ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

Обґрунтування технології виробництва напоїв збагачених антиоксидантами

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Дар'я РОМАНЮК

Керівник: _____ Олена КОВАЛЬОВА

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Романюк Дар'ї Вадимівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва напоїв збагачених антиоксидантами».
Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва напоїв збагачених антиоксидантами. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Об'єкти і методи дослідження. 3 Результати досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцентка Олена КОВАЛЬОВА	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Огляд літератури	05.05-07.05.26	виконано
3	Об’єкти і методи дослідження	08.05-14.05.26	виконано
4	Результати досліджень та їх обговорення	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Дар’я РОМАНЮК
(підпис)

Керівник роботи _____ Олена КОВАЛЬОВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології виробництва напоїв збагачених антиоксидантами»**

Кваліфікаційна робота: 66 сторінок, 14 рисунків, 14 таблиць, 0 додатків, 26 літературних джерел.

Мета роботи – розробка та товарознавча характеристика напоїв функціонального призначення на основі рослинної сировини, що містить природні антиоксиданти.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва напоїв функціонального призначення, збагачених природними антиоксидантами рослинного походження.

Предмет дослідження – рецептурний склад, технологічні параметри виробництва, органолептичні, фізико-хімічні та товарознавчі показники якості напоїв, виготовлених із використанням рослинної сировини, що містить природні антиоксиданти.

У дипломній роботі обґрунтовано технологію виробництва напоїв функціонального призначення, збагачених природними антиоксидантами рослинного походження. Розглянуто доцільність використання рослинної сировини як джерела біологічно активних речовин, що сприяють підвищенню харчової та функціональної цінності готової продукції. Проведено товарознавчу характеристику розроблених напоїв, оцінено їх органолептичні, фізико-хімічні та споживчі властивості. Обґрунтовано вибір рецептурних компонентів і технологічних режимів, що забезпечують отримання якісного, безпечного та конкурентоспроможного продукту. Результати роботи підтверджують перспективність виробництва напоїв, збагачених антиоксидантами, для розширення асортименту функціональних харчових продуктів.

Ключові слова

напої, антиоксиданти, сировина, функціональність, технологія, рецептура, якість, безпечність, екстракти, вітаміни, поліфеноли, товарознавство.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 9
1.1 Джерела природних антиоксидантів і продукти функціонального призначення на їх основі 9
1.1.1 Виноград дикий 15
1.1.2 Дигідрокверцетин 17
1.2 Напої функціонального призначення 21
Висновки за розділом 27
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 29
2.1 Організація досліджень 29
2.2 Об'єкти та методи досліджень 30
Висновки за розділом 31
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ 32
3.1 Вибір збагачуючого концентрату та його фізико-хімічної форми 32
3.2 Вибір продукту, що підлягає збагаченню 34
3.3 Оцінка впливу дигідрокверцетину на процес зброджування напою 35
3.4 Дослідження впливу антиоксидантів на показники якості напою бродіння «Виноградний» 37
3.5 Технологічна схема виробництва харчової добавки «Тонус» на основі сухого концентрату винограду та дигідрокверцетину 42
3.6 Розробка технології виробництва напою «Виноградний» 44
3.7 Товарознавча оцінка напою бродіння «Виноградний» 47
3.8 Дослідження тривалості зберігання напою бродіння «Виноградний» 48
Висновки за розділом 51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ 53
4.1 Розроблення картки з безпеки праці під час виробництва напоїв бродіння збагачених антиоксидантами 53
4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва напоїв бродіння збагачених

антиоксидантами 54
Висновки за розділом 56
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 57
5.1 Витрати на проведення досліджень 57
5.2 Визначення вартості дослідження 60
Висновки за розділом 61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 62
БІБЛІОГРАФІЯ 64

ВСТУП

У сучасних умовах проблема взаємодії людини з довкіллям є однією з найактуальніших у сфері науки, медицини, харчових технологій та товарознавства. Інтенсивний розвиток промисловості, урбанізація, погіршення екологічної ситуації, забруднення повітря, води та ґрунтів, а також підвищення рівня стресових навантажень негативно впливають на стан здоров'я населення.

Одним із важливих механізмів негативного впливу довкілля на організм є утворення надмірної кількості вільних радикалів, які викликають окиснювальний стрес. Він супроводжується пошкодженням клітинних структур, білків, ліпідів і нуклеїнових кислот. Саме тому особливого значення набуває забезпечення організму речовинами, здатними нейтралізувати дію вільних радикалів. До таких сполук належать природні антиоксиданти, зокрема вітаміни, поліфеноли, флавоноїди, органічні кислоти, каротиноїди та інші біологічно активні речовини рослинного походження.

Важливість харчування у процесі адаптації організму людини до несприятливих чинників довкілля важко переоцінити. Раціональне та збалансоване харчування є одним із провідних факторів збереження здоров'я, підвищення працездатності, зміцнення імунітету та профілактики багатьох захворювань. У зв'язку з цим зростає інтерес до створення харчових продуктів функціонального призначення, які не лише забезпечують організм енергією та поживними речовинами, але й мають додаткову оздоровчу дію.

Особливе місце серед таких продуктів займають безалкогольні напої, оскільки вони користуються сталим попитом серед різних груп населення, є зручними у споживанні та можуть бути ефективним носієм біологічно активних речовин. Напої з додаванням рослинної сировини, багатої на природні антиоксиданти, можуть виконувати не тільки основну функцію — задоволення потреби організму в рідині, а й сприяти підвищенню харчової цінності раціону, покращенню антиоксидантного захисту організму та профілактиці дефіциту есенціальних мікронутрієнтів.

Розробка напоїв на основі природних антиоксидантів є одним із перспективних напрямів створення якісно нових продуктів функціональної спрямованості. Для їх виробництва доцільно використовувати рослинну сировину, яка містить комплекс біологічно активних сполук і має привабливі органолептичні властивості. До такої сировини можуть належати ягоди, плоди, лікарські та пряно-ароматичні рослини, екстракти, соки, настої та інші натуральні компоненти.

Отже, обґрунтування технології виробництва напоїв, збагачених антиоксидантами, є актуальним і практично значущим завданням для харчової промисловості. Розроблення таких продуктів сприятиме не лише розширенню асортименту функціональних напоїв, а й підвищенню культури харчування населення, покращенню споживчих властивостей продукції та формуванню конкурентоспроможних харчових продуктів оздоровчого спрямування.

Мета роботи – розробка та товарознавча характеристика напоїв функціонального призначення на основі рослинної сировини, що містить природні антиоксиданти.

