали	1700,0
2	Електроенергія	58,7
3	Заробітна плата	47700,0
4	Відрахування на соціальні заходи	10494,0
5	Амортизація	8350,0
6	Інші витрати	6830,3
7	Накладні витрати	15026,6
Разом		90159,5

Таким чином, витрати НДР складуть 90159,5 грн.

Розрахуємо ціну НДР.

Ціна НДР складає:

$$Цндр = Вндр + Пндр + ПДВндр$$

$$Пндр = Вндр * 0,2 = 90159,5 * 0,2 = 18031,9 \text{ грн.}$$

$$ПДВндр = (Вндр + Пндр) * 0,2 = (90159,5 + 18031,9) * 0,2 = 21638,3 \text{ грн.}$$

$$Цндр = 90159,5 + 18031,9 + 21638,3 = 129829,7 \text{ грн.}$$

Визначимо нижче інші складові інноваційного бюджету.

$$Вкон = 129829,7 * 0,3 = 38948,9 \text{ грн.}$$

$$Векс = 129829,7 * 0,5 = 64914,8 \text{ грн.}$$

$$Всерт = 129829,7 * 0,1 = 12982,9 \text{ грн.}$$

$$Впат = 129829,7 * 0,2 = 25965,9 \text{ грн.}$$

Інноваційний бюджет складе:

$$I_{ін} = 129829,7 + 38948,9 + 64914,8 + 12982,9 + 25965,9 = 272642,3 \text{ грн} = 272,6 \text{ тис.}$$

грн.

Визначення інвестицій для впровадження у виробництво:

$$I_{вир} = I_{овф} + I_{ок} + I_{рек}$$

де $I_{оз}$ – інвестиції в основні засоби;

$I_{ок}$ – інвестиції у оборотні кошти;

$$I_{оз} = I_{буд} + I_{уст}$$

де $I_{буд}$ – інвестиції в будівництво ($I_{буд} = 0$);

$I_{уст}$ – інвестиції в устаткування (556,6 тис. грн).

Інвестиції у оборотні кошти заплануємо у розмірі 10% від доходу від реалізації продукції:

$$I_{ок} = 3600 * 0,1 = 360 \text{ тис. грн.}$$

Інвестиції у виробництво:

$$I_{вир} = 556,6 + 360 = 916,6 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума інвестиційних витрат:

$$I = I_{ін} + I_{вир} = 916,6 + 272,6 = 1189,2 \text{ тис. грн.}$$

Економічну ефективність та інвестиційну привабливість впровадження проекту оцінимо за показником строку окупності інвестицій (Т):

$$T = I / \text{ЧП} \leq 3$$

де I – інвестиції на реалізацію проекту;

ЧП – чистий прибуток від реалізації проекту.

Якщо дане співвідношення виконується то можна вважати інвестиції ефективними.

В даному випадку $T = 1189,2 / 722,8 = 1,64$ року.

Таким чином, можна стверджувати, що проект є ефективним.

В таблиці 6.12 наведемо основні показники реалізації проекту.

Таблиця 6.12 – Основні техніко-економічні показники проекту

Показник	Значення
1.Обсяг реалізації продукції, тис. грн	3600,0
2. Інвестиції в розробку інновації, тис. грн	272,6
3. Інвестиції для впровадження інновацій у виробництво, тис. грн, в т.ч.	916,6
інвестиції в основні засоби, тис. грн	556,6
інвестиції в оборотні кошти, тис. грн	360,0
4. Собівартість продукції, тис. грн	2718,5
5. Прибуток від реалізації проекту, тис. грн	881,5
6. Чистий прибуток від реалізації проекту, тис. грн	722,8
7. Рентабельність продукції, %	32,4
8. Термін окупності інвестицій, років	1,65
9. Рентабельність інвестицій, %	60,8

Висновки до розділу 6

Проведені в роботі розрахунки свідчать про високу економічну ефективність та інвестиційну привабливість запропонованого проекту, а саме:

- обсяг реалізованої продукції становитиме 3600 тис. грн при її собівартості 2718,5 тис. грн, що дозволить отримати прибуток в розмірі 881,5 тис. грн;
- необхідні для впровадження проекту інвестиційні витрати в розмірі 1189,2 тис. грн окупляться протягом 1,65 року, тобто менше 3 років, що є ознакою високої інвестиційної привабливості проекту.

Таким чином, можна зробити висновок про господарську доцільність практичної реалізації запропонованого проекту.

ВИСНОВКИ

Провели аналіз літературних даних про існуючі види зеленого пігменту хлорофілу, способи його видобування та методи екстракції, а також методи стабілізації та застосування пігменту у харчовій промисловості.

Отримано водорозчинний комплекс хлорофілу, який виділено з зелених відходів консервного виробництва, а саме з стручків горошку з арабіногалактаном. Досліджено послідовність внесення компонентів. Визначено оптимальні умови отримання комплексу: співвідношення водорозчинного розчину арабіногалактану та спиртового розчину хлорофілу у співвідношенні 1:3, концентрація арабіногалактану 10 мг/см³ та хлорофілу 33,6 мг/см³, вихід біля 68 %. Отриманий комплекс мав зелений колір притаманний хлорофілу який розчинявся у воді.

Визначено фізико-хімічні властивості отриманого комплексу в порівнянні з нативним хлорофілом. На відміну від нативного, хлорофіл у складі комплексу є більш стабільним і не руйнується у кислому середовищі та при термічній обробці, що є перспективним при розробці безалкогольних напоїв.

Проведено моделювання рецептур безалкогольного напою на основі екстрактів меліси та водорозчинного комплексу. У процесі дослідження розроблено рецептури, визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Розробили технологію безалкогольного напою на основі ментоловмісної сировини та екстракту лайма з включенням стабілізованого водорозчинного хлорофілу.

У результаті аналізу небезпечних чинників виробництва новітнього напою на основі хлорофілу виявлено наступні суттєві небезпечні чинники: мікроорганізми, токсичні речовини, сторонні предмети.

Здійснено аналіз та ідентифікацію потенційно небезпечних чинників технології виробництва новітнього напою на основі хлорофілу, розроблено план НАССР виробничого процесу, до якого операції пастеризації (біологічний небезпечний чинник) та фільтрування(фізичний небезпечний чинник). Описати

основні положення охорони праці та довкілля на підприємстві по виробництву безалкогольних напоїв.

Наведені основні положення норм безпеки і охорони праці на підприємствах по виробництву безалкогольних напоїв.

Проведені в роботі розрахунки свідчать про високу економічну ефективність та інвестиційну привабливість запропонованого проекту, а саме:

- обсяг реалізованої продукції становитиме 3600 тис. грн при її собівартості 2718,5 тис. грн, що дозволить отримати прибуток в розмірі 881,5 тис. грн;
- необхідні для впровадження проекту інвестиційні витрати в розмірі 1189,2 тис. грн окупляться протягом 1,65 року, тобто менше 3 років, що є ознакою високої інвестиційної привабливості проекту.

Таким чином, можна зробити висновок про господарську доцільність практичної реалізації запропонованого проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андріанова Ю. Е. Хлорофіл і продуктивність рослин. - М.: Наука, 2000.
2. Tanaka, A et al. "Chlorophyll a oxygenase (CAO) is involved in chlorophyll b formation from chlorophyll a." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95,21 (1998)
3. Xu, H et al. "Chlorophyll b can serve as the major pigment in functional photosystem II complexes of cyanobacteria." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98,24 (2001)
4. Eggink, L L et al. "The role of chlorophyll b in photosynthesis: hypothesis." *BMC plant biology* 1 (2001)
5. Miyashita, Hideaki & Ikemoto, Hisato & Kurano, Norihide & Adachi, Kyoko & Chihara, Mitsuo & Miyachi, Shigetoh. (1996). Chlorophyll d as a major pigment. *Nature*.
6. Rüdiger W., Oster U., Schoch S., Klement H., Helfrich M. (1998) The Last Steps of Chlorophyll Biosynthesis. In: Garab G. (eds) *Photosynthesis: Mechanisms and Effects*. Springer, Dordrecht.
7. Cherepanov D.A et al. Evidence that chlorophyll f functions solely as an antenna pigment in far-red-light photosystem I from *Fischerella thermalis* PCC 7521. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*.
8. І.Ю.Фекета. Фізіологія рослин. Методичні вказівки з дисципліни фізіологія рослин для студентів спеціальності 6.130400 - лісове господарство—Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2011. – 56 с.
9. Zhong S, Bird A, Корес RE. Метаболізм і потенційна біоактивність хлорофілу і похідних металохлорофілу в шлунково-кишковому тракті. *Mol Nutr Food Res*. 2021;65(7): e2000761
10. Toyoda T, Cho YM, Mizuta Y, Akagi J, Nishikawa A, Ogawa K. A 13-week subchronic toxicity study of sodium iron chlorophyllin in F344 rats. *J Toxicol Sci*. 2014;39(1):109-119.

11. Miret S, Tascioglu S, van der Burg M, Frenken L, Klaffke W. In vitro bioavailability of iron from the heme analogue sodium iron chlorophyllin. *J Agric Food Chem.* 2010;58(2):1327-1332.

12. Ferreira, A.M.; Leite, A.C.; Coutinho, J.A.P.; Freire, M.G. Chlorophylls Extraction from Spinach Leaves Using Aqueous Solutions of Surface-Active Ionic Liquids. *Sustain. Hem.* 2021,2, 764–777.

13. [Электронне джерело] - <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125300>

14. Pedro Henrique Silva Miranda, Annanda Carvalho dos Santos, Bárbara Catarina Bastos de Freitas, Glêndara Aparecida de Souza Martins, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, Clarissa Damien - A scientific approach to extraction methods and stability of pigments from Amazonian fruits. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.047> [Электронне джерело]

15. Пилипенко А.Н. Научные основы технологии консервированных пищевых продуктов из листовых овощей: дисс. ... доктора техн. наук. / А.Н. Пилипенко. — Одесса, 1994. — 267 с

16. Block G. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence // *Nutr. Cancer.* — 1992. — Vol. 18. — P. 1—29.

17. Лебедева Т.С. Пігменти рослинного світу / Т.С. Лебедева, К.М. Ситник. — Київ: НД, 1986. — 86 с.