Задля реалізації поставленої мети вирішували такі завдання:

- обґрунтувати застосування рослинних антиоксидантів при створенні напоїв із функціональними властивостями;
- розробити рецептуру та технологію напоїв функціональної спрямованості на основі природних антиоксидантів;
- дати товарознавчу оцінку розроблених напоїв;
- зробити розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва напоїв функціонального призначення, збагачених природними антиоксидантами рослинного походження.

Предмет дослідження – рецептурний склад, технологічні параметри виробництва, органолептичні, фізико-хімічні та товарознавчі показники якості напоїв, виготовлених із використанням рослинної сировини, що містить природні антиоксиданти.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Джерела природних антиоксидантів і продукти функціонального призначення на їх основі

При розробці та застосування адекватних дієт, що враховують патогенетичні та метаболічні особливості організму людини, при профілактиці різних захворювань, використовуються продукти заданого та модифікованого складу [3].

У результаті значно розширилися можливості побудови дієтичного раціону з використанням функціональних продуктів, це сприяє підвищенню ефектності дієтотерапії при низці захворювань, а також забезпеченню лікувально-профілактичного харчування різних категорій споживачів [8, 10].

При створенні функціональних продуктів у них вносяться речовини, які захищають клітини нашого організму від зовнішніх та внутрішніх токсичних впливів. Це особливо важливо для систем, що інтенсивно функціонують, таких як, наприклад, легенева система.

Антиоксиданти є поживними речовинами, яких постійно потребує організм людини. До них відносяться вітаміни А, С, Е, селен, цинк, глутатіон [11].

Підтримувати організм у нормальному стані – означає зберігати необхідний баланс між вільними радикалами та антиокислювальними силами, роль яких виконують антиоксиданти.

Вільні радикали – це високоактивні частинки, у структурі яких на зовнішньому електронному рівні міститься неспарений електрон. Саме ця особливість зумовлює їхню нестабільність і здатність швидко вступати в реакції з іншими молекулами організму. Вони можуть взаємодіяти з білками, ферментами, ліпідами, мембранами клітин та іншими біологічно важливими структурами. Відбираючи електрон у стабільних молекул, вільні радикали порушують їхню будову та функції, що негативно впливає на нормальний перебіг обмінних процесів [6].

За умов постійного утворення вільних радикалів запускаються ланцюгові реакції окиснення. У результаті можуть пошкоджуватися клітинні мембрани, змінюватися перебіг важливих біохімічних процесів, а також виникати порушення у структурі клітин. Вільні радикали здатні впливати на сполуки різних біохімічних груп, зокрема амінокислоти, ліпіди, ліпопротеїни, вуглеводи та компоненти сполучної тканини [10].

Упродовж останніх років накопичено значну кількість даних, які свідчать про участь вільних радикалів у розвитку багатьох патологічних станів. Одним із найнебезпечніших наслідків їхньої дії є перекисне окиснення ліпідів. У процесі окиснення жирів утворюються ліпідні пероксиди, які можуть пошкоджувати клітинні структури. Їх накопичення пов’язують із розвитком серцево-судинних захворювань, онкологічних процесів, передчасним старінням та ослабленням імунного захисту. Крім радіаційного впливу, утворенню вільних радикалів може сприяти незбалансоване харчування [10].

Зменшити негативну дію вільних радикалів можна завдяки надходженню до організму антиоксидантів. Ці речовини здатні нейтралізувати активні радикальні частинки, віддаючи їм електрон і тим самим перериваючи ланцюгові реакції окиснення. Антиоксиданти виконують роль захисного бар’єра, підтримуючи рівновагу між процесами утворення вільних радикалів і системами їх знешкодження. Такий баланс є важливим для нормального енергетичного обміну, підтримання імунітету, детоксикації шкідливих речовин і захисту тканин від ушкоджень. Дослідження підтверджують, що антиоксиданти сприяють зменшенню рівня окиснювального пошкодження тканин, прискоренню відновних процесів і підвищенню стійкості організму до інфекцій [6, 10].

Основні природні антиоксиданти:

1. Вітаміни, провітаміни та вітаміноподібні сполуки.
2. Мікроелементи (селен, цинк, мідь, марганець).
3. Білки, пептиди та амінокислоти, білкові гідролізати.
4. Органічні кислоти (лимонна, щавлева, фітинова, фенольні, інші)
5. Інші: фосфоліпіди, омега-3 ПНЖК, ванілін, розмаринова кислота,

карнозол та інше).

Антиоксидантними властивостями можуть володіти представники багатьох класів хімічних сполук. Однак у строгому значенні слова до істинних антиоксидантів, тобто з'єднань, що запобігають утворенню вільних радикалів або обриваючим ланцюгам вільно-радикального окислення, відносяться тільки вітаміни Е, С, β-каротин і флавоноїди, тоді як, наприклад, мікроелементи і фосфоліпіди належать до групи сполук, що інгібують вільно-радикальне окислення за допомогою інших механізмів, ніж обрив ланцюгів.

Особливу увагу при вивченні ролі природних антиоксидантів у регуляції метаболізму, забезпеченні адекватної життєдіяльності організму дітей та дорослих та попередженні захворювань на сьогоднішній день сфокусовано на вітаміні Е, вітаміні С, каротиноїдах та флавоноїдах.

Термін «вітамін Е» є збірною назвою для групи токоферолів – α, β, γ, які мають подібну біологічну активність. Найбільш високою вітамінною та антиоксидантною активністю серед них мають α-ТФ, які разом з тим містяться в харчових продуктах у найбільшій кількості порівняно з іншими видами токоферолу [11]. Вітамін Е належить до жиророзчинних вітамінів і є основним природним антиоксидантом, захищаючи ПНЖК, у тому числі ПНЖК клітинних мембран, від окислення. Біологічні мембрани містять приблизно одну молекулу α-токоферолу на тисячу молекул ліпідів. Здатність α-токоферолу реагувати з пероксильними радикалами набагато більше, ніж з ПНЖК. Тому, коли в клітинній мембрані ланцюгова реакція утворення перекисів ліпідів досягає молекули вітаміну Е, вона обривається. Оскільки перекиси, що утворюються в ході ланцюгових реакцій, формуються не тільки в ліпідному середовищі мембран, а й у водній фазі для контролю за реакціями, що відбуваються у водному середовищі, потрібні водорозчинні антиоксиданти. Основним представником цієї групи сполук, яку людина отримує з їжею, є аскорбінова кислота (вітамін С). Вона захищає ліпопротеїни низької щільності (ЛПНЩ) та інші ліпіди в рідинах організму від окисного пошкодження та захоплює вільні радикали до того, як вони досягають мембрани [8, 9]. Вважають, що вітамін С є найважливішим

антиоксидантом позаклітинних рідин. На думку більшості дослідників, механізм його дії пов’язаний зі здатністю відновлювати окислену форму вітаміну Е, що утворилася при взаємодії α-токоферолу з ліпоперекисами, і тим самим повертає йому здатність діяти як антиоксидант. Вітамін С розглядається як синергіст вітаміну Е [9].

Каротиноїди являють собою групу червоних, помаранчевих та жовтих пігментів, виявлених у рослинній їжі, особливо у фруктах та овочах. Найважливішими харчовими каротиноїдами є β-каротин, α-каротин, лікопін, лютеїн, зеаксантин та β-криптоксантин [1, 12]. β-каротин є попередником вітаміну А, тоді як більшість інших каротиноїдів – ні. Однак ця властивість, очевидно, не пов’язана на пряму з їхньою антиоксидантною активністю. Зокрема, одним з таких каротиноїдів, основним джерелом якого є томати, є лікопін, чия антиоксидантна активність у кілька разів вища, ніж β-каротину, тоді як його А-вітамінна активність близька до нуля.

У таблиці 1.1 наведено відомості про продукти харчування, які є основними джерелами харчових вітамінів – антиоксидантів.

Таблиця 1.1 – Основні харчові джерела вітамінів антиоксидантів

Вітамін Е	Рослинні олії (соняшникова, кукурудзяна, соєва, рапсова), крупи
Вітамін С	Свіжі фрукти та овочі (особливо цитрусові, полуниця, чорна смородина, яблука, плоди шипшини, різні види капусти (білокочанна, броколі, цвітна), томати, листові овочі, зелена цибуля, картопля
Каротиноїди:	
β-каротин	Морква, томати, абрикоси, манго, зелена цибуля
Лікопін	Томати, морква
Лютеїн та зеаксантин	Брокколі
β-криптоксантин	Цитрусові
Ретинол (вітамін А)	Молочний жир (вершкове масло, вершки, сметана, молоко, кефір), печінка

Заслуговує на особливу увагу ще одна група біоантиоксидантів – так звані флавоноїди. За своєю будовою ця група є похідною фенолу і належить, загалом, до групи поліфенолів, хоча окремі представники дуже відрізняються одне від одного. Саме до цієї групи належить добре відомий у нашій країні вітамін (а точніше, вітаміноподібна сполука) Р (рутин), що є, однак, лише одним із представників флавоноїдів. Інший досить добре відомий флавоноїд – пікногенол, що входить до складу численних біологічно активних добавок до їжі, що випускаються за кордоном. Флавоноїди характеризуються дуже високою антиоксидантною активністю, а також рядом інших фізіологічних та фармакологічних ефектів [10]. Разом з тим вони не належать (подібно до вітамінів) до незамінних харчових речовин, дефіцит яких веде до розвитку важких патологічних станів із специфічними для дефіциту того чи іншого вітаміну симптомами.

У зв'язку з цим нині їх відносять до сполук із недостатньо ясною фізіологічною функцією. Не викликає сумнівів важлива роль їхнього достатнього надходження з харчовим раціоном, що сформувалася в ході багатовікової еволюції людини, яка є однією з умов оптимального харчування [2].

Основним харчовим джерелом флавоноїдів і, зокрема, одного з найпоширеніших їх видів – антоціанів, є плоди та ягоди, особливо цитрусові (лимони, апельсини, мандарини), горобина, обліпиха, журавлина, яблука, а також какао та шоколад (таблиця 1.2). У той самий час інша група флавоноїдів – катехіни містяться у значних кількостях у чаї, особливо у зеленому [4].

Третя група флавоноїдів – ізофлавони виявлені в сої та соєвих продуктах, причому цим сполукам приписують не лише антиоксидантну, а й певну гормональну активність. Примітно, що антиоксидантні властивості ряду спецій та прянощів (з якими деякі дослідники пов'язують здоров'я довгожителів Кавказу, які широко використовують їх у своєму харчуванні) також обумовлені наявністю в їхньому складі різних груп поліфенолів [11].

Потрапляючи в організм із їжею, природні антиоксиданти здатні виявляти як прямі, і опосередковані ефекти. Прямі механізми дії харчових антиоксидантів

нині добре відомі. Вони проявляються у підвищенні фонду відповідних антиоксидантів в організмі: вітамінів Е, С, β-каротину, мікроелементів та ін. Опосередковані ефекти можуть здійснюватися шляхом перетворення на більш активні метаболіти, або шляхом регуляції синтезу або розпаду ендогенних антиоксидантів [6, 8].

Таблиця 1.2 – Деякі продукти, що є джерелами флавоноїдів

Продукти	Антиоксиданти
Цитрусові та інші фрукти	Антоціани, халкони та ін. флавоноїди та ягоди (яблука, журавлина, горобина, обліпиха та ін.), шоколад, какао
Зелений чай, чорний чай	Поліфеноли, катехіни
Соя	Ізофлавони, фенолові кислоти
Цибуля	Кверцетин, кемферол
Оливки	Поліфеноли
Розмарин, шавлія, інші спеції	Карнозинова кислота, розмаринова кислота

На додаток до їх індивідуальних ефектів антиоксиданти можуть взаємодіяти між собою та надавати взаємодоповнюючі ефекти, завдяки яким, зокрема, один антиоксидант захищає інший від окисного руйнування. Наприклад, як було зазначено, вітамін С забезпечує дію вітаміну Е шляхом відновлення активної форми цього вітаміну. Існують докази, що убихинон – жиророзчинний антиоксидант, що утворюється в організмі людини, також здатний відновлювати вітамін Е. Подібну роль приписують і флавоноїдів їжі, які, беручи участь у синергічних взаємодіях з іншими антиоксидантами, зберігають і, можливо, посилюють їхню активність [10]. Існують інші типи корисних взаємодій антиоксидантів. Так, вітамін Е здатний захищати молекулу β-каротину від окислення і цим сприяти антиоксидантній дії цієї сполуки. Вітамін Е та мікроелемент селен також, мабуть, діють як синергісти, так як. додавання однієї з цих нутрієнтів до раціону експериментальних тварин може усунути симптоми, викликані дефіцитом іншого, хоча вони можуть замістити один одного повністю [12].

В результаті подібних взаємодій комбінації антиоксидантів можуть бути більш ефективними, ніж великі кількості якогось одного антиоксиданту.

Тому адекватне фізіологічним потребам надходження до організму незамінних харчових речовин з антиоксидантними властивостями (вітамінів, мікроелементів тощо) має ще один, важливий аспект підтримки активності системи антиоксидантного захисту організму.