18. . Halliwell B. Reactive oxygen species and the central nervous system // *J. Neurochem.* — 1992. — Vol. 59. — P. 1609—1623.

19. Evaluating antimicrobial activities of *Acanthus ilicifolius* L. and *Heliotropium curassavicum* L against bacterial pathogens: an in-vitro study. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34756814/> - [Электронне джерело]

20. Heaton J.W. Kinetic model for chlorophyll degradation in green tissue // *J. Agr. and Food. Chem.* — 1996. — 44, № 2. — P.399—402.

21. Steet J.A. Quantification of color change resulting from pheofitination and non-enzymatic browning reaction in thermally processed green peas // *J. Agr. and Food. Chem.* — 1996. — Vol. 44, № 6. — P. 153—164.

22. Ames B. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging // Proc. Natl. Acad. Sci. — 1993. — Vol. 90. — P. 7915—7922.

23. Monreal M. Influence of critical storage temperatures on degradative pathways of pigments in green beans // J. Agric. Food Chem. — 2000. — V.41. — P.19—24.

24. Heaton J.W. Discoloration of coleslaw caused by chlorophyll degradation // J. Agric. Food Chem. — 1996. — Vol. 44. — P. 395 — 398.

25. Пилипенко А.Н. Наукові основи технології консервованих харчових продуктів із листових овочів: дисс. ... доктора техн. наук. / А.Н. Пилипенко. — Одеса, 1994. — 267 с.

26. 4 Delgado-Vargas F. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins and Betalains — characteristics, biosynthesis, processing and stability // Critical Rev. in Food Sci. and Nutr. — 2000. — Vol. 40, № 3. — P. 173—289.

27. Enhancement of the stability of chlorophyll using chlorophyll-encapsulated polycaprolactone microparticles based on droplet microfluidics - [Електронне джерело] <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125300>

28. Sarkar S., Manna M.S., Bhowmick T.K., Gayen K. Extraction of chlorophylls and carotenoids from dry and wet biomass of isolated *Chlorella Thermophila*: Optimization of process parameters and modelling by artificial neural network. *Process. Biochem.* 2020; 96:58–72.

doi: 10.1016/j.procbio.2020.05.025.

ДОДАТОК А – Опис основної сировини та інгредієнтів

Опис компоненту кристалізований екстракт лайму

Вид та назва компоненту	Кристалізований екстракт лайму
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до безпеки	ДСТУ ГОСТ 908:2006 «Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови»
Біологічні характеристики, які стосуються безпеки продукту	_____
Фізико-хімічні характеристики продукту	Масова частка лимонної кислоти моногідрата, не більш ніж 99,5 % Масова частка води, не більш ніж 7,5%
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпеки продукту	Масова частка сульфатної золи, не більш ніж 0,05 % Масова частка сульфатів, не більш ніж 0,015% Масова частка оксолатів, не більш ніж 0,01% Свинець 0,5 мг/кг миш'як 0,7 мг/кг
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	_____
Походження	Природне
Спосіб виробництва	Синтезування
Методи пакування та постачання	Лимонну кислоту, призначену для промислового застосування, упаковують в мішки-вкладиші та з поліетиленової плівки товщиною не менше 0,08 мм або інший плівки за чинною НД, що забезпечує герметичність і збереження продукції і дозволеного для використання для контакту з харчовими продуктами. Маса упаковки 25; 30 і 40 кг.
Умови зберігання	Вологість повітря не більш ніж 70%
Строк придатності до споживання / використання	Строк придатності 2 роки з дня виготовлення

Маркування	Споживче маркування повинно бути нанесено на етикетку і містити наступну інформацію: <ul style="list-style-type: none"> - повне найменування продукту; - код харчової добавки; - найменування підприємства-виробника та його адресу; - товарний знак (за наявності); - дату виготовлення; - номер партії; - масу нетто; - термін та умови зберігання; - позначення стандарту; - інформацію про сертифікацію.
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Готовий до використання
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначенням	Строк придатності , дата виготовлення , параметри виробництва , сертифікат якості

Опис компоненту вода питна

Вид та назва компоненту	Вода питна
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до безпеки	ДСТУ 7525:2014 Вимоги та методи контролювання якості води
Біологічні характеристики, які стосуються безпеки продукту	<p>Число бактерій в 1см³ за 37 °С – 20 КУО/см³</p> <p>Число бактерій в 1см³ за 22 °С - 20 КУО/см³</p> <p>Число бактерій групи кишкових паличок в 1 дм³ - відсутні</p> <p>Число термостабільних кишкових паличок у 100 см³ - відсутні</p> <p>Число патогенних мікроорганізмів в 1 дм³ - відсутні</p> <p>Число коліфагів в 1 дм³ - відсутні</p> <p>Синьогнійна паличка – відсутні</p>

	<p>Число патогенних кишкових найпростіших у 50 дм³ води – відсутність</p> <p>Число кишкових гельмінтів у 50 дм³ води – відсутність</p> <p>Мікроміцети – відсутність</p> <p>Хронічна токсичність – відсутність</p>
Фізико-хімічні характеристики продукту	<p>Водневий показник рН в межах 6,5 – 8,5</p> <p>Сухий залишок - 1000(1500) мг/дм³</p> <p>Жорсткість загальна - 1,5-7 ммоль/дм³</p> <p>Лужність загальна – не визначають</p> <p>Натрій - 200 мг/дм³</p>
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпеки продукту	<p>Нафтопродукти – 0,1 мг/дм³</p> <p>Феноли леткі – 0,001 мг/дм³</p> <p>Хлорфеноли – 0,0003 мг/дм³</p> <p>Алюміній – 0,02 мг/дм³</p> <p>Кадмій – 0,001 мг/дм³</p> <p>Ртуть – 0,0005 мг/дм³</p> <p>Бензол – 0,001 мг/дм³</p> <p>Пестициди – 0,0005 мг/дм³</p> <p>Трихлоретен – 0,01 мг/дм³</p>
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	_____
Походження	Артезіанська скважина
Спосіб виробництва	Доочищення
Методи пакування та постачання	_____
Умови зберігання	T – 0...5 °C
Строк придатності до споживання / використання	Не більше 24 годин
Маркування	_____
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Готовий до використання
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	сертифікати якості, що засвідчують безпеку води

Опис компоненту цукор білий

Вид та назва компоненту	Цукор білий
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до безпечності	ДСТУ 4623-2006 «Цукор білий. Технічні умови»
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	<p>Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г не більше ніж</p> <p>$1,0 * 10^3$</p> <p>Плісеневі гриби, КУО в 1 г не більше ніж $1,0 * 10$</p> <p>Дріжджі, КУО в 1 г не більше ніж</p> <p>$1,0 * 10$</p> <p>Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1 г не допускають</p> <p>Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Salmonella, в 25 г не допускають</p>
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	<p>ртуть 0,01 мг/кг</p> <p>миш'як 1,0 мг/кг</p> <p>свинець 0,5 мг/кг</p> <p>кадмій 0,05 мг/кг</p>
Фізико-хімічні характеристики продукту	<p>Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж 99,7</p> <p>Масова частка редукувальних речовин (в перерахуванні на суху речовину), %, не більше ніж 0,04</p> <p>Масова частка вологи, %, не більше ніж 0,06</p> <p>Масова частка золи(в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж 0,011 %</p> <p>Масова частка феродомішок, %, не більше ніж - 0,0003</p> <p>Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж - 0,3</p>
Склад багатокomпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	_____

Походження	Рослинне
Спосіб виробництва	Кристалізація
Методи пакування та постачання	Цукор транспортують у критих транспортних засобах та в контейнерах, транспортом усіх видів, відповідно до правил перевезення вантажів, чинних на транспорті даного виду, й без пакування в автомобілях-цукровозах і залізничних хоперах-зерновозах, пристосованих для перевезення кристалічного цукру, який спрямовують на промислове перероблення.
Умови зберігання	Відносна вологість та температурний режим
Строк придатності до споживання / використання	Термін придатності до споживання кристалічного цукру - 4 роки від дати виготовлення
Маркування	Спожиткову тару (пачки, коробки та пакети) з цукром маркують друкарським способом так, щоб назва продукту за розмірами літер відрізнялась від інших даних. Викладена інформація повинна бути зрозуміла, чітка і її можна було б легко сприймати та читати. Фарба, яку використовують, повинна бути незабруднювальною, не повинна просочуватись крізь упаковку і надавати цукру сторонніх запаху чи присмаку, швидко висихати, не змиватися і мати дозвіл центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	_____
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	Масова частка сахарози (поляризація), %, Дата виробництва Строк придатності Умови зберігання Масова частка вологи, %,

Опис екстракту меліси

Вид та назва компоненту	Екстракт меліси
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до безпеки	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна

Біологічні характеристики, які стосуються безпеки продукту	_____
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпеки продукту	_____
Фізико-хімічні характеристики продукту	_____
Склад багатокomпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	_____
Походження	Рослинне
Спосіб виробництва	Екстракція
Методи пакування та постачання	Екстракт меліси пакують у скляну тару різного об'єму.
Умови зберігання	Відносна вологість та температурний режим
Строк придатності до споживання / використання	Термін придатності до споживання кристалічного цукру - 2 роки від дати виготовлення
Маркування	<p>Спожиткову тару (пачки, коробки та пакети) з екстрактом маркують друкарським способом так, щоб назва продукту за розмірами літер відрізнялась від інших даних. Викладена інформація повинна бути зрозуміла, чітка і її можна було б легко сприймати та читати.</p> <p>Фарба, яку використовують, повинна бути незабруднювальною, не повинна просочуватись крізь упаковку і надавати цукру сторонніх запаху чи присмаку, швидко висихати, не змиватися і мати дозвіл центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.</p>
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	_____
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	_____