Таким чином, включення в раціон продуктів, що містять природні антиоксиданти, є обов'язковим і однією з основних умов здорового способу життя людини. Воно забезпечує нормальне зростання та розвиток дітей, сприяє профілактиці захворювань, тривалості життя людей, підвищенню працездатності людей та створює умови для адекватної адаптації людини до навколишнього середовища.

У цій роботі для створення функціональних продуктів передбачається використовувати рослинну сировину та продукти її переробки, що є джерелом природних поліфенольних сполук.

1.1.1 Виноград дикий

Ягоди кулясті, соковиті, з товстою шкіркою фіолетового, чорного або синього кольору (рисунок 1.1), з освіжаючим кислим або солодко-кислим приємним смаком.

Потужна листопадна ліана, що досягає 20 – 30 м довжини; обвиваючи стовбури високих дерев і перекидаючись з одного на інше, надає лісам та паркам своєрідного тропічного вигляду. Кора темно-коричнева, що відшаровується поздовжніми смужками.

Молоді пагони зелені чи червоні. Вусики довгі, вільчасті, уривчасті. Листя темно-зелене, цільне або 3 – 5 лопатеве, зморшкувате, з матовою поверхнею, до 22 см. Восени листя кармінно червоне, фіолетово-кармінне, коричнево-каштанове і перехідних тонів. Квітки дрібні, непоказні, жовті, з тонким приємним ароматом, зібрані в кисті різної форми та величини. Цвітіння продовжується до 20 днів. Ягоди з товстою шкіркою, округлі, чорні, часто з синюватим нальотом до 1,2 см в

діаметрі, в пухких циліндричних кистях, їстівні, на смак від кислих до солодких [2].



Рисунок 1.1 – Виноград дикий

На відміну від культурного вигляду дикий виноград – дводомна рослина. Зустрічаються ліани з двома типами квіток – чоловічими та жіночими, але іноді в природі знаходять рослини з двостатевими квітками. Можна садити рослини тієї і іншої статі, але можна обмежитися посадкою ліан з функціонально жіночим типом цвітіння. В останньому випадку ягоди будуть зовсім дрібні та врожай – нижче, зате всі ягоди виявляться безнасінними, кишмишними. А при нормальному запиленні в плодах амурського винограду налічується від 1 до 3 (рідко 4) дрібного насіння. Зрілі ягоди круглі, від 8 до 18 мм у діаметрі (кишмишні ягоди бувають ще дрібнішими). Грона можуть бути великими, порівнянними за кількістю ягід (але, звичайно, не по масі) з гронами культурного винограду. У виняткових випадках довжина грон досягає 25 см, а маса – 250 г (зазвичай 20 – 70 г) [3].

У плодах дикого винограду до 12 % цукрів і близько 2 % органічних кислот. Води у ягодах винограду 80 %, білків 0,4, клітковини 0,6, органічних

кислот 0,6 – 2 та золи 0,6 %, натрію 26 мг %, калію 255, кальцію 54, магнію 17, фосфору 22 та заліза 0,6 мг %. Вміст вітамінів не дуже великий і досить значно коливається. Так, аскорбінової кислоти від 3 до 10 мг%, Р-активних речовин від 71 до 450, вітаміну B_1 0,05, B_2 0,02, фолієвої кислоти від 0,2 до 2, каротину до 0,1 і вітаміну До від 0,5 до 2 мг %. Сумарний вміст поліфенолів у плодах 1700 – 4215 мг% [3, 5]. Головна частина поліфенолів – антоціани, що зумовлюють надзвичайно інтенсивне забарвлення шкірки та соку. Вміст катехінів залежно від умов року становить 29 – 130 мг %, лейкоантоціанів від слідів до 90 мг %, а кількість флавонолів майже не змінюється (40 – 416 мг %). У період, коли зрілі плоди мають максимальну кількість антоціанів, вони майже не містять лейкоантоціанів. Найвища концентрація поліфенолів у зрілих плодах і в старому листі. У плодах частку антоціанів припадає 3675, флавонолів – 400 мг %. Також міститься 5,04 мг% ксантофілу. У вигляді слідів є феофітин, хлорофіл А і В, є також 45 мг% вітаміну B_1, 12 мкг% вітаміну B_2 [2]. У насінні міститься 8 – 20 % жирної олії [10].

1.1.2 Дигідрокверцетин

Дигідрокверцетин (ДКВ) є еталонним антиоксидантом (рисунок 1.2). Його антирадикальна активність проявляється при концентрації приблизно 0,0001 – 0,00001 % за повної відсутності мутагенної активності для людини.

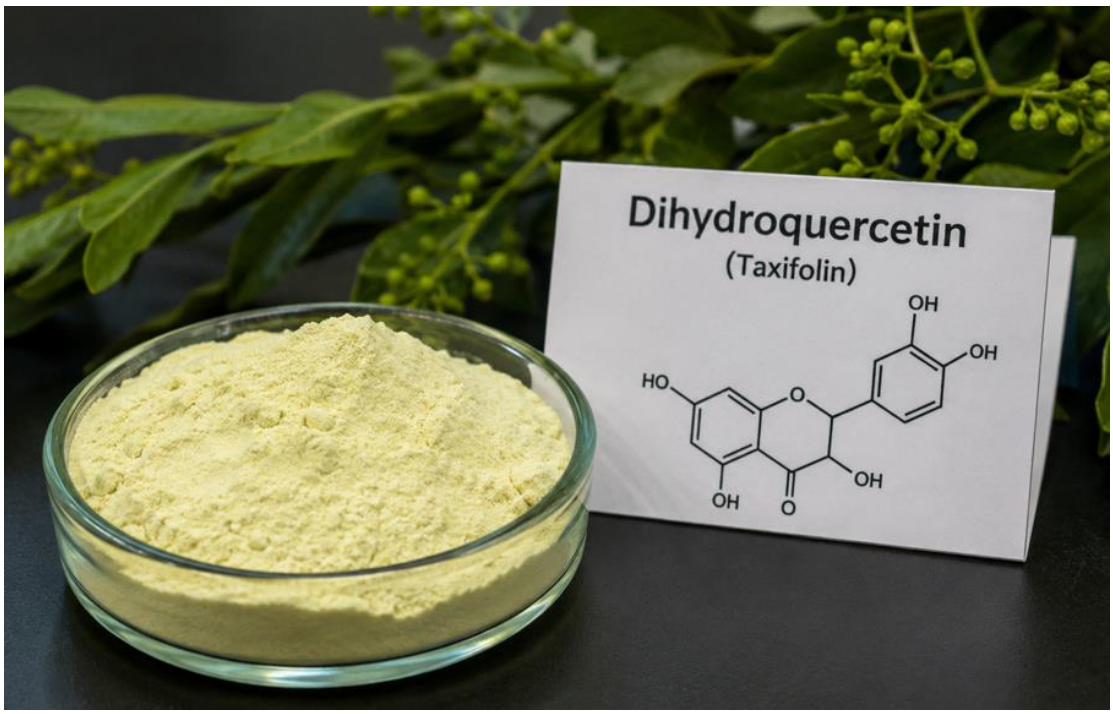


Рисунок 1.2 – Дигідрокверцетин (ДКВ)