Опис водорозчинного комплексу

Вид та назва компоненту	Водорозчинний комплекс
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до безпеки	ТУ «Водорозчинний комплекс хлорофілу»

Біологічні характеристики, які стосуються безпеки продукту	_____
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпеки продукту	_____
Фізико-хімічні характеристики продукту	_____
Склад багатокomпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	_____
Походження	Рослинне
Спосіб виробництва	Екстракція
Методи пакування та постачання	Комплекс поміщують у кришку бриг з асептичним відділенням.
Умови зберігання	Відносна вологість та температурний режим
Строк придатності до споживання / використання	Термін придатності до споживання кристалічного цукру - 1 рік від дати виготовлення
Маркування	Спожиткову тару (пачки, коробки та пакети) з комплексом маркують друкарським способом так, щоб назва продукту за розмірами літер відрізнялась від інших даних. Викладена інформація повинна бути зрозуміла, чітка і її можна було б легко сприймати та читати. Фарба, яку використовують, повинна бути незабруднювальною, не повинна просочуватись крізь упаковку і надавати цукру сторонніх запаху чи присмаку, швидко висихати, не змиватися і мати дозвіл центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я.
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	_____
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	_____

Опис пакування

Вид та назва компоненту	Tetra Pak
-------------------------	-----------

Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до безпечності	ДСТУ 7276:2012 Пачки з картону, паперу та комбінованих матеріалів
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	_____
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	_____
Фізико-хімічні характеристики продукту	Пакети з комбінованих матеріалів на основі паперу або картону, поліетиленової плівки і алюмінієвої фольги, чи на основі алюмінієвої фольги і полімерної плівки місткістю не більше ніж 0,95 дм ³ , дозволених для використання центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я.
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	75 % картону, 20 % поліетилену, 5 % алюмінієвої фольги
Походження	Рослинне та штучне
Спосіб виробництва	У спеціальній машині (ламінатор) скріплюються усі складові.
Методи пакування та постачання	Для пакування споживчої упаковки за погодженням із замовником застосовують упаковку, що забезпечує збереження виробів, захист від забруднень, атмосферних опадів, механічних пошкоджень при транспортуванні і зберіганні. Споживчу упаковку транспортують усіма видами транспорту в критих транспортних засобах відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на даному виді транспорту.
Умови зберігання	Споживчу упаковку зберігають у вентильованих, що не мають стороннього запаху приміщеннях, при відсутності прямого сонячного світла, на відстані не менше 1 м від нагрівальних приладів, при температурі не нижче + 5 °С і відносній вологості повітря не вище 80%.
Строк придатності до споживання / використання	Терміни зберігання споживчої упаковки з комбінованого матеріалу на основі картону - 6 місяців з дати виготовлення.
Маркування	Маркування повинно містити цифровий код і / або буквене позначення (аббревіатуру) матеріалу, з якого виготовлена споживча упаковка; бути чітким і легким під час читання; повинно бути нанесена безпосередньо на виріб

Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Приймання, закладання у машину
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	Сертифікати якості постачальника: Склад сировини; Дата виготовлення; Умови транспортування; Окисленість внутрішнього полімерного покриття.

ДОДАТОК Б - Ідентифікація та оцінювання небезпечних чинників виробництва ананасового нектару

Номер та назва стадії	Небезпечні чинники, що виникають, посилюються або контролюються на цій стадії (Б- біологічні, Х – хімічні, Ф – фізичні)	Джерела (причини, умови) виникнення чи посилення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника у кінцевому продукті	Обґрунтування прийнятого рівня	Заходикерування та їхні комбінації	Результати оцінки ризику			Суттєвість НЧ
						Іс т о т н і с т ь в п л и в у, С	Йм ові рні ст ь в и н и к н ен ня, В	Ст упі нь риз ик у, К	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.1 приймання стручків гороху	Б- наявність та розвиток мезофільні аеробні та факультатив но-анаеробні мікроорганіз ми Плісневих грибів БГКП	Потрапляння у сировину на виробництві концентрату Порушення умов зберігання та транспортування	- МАФАНМ, КУО в 1 г, не більше ніж 500 КУО в 1 г, не більше ніж 500 в 1 г не допускається	ДСТУ 8171:2015	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	2	0,2	0,3	Не суттєвий

КРБ.ХХтаЕ.1.692-03.1.9

		Порушення санітарних норм								
	Х- Наявність пестицидів у сировині Завищений вміст хлоридів в сировині Солі важких металів Сторонні мінеральні домішки	Потрапляння в сировину при вирощуванні Порушення процедури вирощування чи обробки сировини Потрапляння при вирощуванні в сировину чи при обробці сировини від шкідників Порушення обробки сировини та її фільтрування	Не допускається Не більше 1 % Не допускається Не допускається	ДСТУ 8171:2015	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	3	0,4	0,6	Суттєвий	
	Ф- сторонні рослинні домішки	Потрапляння при процесі виготовлення на виробництві	Не допускається	ДСТУ 8171:2015	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи Взяття проби с партії на перевірку	2	0,1	0,2	Не суттєвий	
1.23	берігання сировини	Б-патогенні мікроорганізми	При порушення температурни	Не допускається	ДСТУ 4518-2008	Контроль дотримання параметрів вологості повітря та	3	0,1	0,3	Не суттєвий

	Мезофільні кlostридії	х режимів зберігання	Не допускається		температурних параметрів зберігання з боку виробничої лабораторії				
	Пліснява		Не допускається						
	Х- Патулін	Порушення температурно го режиму чи режиму вологості	Не допускається	ДСТУ 4518- 2008	Контроль дотримання параметрів вологості повітря та температурних параметрів зберігання з боку виробничої лабораторії	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Ф – Відсутні								
1.4 Змішуванн я	Б- залишкова забрудне- ність сирови- ни мезофільні аэробні та факультатив но-анаэробні мікрооргані зи	Підвищення забрудне- ності при тривалому зберігання в емності	КУО/1 г Не більше 200	ДСТУ 4806:2007	Контроль часу зберігання про- міжного продукту, у випадку простою обладнання, проводиться контроль органолептичних показників продукту, а також щотижня проводиться мікробіо- логічний контроль продукту перед пастеризацію	2	0,2	0,4	Не суттєвий
	Х – Залишкові речовини миючих засобів	Поганий догляд за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 4069:2016	Використання нетоксичних мию- чих засобів дозволених МОЗ України.	2	0,2	0,4	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								

1.5 Фільтруван ня	Б- Відсутні								
	Х- Відсутні								
	Ф- Потрапляння часток фільтру	Не належний догляд та зміна фільтрів	Не допускається	ДСТУ 4806:2007	Перевірка та догляд за обладнанням програми перед- умови по догляду та зміні обладнання	3	0,2	0,6	Суттєвий
1.6 Пастеризац ія	Б- наявність та розвиток мезофільних аэробних та факультатив но- анаэробних мікрооргані змів	Порушення процедури пастеризації	- МАФАНМ, КУО в 1 г, не більше ніж 500	ДСТУ 4069:2016	Контроль параметрів проходження процедури пастеризації , слідкування за показниками або встановлення датчиків	3	0,2	0,6	Суттєвий
	БГКП	Порушення процедури пастеризації	в 1 г не допускається						
	Х – Залишкові речовини миючих засобів	Поганий догляд за обладнанням пастеризації	Не допускається	ДСТУ 4069:2016	Використання нетоксичних мию- чих засобів дозволених МОЗ України.	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								
1.7 Охолоджен ня	Б- Відсутні								
	Х- Відсутні								
	Ф- Відсутні								
	Б- Відсутні								

1.8 Фасування та маркуванн я	X- Відсутні								
	Ф- Потрапляння часток обладнання	Не належний догляд за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 4069:2016	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	3	0,1	0,3	Не суттєвий
1.9 Зберігання	Б- Залишкова мікрофлора мезофільні аэробні та факультатив но-анаэробні мікрооргані зи Пліснява Дріжджі	Після стерилізації продукту, повторне зараження при фасуванні і порушенні герметичності пакетів	Не допускається	ДСТУ 4069:2016	Проводиться мікробіологічний контроль для визначення виробничої стерильності кожної партії готової продукції	3	0,1	0,3	Суттєвий
	X- Патулін	Порушення температурного режиму чи режиму вологості	Не допускається	ДСТУ 4069:2016	Контроль дотримання параметрів вологості повітря та температурних параметрів зберігання з боку виробничої лабораторії	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								
2.1 Приймання цукру	Б- Кількість мезофільних аэробних і факультатив но	Забрудненість сировини та матеріалів	КУО в 1 г не більше ніж $1,0 * 10^3$	ДСТУ 4623:2006	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи Органолептична оцінка	3	0,1	0,3	Не суттєвий

	анаеробних мікроорганізмів Плісеневі гриби Дріжджі БГКП		КУО в 1 г не більше ніж $1,0 * 10^6$ КУО в 1 г не більше ніж $1,0 * 10^6$ в 1 г не допускають	ДСТУ 4623:2006 ДСТУ 4623:2006 ДСТУ 4623:2006					
	Х – наявність золи Велика частка вологи в сировині	Порушення методики виробництва сировини Неправильні умови зберігання та транспортування сировини	Не більше 0,011% Не більше 0,25%	ДСТУ 4623:2006 ДСТУ 4623:2006	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи Органолептична оцінка	1	0,1	0,1	Не суттєвий
	Ф-Мінеральні домішки	Порушення методики виробництва	Не допускається	ДСТУ 4623:2006	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	2	0,2	0,4	Не суттєвий
2.2	Зберігання цукру	Порушення температурного режиму	Не більше $1,0 * 10^6$ КУО в 1г Не більше $1,0 * 10^3$ КУО в 1г	ДСТУ 4623:2006	Перевірка температурного режиму	3	0,1	0,3	Не суттєвий