ДКВ використовується як капіляроукріплюючий, капіляропротекторний, геморологічного засобу. Особливо цінною є здатність препаратів на основі ДКВ гальмувати розвиток пухлинних клітин, запускаючи механізм самогубства і не пригнічуючи при цьому поділ нормальних клітин. За оцінками фахівців, системне профілактичне введення ДКВ у продукти харчування (їжі, напої) у межах мінімальних доз 0,0001 – 0,00001% на вагу протягом року дозволить продовжити життя людини на 20 – 25 років. Значення дигідрокверцетину у фармакології величезне. Дигідрокверцетин характеризується вираженими протизапальними та протиалергічними властивостями. Він сприяє зміцненню й відновленню сполучної тканини, позитивно впливає на стан судин і капілярів, покращує мікроциркуляцію крові та може знижувати ризик тромбоутворення. Крім того, ця речовина здатна посилювати дію інших біологічно активних сполук, зокрема вітаміну С, а також брати участь у регуляції рівня холестерину.

Завдяки антиоксидантним властивостям дигідрокверцетин захищає клітини від ушкоджувального впливу вільних радикалів, підтримує імунну систему та зменшує прояви запальних процесів. Він також чинить захисну дію на слизову оболонку шлунка і печінку, сприяючи процесам відновлення тканин та

покращенню їх функціонального стану.

Важливим є і його профілактичний потенціал щодо захворювань, пов’язаних зі старінням організму, зокрема серцево-судинних порушень, нейродегенеративних процесів та інших патологічних станів. Дигідрокверцетин може підвищувати стійкість тканин до негативного впливу підвищеного рівня глюкози в крові, що має значення для профілактики метаболічних порушень.

Крім того, ця сполука позитивно впливає на нервову систему, сприяє активізації нервових процесів і підтриманню загальної працездатності організму. Регулюючи окремі реакції імунної системи та перебіг запальних процесів, дигідрокверцетин може розглядатися як природний компонент із протиалергічною, протизапальною та захисною дією, здатний знижувати негативний вплив несприятливих чинників довкілля, зокрема промислових забруднень, інфекційних агентів і побутових алергенів. Таким чином, наявність навіть невеликих кількостей ДКВ у щоденному раціоні забезпечить профілактику цілих класів захворювань, таких як пухлинні, спадкові, обмінні, а також дасть омолоджуючий та лікувальний ефект. Дигидрокверцетин, що належить до класу поліфенолів, має у структурі п’ять активних гідроксильних груп і є Р-вітамінним препаратом, тобто. каталізатором багатьох біохімічних процесів у організмі. За антиаксідантною та капіляропротекторною активністю ДКВ перевищує відомі та застосовувані в даний час препарати в 3 – 5 разів [6].

У харчовій промисловості ДКВ застосовується як природний консервант для продовження термінів зберігання та підвищення захисної антиокислювальної, антицвілої протидрожжевої активності. Так, наприклад, використання ДКВ у виробництві олії, морепродуктів, рибних та кондитерських виробах продовжує термін їх придатності щонайменше в 2 – 3 рази, при цьому надає продуктам яскраво виражених оздоровчих властивостей. ДКВ може бути використаний у виноробній промисловості для штучного старіння коньяків та вин, для покращення смакових якостей та якості спиртних напоїв, для перешкоди виникнення похмільного синдрому. Зважаючи на винятково важливі властивості ДКВ, його необхідно вводити в раціон харчування населення тих регіонів, які

піддаються високим дозам електромагнітного випромінювання, радіації, вірусного впливу або фізичним навантаженням з метою підвищення в десятки і сотні разів фізіологічної стійкості граничним навантаженням і термінам. Використання ДКВ при виробництві косметичних та парфумерних виробів у різних кремах, мазях, аерозолях допомагають збільшити захисні властивості шкіри від впливу випромінювання, радіації, мікробів, вірусів. Завдяки можливості ДКВ впливати на синтез колагену (еластину) у шкірі скорочується кількість зморшок, і шкіра довго зберігає свіжість, пружність, молодість.

Наявність ДКВ у складі зубних паст, еліксирів, очних крапель, парфумів, одеколонів при їх використанні сприяє нормалізації загальнообмінних процесів через шкіру, слизові оболонки очей, у лімфатичній та кровоносних системах і надає на організм людини омолоджуючий ефект. ДКВ введений до складу косметичних та парфумерних виробів особливо необхідний в екологічно забруднених районах. ДКВ запропонований для лікування отруєння риб токсикантами, що забруднюють водне середовище. Як природний Р-вітамін, який неможливо отримати синтетичним шляхом, він необхідний у раціоні харчування тварин і птахів. За його відсутності в раціоні харчування великої рогатої худоби, наприклад, можуть розвиватися такі серйозні захворювання, як коров’ячий сказ та ін.

Виробляють дигідрокверцетин з комлевої частини деревини модрини даурської (модерниці Гмеліна). Пень модрини кришать не весь: дослідження показали, що основна маса дигідрокверцетину концентрується в п’ятисантиметровій зоні під корою. Знімаючи лише цей шар, виробники заощаджують енергію. Листяничну крихту заливають спиртом, потім ця суміш неодноразово проганяється по системі, де піддається кавітаційним процесам з використанням вакуумно-хвильових методів. Дані методи дозволяють виділити з крихти якнайбільше речовин, що знаходяться там, зокрема дигідрокверцетину та інших флавоноїдів, масел, смол та інше. Далі екстракт прямує на випарювання спирту за низьких температур. У колоні ректифікації відбувається поділ масел, смол і флавоноїдів. Усі ці фракції виводяться окремо [12].

Далі порошок з флавоноїдом розчиняється у водно-спиртовій суміші з додаванням ефіру. Таким чином, виходить система, що розшаровується, в якій ефір забирає на себе дигидрокверцетин, а залишки масел і смол розташовуються в інших шарах. З цієї системи легко витягти потрібний продукт. Те саме можна зробити на рідинному хроматографі, але цей метод набагато дорожчий. На хроматографі процедуру проводять у тому випадку, якщо потрібно отримати найчистіший дигідрокверцетин.

Після того, як флавоноїд вилучили з багатошарової системи, його з'єднують з деіонізованою водою і відправляють на кристалізацію. Цю процедуру можуть повторювати кілька разів, доки не отримають білий порошок, який після проходження аналізу пакують у капсули.

Таким чином, на сьогоднішній день немає сумнівів щодо важливості та актуальності створення нових функціональних продуктів на основі природних антиоксидантів для підтримки активності різних систем організму.

1.2 Напої функціонального призначення

Безалкогольні та слабоалкогольні напої є вдалим об'єктом для створення на їх основі функціональних та збагачених продуктів. Вони є масовим продуктом харчування, широко споживаються різними групами населення.

Напої є найтехнологічнішою основою для створення нових видів функціональних продуктів, які, крім відомої властивості здатності вгамувати спрагу, можуть бути наділені додатковою користю для здоров'я людини. Для реалізації цієї можливості використовують біологічно активні компоненти – вітаміни, мінеральні речовини, рослинні екстракти та інші, що підвищують адаптивні можливості організму.

Застосування лікарська рослинна сировина (ЛРС) дозволяє створювати напої цільового, у тому числі профілактичного напряму: тонізуючі, антистресові, дієтичні, діабетичні, що покращують роботу серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту та інших органів та систем організму. Такі напої,

поставляючи в організм харчові волокна рослин, сприяють очищенню організму від важких металів, знижують негативну дію іонізуючого опромінення, знижують вміст холестерину в крові, токсинів; підвищують імунітет та антиоксидантний статус організму за рахунок БАР – антиоксидантів рослинної сировини: флавоноїдів, дубильних речовин, ефірних олій, органічних кислот, вітамінів, мікроелементів. Мінімальний рівень екстрактивних речовин, у тому числі БАР, що чинить оздоровчий або профілактичний ефект – 0,03 г на 100 $см^3$ напою [9].

Важливою особливістю використання лікарської рослинної сировини є присутність у ній природних консервантів, що дозволяє підвищити біологічну стійкість напоїв під час зберігання; барвників, що надають колір напоям без введення в них барвників; ароматичних сполук, здатних сформувати оригінальний смак та аромат готового продукту.

Таким чином, продукція безалкогольної галузі, створена на основі натуральної рослинної сировини, є соціально-орієнтованою та дозволяє вирішувати комплекс питань, пов’язаних із впливом на людину різних екстремальних факторів, з метою оздоровлення населення.

Розширення асортименту таких напоїв потребує глибокої роботи з вивчення місцевої рослинної сировини, пошуку нових перспективних видів, які могли б бути включені до складу функціональних безалкогольних напоїв.

Асортиментні групи безалкогольних напоїв включають газовані безалкогольні напої, негазовані безалкогольні напої, порошкоподібні та пастоподібні концентрати для напоїв.

Безалкогольні напої традиційно виробляються на основі продуктів переробки плодово-ягідної та лікарської рослинної сировини.

Одним із шляхів підвищення вітамінної цінності безалкогольних напоїв масового асортименту є їх збагачення вітамінами С, групи В. Визначено групи напоїв, що підлягають збагаченню вітамінами: газовані безалкогольні напої, рекомендована доза вітаміну С 150 – 160 мг/$дм^3$; газовані напої спеціального призначення для харчування школярів, хворих, які проходять курси лікування в стаціонарах, профілакторіях. Рекомендована доза вітамінів, мг/$дм^3$: аскорбінової

кислоти – 150 – 160; тіаміну – 1,0 – 1,2,; рибофлавіну – 0,5 – 1,0; піридоксину – 1,5 – 2,5. При вживанні збагачених напоїв у кількості 200 $см^3$ повинно задовольняти добову потребу у вітаміні С, близько 20 % потреби у вітамінах групи В [4].

За кордоном широко використовуються водорозчинні вітаміни як добавки до безалкогольних напоїв. У країнах Західної Європи США поширені вітамінізовані напої типу Кола, Оранж. До таких напоїв додають вітаміни групи В, С, амінокислоти, фосфати. Регламентується вміст у 100 $см^3$ напоїв: аскорбінової кислоти 30 мг, вітамінів групи В – 0,25 мг.

У США випускають трикомпонентний напій на основі яблучного, виноградного та ананасового соків з додаванням водорозчинних вітамінів до добової потреби.

У Великій Британії виробляють напої для дітей, збагачені водорозчинними вітамінами, жиророзчинними А і Д, мінеральними речовинами (залізом, йодом, магнієм, кальцієм, міддю, цинком).

Нині в асортименті продукції безалкогольної промисловості відбулися серйозні структурні зміни. Основний обсяг напоїв виробляється на основі концентратів, до складу яких входять концентровані соки, ароматичні есенції, барвники, загусники та інші компоненти найчастіше синтетичної природи. У зв’язку з цим виникає потреба додаткового збагачення їх вітамінами.

Новим напрямком є виробництво АСЕ-напоїв, збагачених вітамінами С, Е та β-каротином у триразовій дозі. Такі напої уповільнюють процеси старіння в організмі, знижують ризик ракових захворювань, підвищують опір зовнішнім негативним факторам [12].

Розроблена серія полівітамінних комплексів та продуктів на їх основі, що містить добову дозу 12 вітамінів та β-каротин в 1 склянці; аналогічний концентрат на основі підсолоджувача аспартаму та фруктози для хворих на діабет; концентрати напоїв, збагачених крім вітамінів залізом, кальцієм, магнієм; вітамінізований сироп шипшини, збагачений вітамінами, залізом, йодом [11].

Для збагачення напоїв біологічно активними речовинами рекомендовано низку біологічно активних добавок, у тому числі: настій біомаси женьшеню;

«БАД -GS» з іонами калію та натрію та 12 мікроелементами; настої лікарських рослин (елеутерококу, левзеї сафлороподібної, лимонника китайського та ін.). На їх основі розроблено низку напоїв лікувально-профілактичної дії [9].

Розробляються напої спеціального призначення для спортсменів, енергетичні напої з додаванням соків, екстрактів, женьшеню та інших природних адаптогенів. Розроблено широкий спектр напоїв та порошкоподібних сумішей для напоїв із внесенням композицій рослинної сировини, що мають лікувально-профілактичні властивості для людей з різними захворюваннями [8].

Пиво є продуктом біохімічної діяльності дріжджів. Завдяки цьому воно збагачується низкою біологічно активних сполук: вітамінами групи В, азотистими, мінеральними речовинами, олігосахаридами. Високий рівень споживання пива, його доступність також дозволяє вважати цей напій об'єктом для збагачення та надання йому профілактичних властивостей.