	но анаеробних мікроорганізмів Плісеневі гриби Бактерії групи кишкових паличок		Не більше 1,0 * 10 КУО в 1г Не допускають						
	Х- підвищений вміст вологи	Порушення температурного режиму	Не більше 0,25%	ДСТУ 4623:2006	Дотримання 75% вологості на складі	1	0,1	0,1	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								
2.3	Б- Відсутні								
Дозування цукру	Х- Відсутні								
	Ф- попадання металевої стружки чи сторонніх домішок	Порушення умов догляду за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 4623:2006	Вчасний догляд за обладнанням	2	0,2	0,4	Не суттєвий
3.1	Б- Відсутні								
Приймання кристалізованого екстракту лайму	Х- підвищений вміст вологи	Порушення умов транспортування	Не більше 0,20%	ДСТУ 908:2006	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи Органолептична оцінка	1	0,1	0,1	Не суттєвий

	Ф- мінеральні чи сторонні домішки	Порушення умов зберігання чи транспортува ння	Не допускається	ДСТУ 908:2006	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	2	0,2	0,4	Не суттєвий
3.2 Зберігання	Б – Відсутні								
	Х- підвищений вміст вологи	Порушення температурно го режиму	Не допускається	ДСТУ 908:2006	Дотримання 75% вологості на складі	1	0,1	0,1	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								
3.3 Дозування кристалізва ного екстракту лайму	Б- Відсутні								
	Х- Відсутні								
	Ф- попадання металевої стружки чи сторонніх домішок	Порушення умов догляду за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 908:2006	Вчасний догляд за обладнанням	2	0,2	0,4	Не суттєвий
4.1 Приймання води	Б- Число бактерій групи кишкових паличок Число термостабіль них кишкових паличок Число патогенних	Порушення умов постачання води	в 1 дм ³ - не допускається у 100 см ³ – не допускається в 1 дм ³ – не допускається	ДСТУ 7525:2014	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	3	0,1	0,3	Не суттєвий

	мікроорганізмів								
	Х- Відсутні								
	Ф- наявність сторонніх домішок	Порушення умов закупорювання тари з водою	Не допускається	ДСТУ 7525:2014	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	1	0,1	0,1	Не суттєвий
4.2 Дозування води	Б- Відсутні								
	Х- Відсутні								
	Ф- сторонні домішки чи осад	Порушення умов санітарії	Не допускається	ДСТУ 7525:2014	Санітарні програми передумови	2	0,2	0,4	Не суттєвий
5.1 Приймання екстракту меліси	Б- наявність та розвиток мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми Плісневих грибів Дріжджі	Потрапляння у сировину на виробництві Порушення умов зберігання та транспортування	- МАФАНМ, КУО в 1 г, не більше ніж 1×10^{-3} КУО в 1 г, не більше ніж 10 КУО в 1 г, не більше ніж 10	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	2	0,2	0,4	Не суттєвий

	Х- Завищений вміст хлоридів в сировині Солі важких металів Сторонні мінеральні домішки	Порушення процедури виращування чи обробки сировини Потрапляння при виробництві Порушення обробки та фільтрування	Не допускається Не більше 1 % Не допускається Не допускається	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи	3	0,2	0,6	Суттєвий
	Ф- сторонні рослинні домішки	Потрапляння при процесі виготовлення на виробництві	Не допускається	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна	Перевірка сертифікатів якості постачальника та іноді проведення експертизи Взяття проби с партії на перевірку	2	0,1	0,2	Не суттєвий
5.23	Беріган ня екстракт у меліси	Б – Відсутні							
	Х- підвищений вміст вологи	Порушення температурно го режиму	Не допускається	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна	Дотримання 75% вологості на складі	1	0,1	0,1	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								
5.3	Фільтруван	Б- Відсутні							

ня екстракту меліси									
	X- Відсутні								
	Ф- Потрапляння часток фільтру	Не належний догляд та зміна фільтрів	Не допускається	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна	Перевірка та догляд за обладнанням програми передумови по догляду та зміні обладнання	2	0,2	0,4	Не суттєвий
5.4 Дозування екстракту меліси	Б- Відсутні								
	X- Відсутні								
	Ф- попадання металевої стружки чи сторонніх домішок	Порушення умов догляду за обладнанням	Не допускається	ДСТУ ISO 9235:2005. Сировина ароматична натуральна	Вчасний догляд за обладнанням	2	0,2	0,4	Не суттєвий
1. Очищення відферодомішок	Б- Відсутні								
	X- Відсутні								
	Ф- Потрапляння металевої стружки с обладнання	Не належний догляд за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 4623:2006	Перевірка та догляд за обладнанням	3	0,2	0,6	Суттєвий

2. Змішування	Б- залишкова забрудненість сировини мезофильні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми	Підвищення забрудненості при тривалому зберіганні в емності	КУО/1 г Не більше 200	ДСТУ 4806:2007	Контроль часу зберігання проміжного продукту, у випадку простою обладнання, проводиться контроль органолептичних показників продукту, а також щотижня проводиться мікробіологічний контроль продукту перед пастеризацією	2	0,2	0,4	Не суттєвий
	Х – Залишкові речовини миючих засобів	Поганий догляд за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 4623:2006	Використання нетоксичних миючих засобів дозволених МОЗ України.	2	0,2	0,4	Не суттєвий
	Ф- Відсутні								
8. Підігрів	Б- Відсутні								
	Х- Відсутні								
	Ф- потрапляння сторонніх домішок	Порушення догляду за обладнанням	Не допускається	ДСТУ 4150-2003	Дотримання програм перед умов, вчасний догляд за обладнанням	3	0,1	0,3	Не суттєвий



Тема кваліфікаційної роботи

«Технологічна експертиза виробництва новітнього напою на основі хлорофілу»

Випускник за СВО «Магістр»: Істомін Олександр Олександрович

Керівник: доцент, к.т.н. Науменко Кристина Ігорівна

Консультант: доцент Шалений В.А.

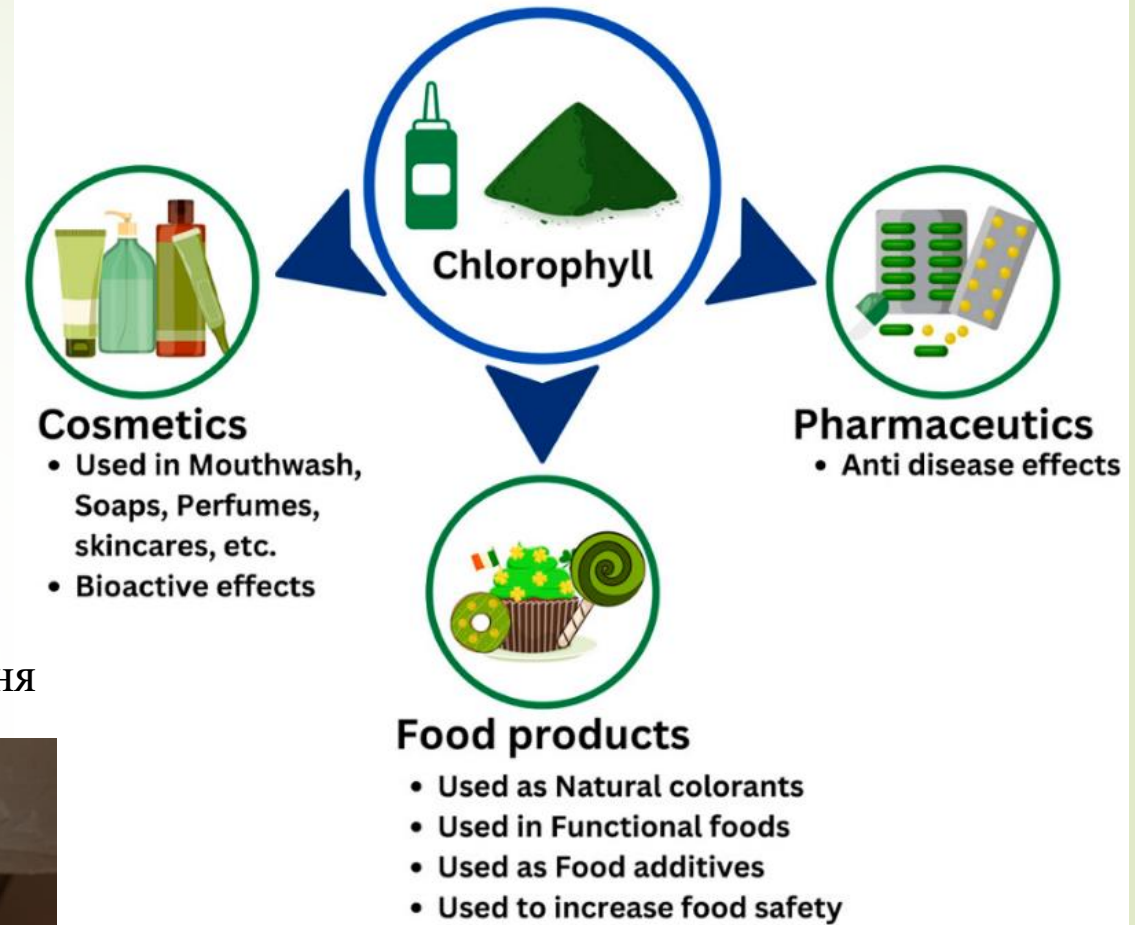
Актуальність теми

Хлорофіл є корисною добавкою, але дуже обмеженою у використанні у харчовій промисловості. Його треба зберігати у темному місці та при температурі від $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, щоб він не руйнувався за короткий час, але згодом даний хлорофіл все одно темнішає та втрачає свій колір. У зв'язку з цим обрана тема набуває актуальності.

Хлорофіл до зберігання



Хлорофіл після зберігання



Метою кваліфікаційної роботи є розроблення науково обґрунтованого способу стабілізації хлорофілу шляхом комплексоутворення з арабіногалактаном та розроблення рецептури безалкогольного напою з його включення, розроблення технології та плану НАССР виробництва.



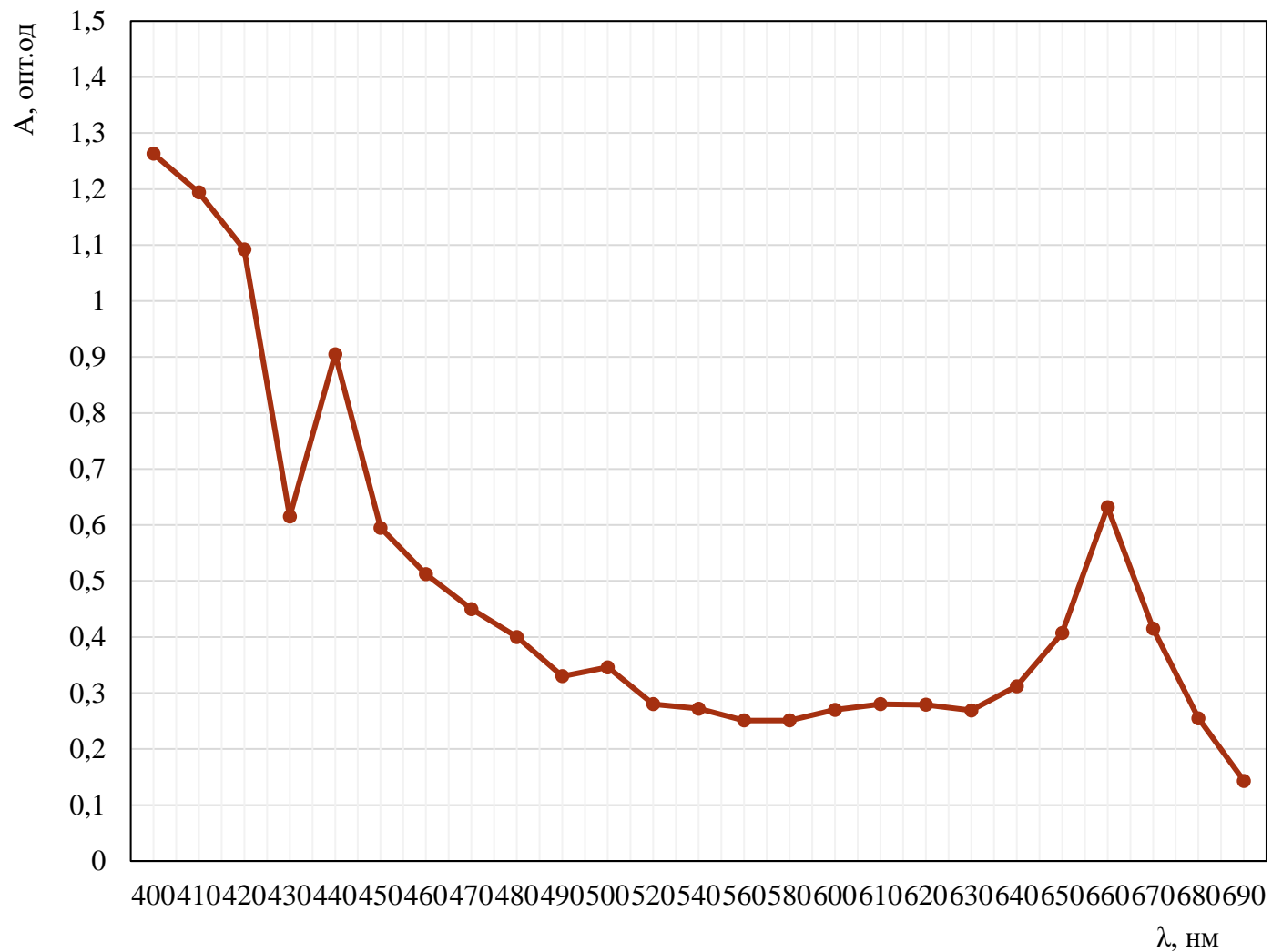
Для досягнення поставленої мети треба вирішити наступні завдання:

- Провести аналіз літературних даних про існуючі види зеленого пігменту хлорофілу, способи його видобування та методи екстракції, а також методи стабілізації та застосування пігменту у харчовій промисловості.
- Розробити способу стабілізації на основі зв'язування хлорофілу з арабіногалактаном.
- Надати характеристику водорозчинного комплексу хлорофілу.
- Розробити модельні зразки напою з, надати органолептичну та фізико-хімічну оцінку
- Розробити технологію безалкогольного напою на основі ментоловмісної сировини та екстракту лайма з включенням стабілізованого водорозчинного хлорофілу.
- Провести аналіз небезпечних чинників виробництва новітнього напою на основі водорозчинного хлорофілу та розробити план НАССР.
- Описати основні положення охорони праці та довкілля на підприємстві по виробництву безалкогольних напоїв.
- Провести розрахунки інвестиційної привабливості при реалізації технології



Вихідна сировина для виділення хлорофілу

Спектор поглинання спиртового розчину хлорофілу



Отримання та характеристика комплексу

1. до спиртового розчину хлорофілу додали водний розчин арабіногалактану;

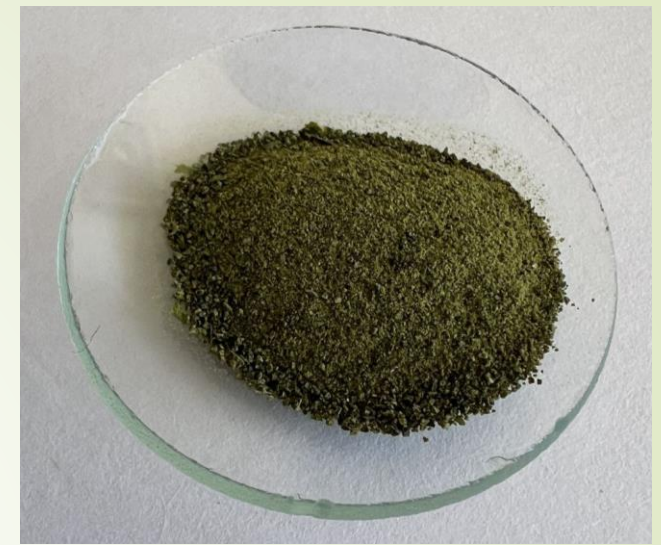


2. до водного розчину арабіногалактану додавали спиртовий розчин хлорофілу;



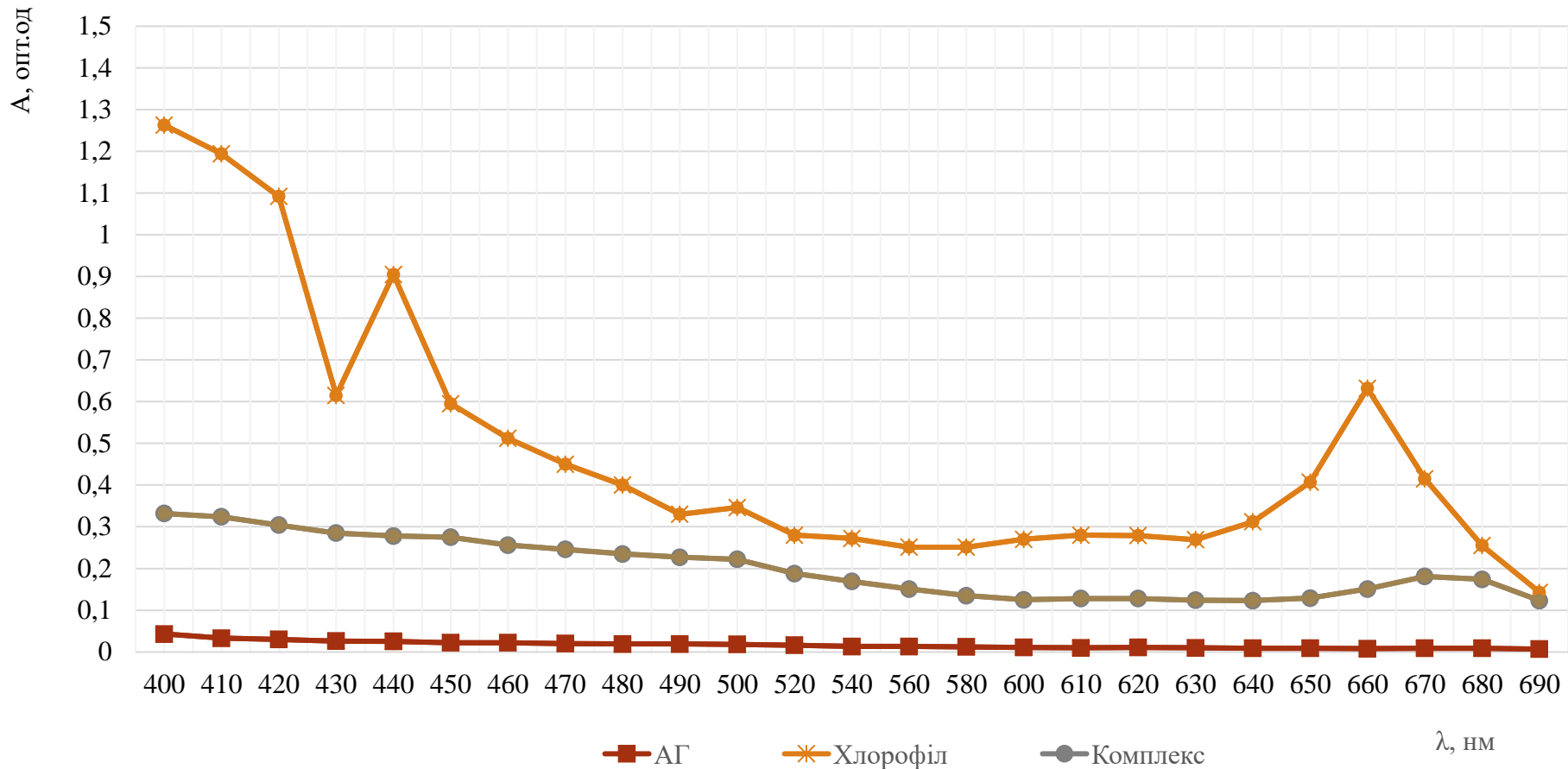
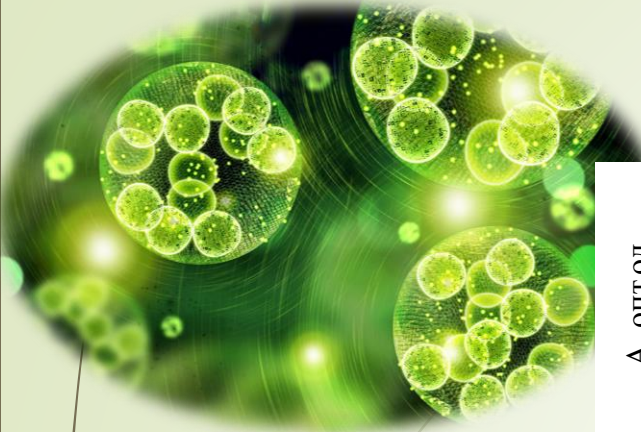
Вихід зв'язаного хлорофілу у розчині при співвідношені 3:1