В даний час розроблено великий асортимент спеціальних сортів пива із внесенням різних добавок, які надають напою профілактичних або функціональних властивостей. Як такі нетрадиційні добавки використовуються різні продукти рослинного походження, мед, мінеральні солі, синтетичні ароматичні речовини та інші компоненти. Пиво із зазначеними добавками, набуває специфічних органолептичних та фізико-хімічних показників, вони можуть впливати на його харчову цінність і формувати ряд нових властивостей.

Застосування у виробництві пива різних нетрадиційних з погляду пивоваріння видів сировини відоме давно.

Один із старовинних типів пива, відомих понад 400 років – пшеничне пиво спонтанного бродіння – ламбік, батьківщиною якого є Бельгія. Традиційно ламбік одержують із суміші пшениці та ячмінного солоду. Отримане сусло зброджують з внесенням невеликої кількості культурних дріжджів. У процесі бродіння в суслі розвивається велика кількість різних видів мікроорганізмів, серед яких переважають дріжджі виду Sacharomyces, Brettanomyces, молочнокислі бактерії Lactobacillus. Бродіння триває 14 – 16 місяців. Різні різновиди ламбіка можуть дображивать з додаванням вишні, малини.

За своєю технологією аналогічне пиво отримують у Франції, Португалії, Іспанії.

Інший різновид ламбіка – фаро (faro), який отримують вторинним бродінням у пляшках. При його виробництві перед вторинним бродінням вносять соки.

Отримане пиво має високу кислотність, тривале бродіння та дозрівання.

Фруктове пиво виробляється не тільки на основі ламбіка, воно може готуватися з додаванням та інших фруктів, наприклад, персиків, бананів, чорної смородини. Деякі види фруктового пива вносять у різних дозах фруктові сиропи чи есенції, бургундське червоне вино [8].

Відомо також використання інших соків та фруктових пюре, у тому числі китайської вовчої ягоди, ківі. Вносять також концентрований сік топінамбуру, плоди європейської бузини, фруктів та ягід, фруктові концентрати [9].

У нашій країні розробляється технологія використання як смако-ароматичні добавки концентратів малини, журавлини, чорноплідної горобини шляхом зброджування сухими дріжджами.

Популярністю користуються пивні коктейлі, так звані «бірмікси». Зокрема, в Німеччині прийнято пиво розбавляти лимонадом, колою або соком вишневим, а також додавати різні сиропи. Великі пивоварні компанії виробляють їх у промислових масштабах.

Є широкий асортимент пива з додаванням рослинної сировини та продуктів її переробки. Як пряно-ароматичні добавки рекомендується використовувати екстракти різних пряно-ароматичних рослин: імбиру, шавлії, ялівцю, полину та ін. Широко використовуються добавки різних видів лікарської рослинної сировини: трав, квітів, коріння, горіхів.

У сусло при кип’ятінні з хмелем вносять суху траву полину, солянки пагорбової, кореневища і коріння солодки, бадану, траву ехінацеї, перець, траву деревію, траву лабазника в’язлистого, траву звіробою, буркуну, жеребку, коріння або біом або порошок бульб топінамбуру та інші види добавок [9]. У готове пиво вносять у вигляді настоїв або екстрактів різні пряно-ароматичні рослини,

прянощі. У Європі популярне пиво з додаванням конопель. Використання рослинних добавок дозволяє отримати пиво зі специфічними органолептичними властивостями, збагачує продукт вітамінами, мінеральними компонентами, надає напоям профілактичних та лікувальних властивостей, в окремих випадках підвищує стійкість при зберіганні.

Нетрадиційні добавки, що використовуються у виробництві пива, відповідають різним цілям при їх застосуванні. Деякі види добавок, що вносяться в пиво або сусло, виконують технологічні функції, володіючи бактерицидними властивостями, сприяючи освітленню пивного сусла (ялівець, імбир, деревій, горіхи та ін.). Інші компоненти формують його органолептичні та фізико-хімічні, іноді фармакологічні властивості, пом'якшують дію алкоголю на організм, підвищують харчову цінність пива. До таких компонентів можна віднести продукти переробки плодів, ягід, мед, різні види ароматичного сировини (цедра цитрусових, трави, коріння та інших).

До сировини, використання якої має на меті збагатити продукт вуглеводами, можна віднести зернопродукти (рис, овес, пшеницю, ячмінь та ін), а також цукрозміщувальну сировину (мед, патоку, цукор). Джерела поліфенольних речовин вносяться головним чином як замінник хмелю. До них відносяться різні види рослинної сировини (трави, коріння, горіхи тощо) та продукти їх переробки. Для збільшення кількості азотистих речовин у суслі вносять гідролізати мікроорганізмів (дріжджів), продукти переробки молока (сиру, сиру, пахту тощо). Мінеральні компоненти вносять, як правило, для коригування мінерального живлення дріжджів, наприклад солі цинку, магнію, або для збагачення складу пива.

Добавки фармакологічного призначення використовують для створення напою, що має виражений профілактичний ефект до будь-якого захворювання (з антиканцерогенними, гепатопротекторними властивостями тощо) Для цієї мети також вносять, як правило, рослинні інгредієнти [10].

Розроблено технологію спеціального пива з використанням зброжених основ із продуктів переробки плодово-ягідної сировини [7].

Солодове та плодове сусло зброджуються окремо з урахуванням вимог до складу, за різними режимами, при необхідності з використанням різних видів та дріжджів. Змішування в необхідних пропорціях здійснюється перед фільтруванням пива.

Розроблено технологію та нормативну документацію на кілька найменувань спеціального пива та слабоалкогольних напоїв з використанням чорноплідноробінової, яблучної зброджених основ та їх сумішей. Отримані продукти мають хороші органолептичні властивості, містять харчові волокна, вітаміни, інші біологічно активні речовини. Розроблено рецептури спеціального пива з використанням рослинної сировини; деревію, лабазника в'язолистого, настою солодки [6].

Висновки за розділом

Однією з актуальних і важливих завдань харчової та переробної промисловості є розробка технології продуктів, збагачених різними біологічно активними речовинами, завдяки чому вони набувають статусу функціональних з точки зору впливу на різні системи та організм в цілому.

Робота у цьому напрямі ведеться великою кількістю наукових організацій, колективів та окремих дослідників. В результаті чого створені теоретичні передумови, принципи створення продуктів з заданими властивостями з високою харчовою цінністю, склад яких регламентується рядом державних нормативних документів.