№	С хлорофілу, мг/см ³	С арабіногалактану, мг/см ³	Вихід зв'язаного хлорофілу, %
1	70	20	10,5
2	70	10	17
3	70	5	18,2
4	70	1	21,9
5	50	20	40,8
6	50	10	40,4
7	50	5	40,5
8	50	1	35,4
9	33,6	20	40,3
10	33,6	10	67,2
11	33,6	5	52,5
12	33,6	1	50,5
13	20	20	26,5
14	20	10	27,4
15	20	5	30,1
16	20	1	47,4



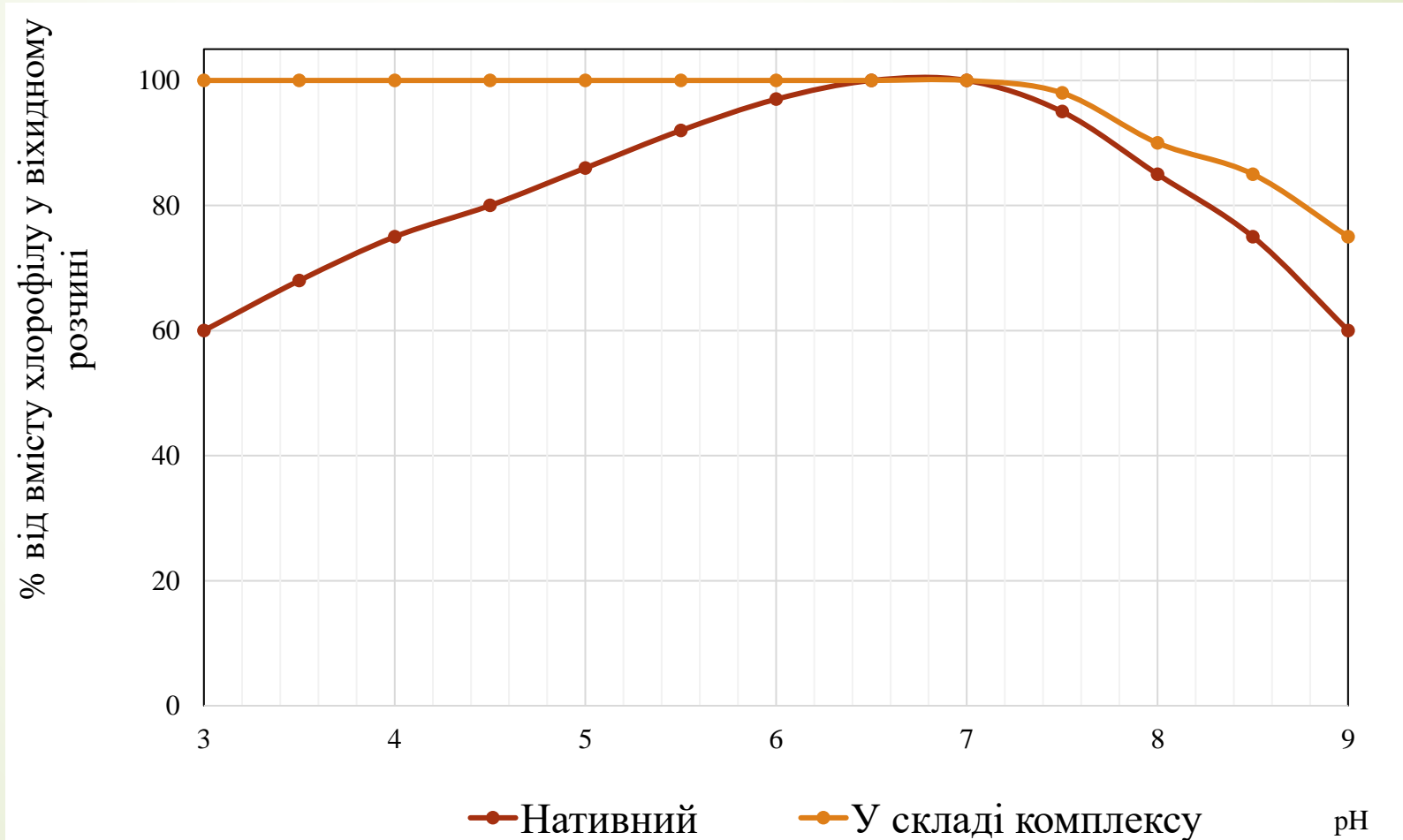
Розчинений у воді комплекс хлорофілу

Спектр поглинання



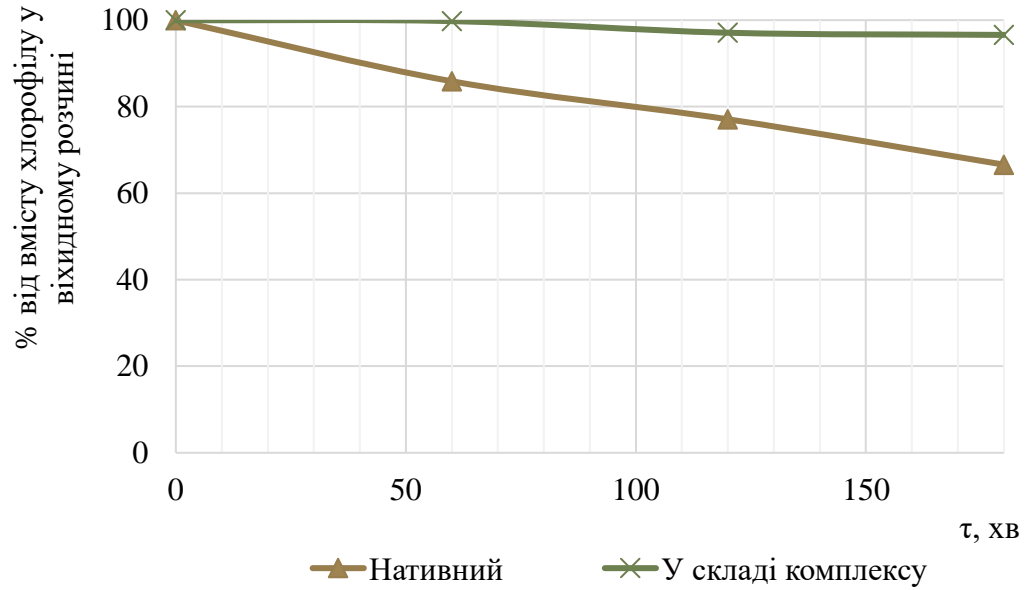
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДОРОЗЧИННОГО КОМПЛЕКСУ

pH стабільність

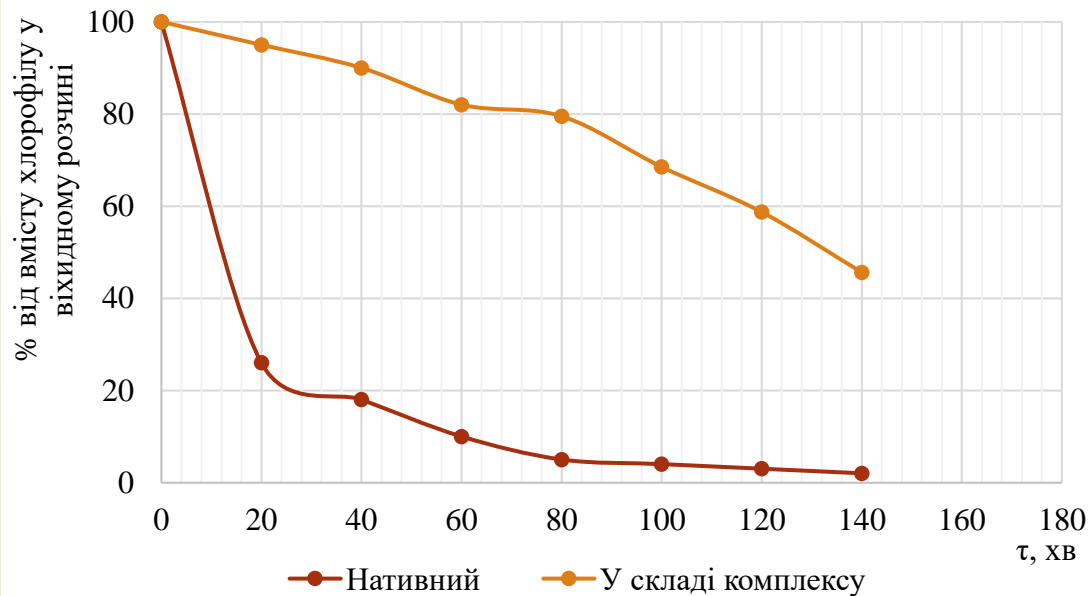
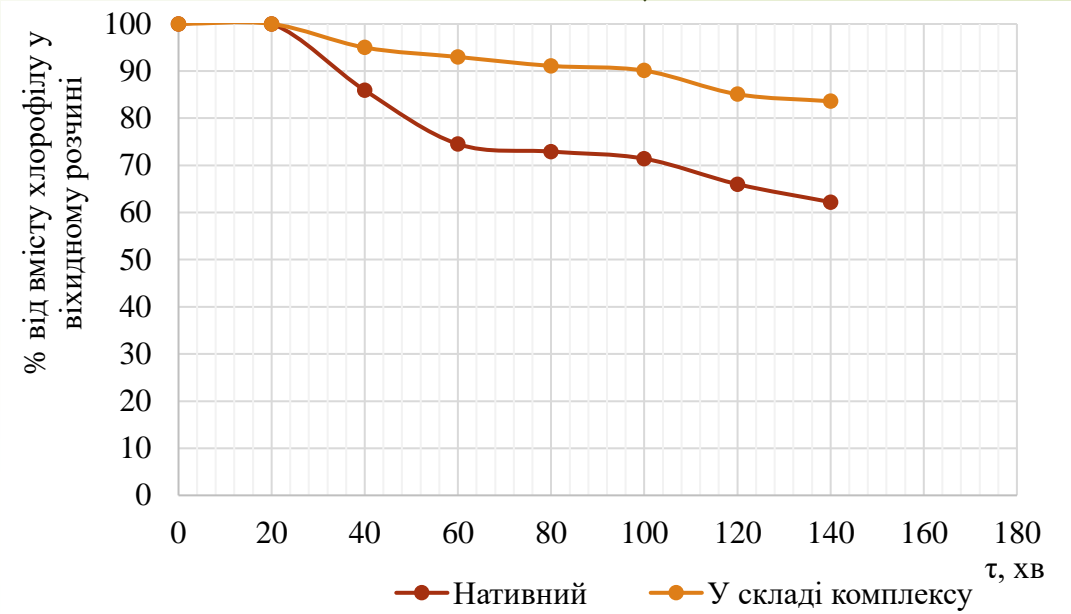


Термостабільність

при 37 °C



при 50 °C



← при 100 °C



Моделювання рецептури новітнього напою

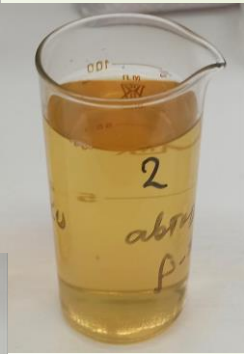
Визначення співвідношення лимонної кислоти до цукру

№	Співвідношення компонентів		Органолептичний показник: смак
	Цукор , г/100 см ³	Кристалізований екстракт лайму, г/100 см ³	
1	1 г цукру	1 г екстракту лайму	Дуже кислий смак
2		2 г екстракту лайму	
3		3 г екстракту лайму	
4	2 г цукру	1 г екстракту лайму	Кислий смак
5		2 г екстракту лайму	Дуже кислий смак
6		3 г екстракту лайму	Кислий смак
7	5 г цукру	1 г екстракту лайму	Менш кислий смак
8		2 г екстракту лайму	
9		3 г екстракту лайму	
10	7 г цукру	1 г екстракту лайму	Менш кислий смак
11		2 г екстракту лайму	
12		3 г екстракту лайму	
13	10 г цукру	1 г екстракту лайму	Кислуватий смак
14		2 г екстракту лайму	Кисло-солодкий смак
15		3 г екстракту лайму	Приємний кисло-солодкий смак



М'ята

Компонент	№	Грами	Органолептичні показники	
			Смак	Колір
Меліса	1	5	Тонкий відтінок меліси	Світло - жовтий
	2	10	Виражений присмак меліси	Жовто-коричневий
	3	15	Виражений трав'яний присмак	Більш коричневий
М'ята	4	5	Слабко виражений присмак	Світло-жовтий
	5	10	М'ятно-кислий присмак	Темно-жовтий
	6	15	Виражений м'ятний смак	Коричнево-жовтий



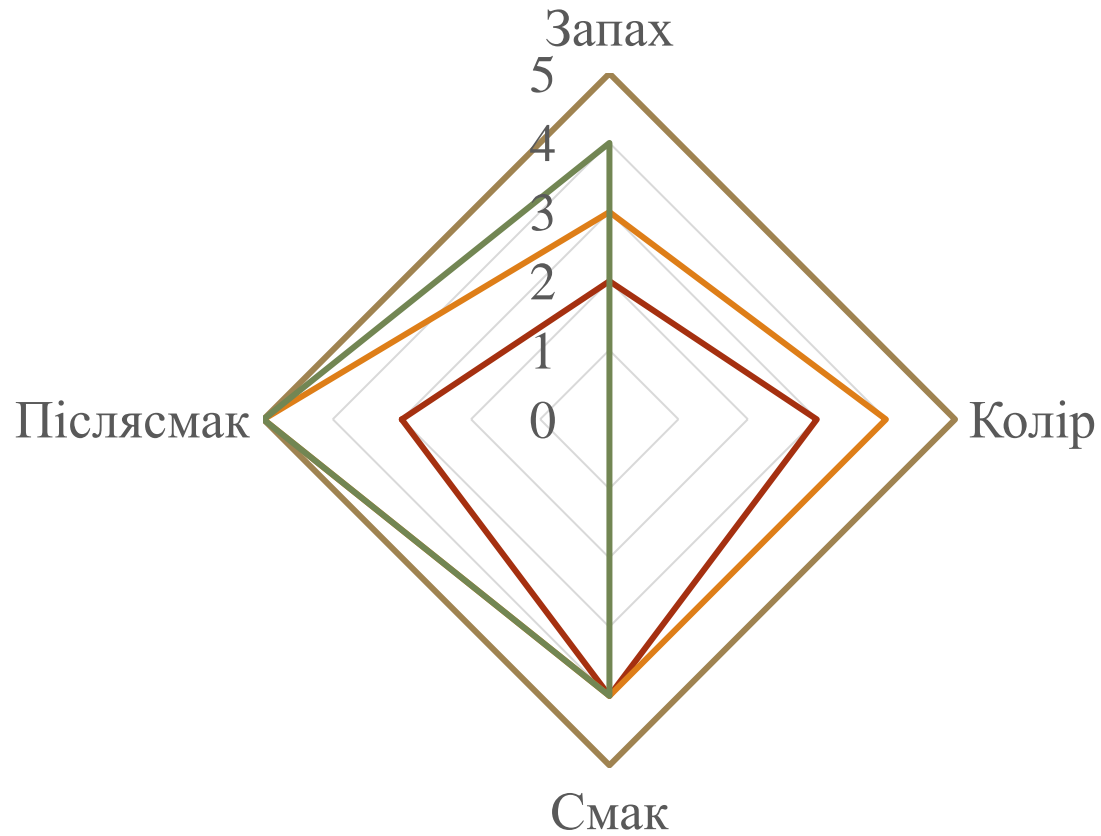
Підбір оптимальних дозувань компонентів



Меліса

Сенсорна оцінка зразків

— Зразок 1 — Зразок 3 — Зразок 2 — Контрольний зразок



Контрольний
зразок

Вода
артезианская
Voss Lime Mint

Зразок 1. Напій з додаванням 1 г екстракту лайму, 10 гр. цукру, 5 г меліси та 1 г комплексу на 100 см³ напою.

Зразок 2. Напій з додаванням 1 г екстракту лайму, 10 гр. цукру, 10 г меліси та 1 г комплексу на 100 см³ напою.

Зразок 3. Напій з додаванням 1 г екстракту лайму, 10 гр. цукру, 15 г меліси та 1 г комплексу на 100 см³ напою.

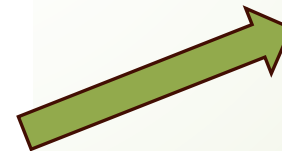
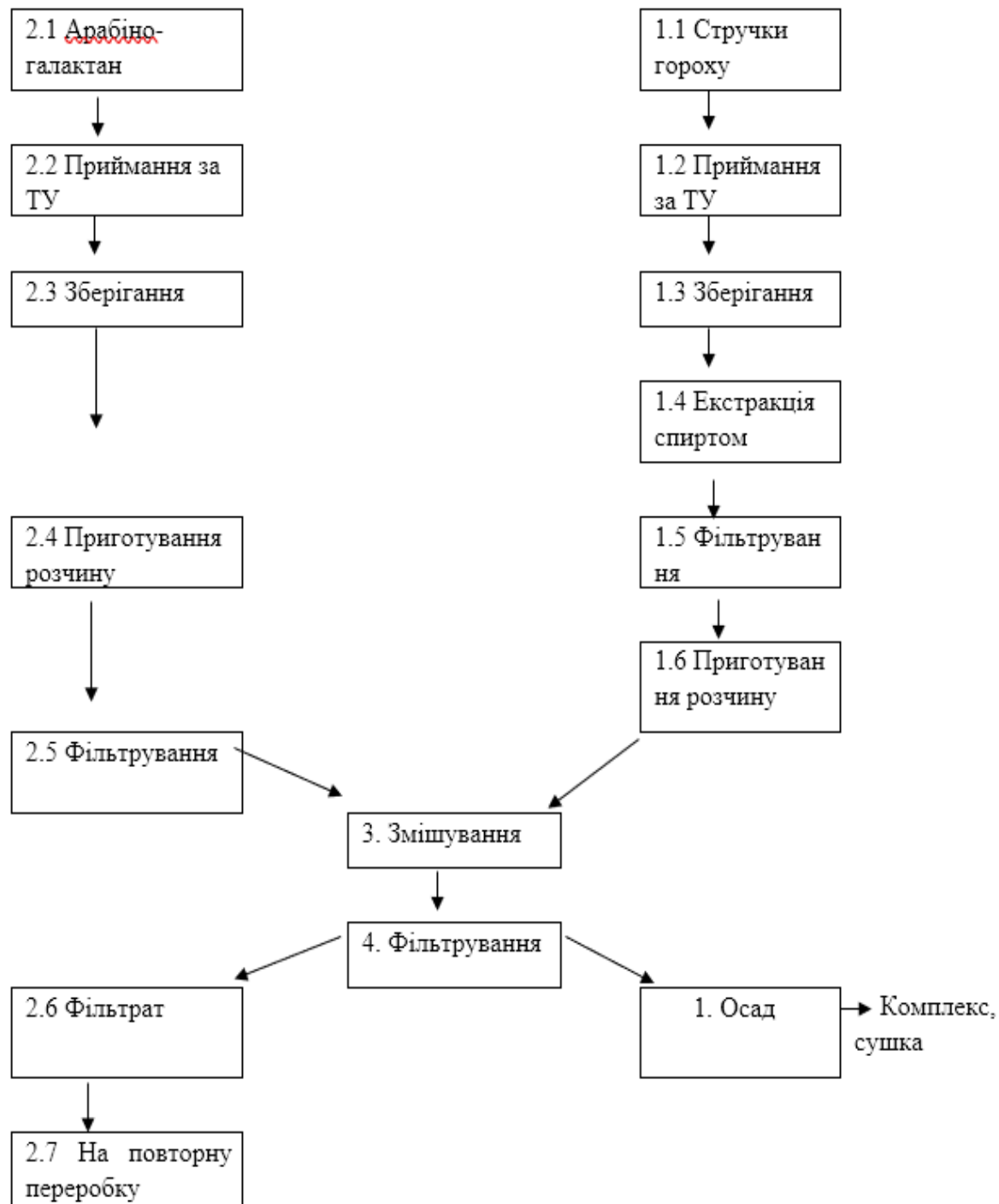
Фізико-хімічні показники напою

згідно ДСТУ 4069:2011

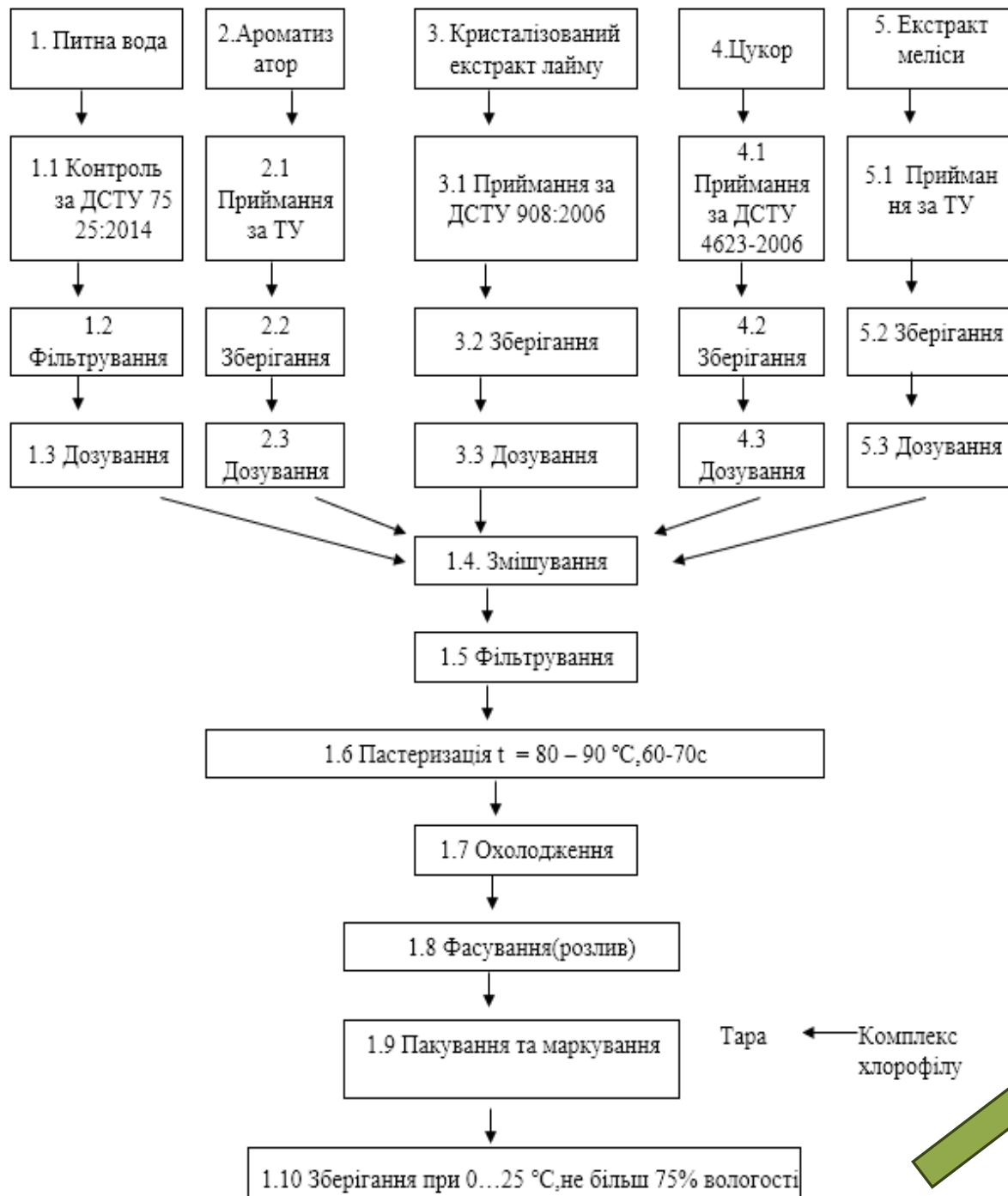
Назва показника	Норма в зразку	Норма згідно ДСТУ
Масова частка сухих речовин, %	10,0	від 0 до 20,0 включно
Об'ємна частка спирту, %	0	0,5
Кислотність, см ³ ,1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ напою	5.2	від 1,0 до 15,0
Масова частка діоксиду вуглецю, %	0	0



Технологічна схема виробництва водорозчинного хлорофілу



Технологічна схема виробництва новітнього напою на основі водорозчинного хлорофілу





План НАССР виробництва напою

КТК №_ /стадія процесу	Небезпечний чинник, яким керують у КТК	Захід керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Прото- коли	Коригування та коригувальні дії (відповідальні сть) протоколи
				Вимірювання або спостережен ня	Прилади, для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/ оцінює результат		
КТК 1.6 Пастеризація	Б - Наявність та розвиток мезофільних аеробних та факультативно- анаеробних мікроорганізмів	Контроль параметрів проходження процедури пастеризації, слідкування за показниками або встановлення температурних датчиків, контроль часу	t = 80-90 °C τ – 60-70 с	Вимірювання температури та часу проведення о перації	Автоматичні термометри та таймери, електронні процесори	Кожна партія	Інженер- технолог	Журнал пастери- зації	Зупинка процесу, повторення пастеризації, ремонт обладнання

Операційні програми-передумови виробництва напою

№_/стадія процесу	Небезпечні чинники, яким керують у ОПП	Заходи керування	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність)протоколи
			Вимірювання або спостереження	Прилади, використовують для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оцінює результат		
ОПП 1 1.5 Фільтрування готового напою	Ф- Потрапляння часток фільтру	Перевірка та догляд за обладнанням програми перед-умови по догляду та зміні обладнання	Візуально	Датчик виміру кількості рідини ,що пройшла крізь фільтр	Раз у квартал	Інженер-технолог	Протоколи перевірки обладнання та заміни фільтрів	Зупинення процесу, заміна фільтра, повторення процесу

Техніко-економічні показники виробництва



Показник	Значення
1.Обсяг реалізації продукції, тис. грн	3600,0
2. Інвестиції в розробку інновації, тис. грн	272,6
3. Інвестиції для впровадження інновацій у виробництво, тис. грн, в т.ч.	916,6
інвестиції в основні засоби, тис. грн	556,6
інвестиції в оборотні кошти , тис. грн	360,0
4. Собівартість продукції, тис. грн	2718,5
5. Прибуток від реалізації проєкту, тис. грн	881,5
6. Чистий прибуток від реалізації проєкту, тис. грн	722,8
7. Рентабельність продукції, %	32,4
8. Термін окупності інвестицій, років	1,65
9. Рентабельність інвестицій, %	60,8

Висновки

Отримано водорозчинний комплекс хлорофілу, який виділено з зелених відходів консервного виробництва, а саме з стручків горошку з арабіногалактаном. Досліджено послідовність внесення компонентів. Визначено оптимальні умови отримання комплексу: співвідношення водорозчинного розчину арабіногалактану та спиртового розчину хлорофілу у співвідношенні 1:3, концентрація арабіногалактану 10 мг/см³ та хлорофілу 33,6 мг/см³, вихід біля 68 %. Отриманий комплекс мав зелений колір притаманний хлорофілу який розчинявся у воді.

Визначено фізико-хімічні властивості отриманого комплексу в порівнянні з нативним хлорофілом. На відміну від нативного, хлорофіл у складі комплексу є більш стабільним і не руйнується у кислому середовищі та при термічній обробці, що є перспективним при розробці безалкогольних напоїв.

Проведено моделювання рецептур безалкогольного напою на основі екстрактів меліси та водорозчинного комплексу. У процесі дослідження розроблено рецептури, визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

Розробили технологію безалкогольного напою на основі ментоловмісної сировини та екстракту лайма з включенням стабілізованого водорозчинного хлорофілу.

У результаті аналізу небезпечних чинників виробництва новітнього напою на основі хлорофілу виявлено наступні суттєві небезпечні чинники: мікроорганізми, токсичні речовини, сторонні предмети.

Здійснено аналіз та ідентифікацію потенційно небезпечних чинників технології виробництва новітнього напою на основі хлорофілу, розроблено план НАССР виробничого процесу, до якого операції приймання (біологічний небезпечний чинник) та пастеризації (біологічний небезпечний чинник) та зберігання(біологічний небезпечний чинник). Описати основні положення охорони праці та довкілля на підприємстві по виробництву безалкогольних напоїв.



Дякую за увагу