Можна виділити два основні шляхи збагачення продуктів біологічно активними речовинами:

- внесенням чистих вітамінів, мінеральних сполук, очищених препаратів харчових волокон та ін;
- комбінування різних видів сировини з метою створення продуктів, збалансованого складу, що містять ті чи інші компоненти в оптимальних співвідношеннях.

Другий шлях кращий, оскільки продукт додатково збагачується комплексом сполук, які доповнюють і посилюють дію один одного.

Мета роботи – розробка та товарознавча характеристика напоїв функціонального призначення на основі рослинної сировини, що містить природні антиоксиданти.

Задля реалізації поставленої мети вирішували такі завдання:

- обґрунтувати застосування рослинних антиоксидантів при створенні напоїв із функціональними властивостями для коригування шкідливого впливу зовнішніх факторів навколишнього середовища;
- розробити рецептуру та технологію напоїв функціональної спрямованості на основі природних антиоксидантів;
- дати товарознавчу оцінку розроблених напоїв;
- зробити розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва напоїв функціонального призначення, збагачених природними антиоксидантами рослинного походження.

Предмет дослідження – рецептурний склад, технологічні параметри виробництва, органолептичні, фізико-хімічні та товарознавчі показники якості напоїв, виготовлених із використанням рослинної сировини, що містить природні антиоксиданти.

2 ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація досліджень

Загальна схема досліджень представлена рисунку 2.1.

З поставлених мети і завдань, дослідження проводили у декілька етапів.



Рисунок 2.1 – Загальна схема проведення досліджень

Дана схема відображає послідовність проведення досліджень у дипломній роботі, присвяченій обґрунтуванню технології виробництва напоїв, збагачених антиоксидантами.

На першому етапі передбачено аналіз літературних джерел за тематикою роботи, що дозволяє визначити актуальність дослідження, сучасні напрями виробництва функціональних напоїв та перспективні види рослинної сировини з антиоксидантними властивостями.

Другий етап спрямований на обґрунтування та розроблення технології функціональних напоїв. У межах цього етапу здійснюється розробка рецептури збагаченого напою бродіння та визначення основних технологічних операцій виробництва готового продукту.

На третьому етапі проводиться товарознавча характеристика розробленого функціонального напою. Вона включає оцінювання органолептичних показників, зокрема зовнішнього вигляду, кольору, смаку та аромату, а також визначення фізико-хімічних показників якості.

Завершальним етапом є розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень, що дає змогу оцінити економічну доцільність розроблення запропонованої технології. Таким чином, схема демонструє логічну послідовність виконання роботи – від теоретичного аналізу до розроблення продукту, оцінювання його якості та економічного обґрунтування.

2.2 Об’єкти та методи досліджень

Об’єктами дослідження були:

- рослинна сировина;
- лабораторні зразки та дослідні партії напою бродіння.

У роботі нами застосовувалися сучасні методи дослідження властивостей сировини та якості готового продукту, зокрема органолептичні, фізичні, хімічні, методи.

Аналіз квасів проводили за такими показниками:

- вміст сухих речовин рефрактометричним методом [7];
- кислотність методом прямого титрування [4];
- визначення масової частки спирту дистиляційним методом [47].

Органолептичні показники напоїв бродіння визначали відповідно до ДСТУ 7099:2021 [2].

Масову частку сухих речовин у напоях бродіння, визначали за ДСТУ 4069:2016 [3].

Титровану кислотність напоїв визначали за ДСТУ 4069:2016 [1].

Висновки за розділом

Визначено послідовність проведення досліджень, об’єкти та методи оцінювання якості напоїв, збагачених антиоксидантами. Дослідження передбачали аналіз літературних джерел, вибір рослинної сировини, розроблення рецептури та технології напою бродіння, а також оцінювання його товарознавчих показників.

Об’єктами дослідження були рослинна сировина, лабораторні зразки та дослідні партії напою. Для оцінювання якості застосовано органолептичні, фізичні та хімічні методи, зокрема визначення сухих речовин, титрованої кислотності та масової частки спирту відповідно до чинних нормативних документів.

Обрані методи дозволяють комплексно оцінити якість розробленого функціонального напою, встановити його відповідність нормативним вимогам і підтвердити доцільність використання рослинної сировини з антиоксидантними властивостями.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Вибір збагачуючого концентрату та його фізико-хімічної форми

З медико-біологічної точки зору для збагачення продуктів харчування слід використовувати ті мікронутрієнти, дефіцит яких реально має місце, досить широко поширений і небезпечний для здоров'я [8]. У цій роботі збагачувальну добавку обрали на основі вже проведених досліджень.

На підставі літературних даних та попередніх досліджень як джерело антиоксидантів обрано виноград та дигідрокверцетин. У плодах винограду міститься до 12 % цукрів і близько 2 % органічних кислот. Сумарний вміст поліфенолів 1700 – 4215 мг%.

Дигідрокверцетин виробляється ТОВ «BioFlavid» з деревини модрини даурської (листяниці Гмеліна), що заготовляється в зимовий період, шляхом екстрагування спиртом з подальшим видаленням розчинника. Показники якості дигідрокверцетину наведені в таблиці 3.1.

Як збагачувальну добавку нами запропоновано використовувати гомогенну суміш на основі сухого концентрату з винограду і дигідрокверцетин.

На підставі аналізу органолептичних показників вибрано співвідношення компонентів винограду:дигідрокверцетин 250:1.

Таблиця 3.1 – Показники якості дигідрокверцетину

№	Найменування показника	Нормовані значення	Результати аналізу
1	Зовнішній вигляд	Порошок від білого до блідо-жовтого кольору	Порошок блідо-жовтого кольору
2	Вологість, %	10,0	8,7
3	Масова частка ДКВ, %	88,0	90,4

Отримана добавка у використанні має низку переваг у порівнянні з окремими вітамінами:

- зниження ризику помилок під час дозування;
- спрощення проведення контролю за якістю;
- спрощення транспортування, зниження потреб у робочій силі та складських площах для зберігання;
- в кінцевому продукті досягається точніше дозування, більш рівномірний розподіл всіх вітамінів;
- підвищується гарантія якості нового продукту.

Співвідношення вітамінів у добавці відповідає потребам у них людини з урахуванням того, що добавка розроблена для працездатного населення III групи (працівники середньої тяжкості праці), а саме працівників золотодобувної промисловості. У рецептурі добавка використовується у вигляді спеціальних форм, доступних для людського організму. Також варто відзначити, що всі вітаміни, що містяться в добавці, цілком ідентичні природним. Вони мають більшу безпеку, не вступають у небажані взаємодії між собою та з іншими компонентами концентрату напою в процесі його виробництва та подальшого зберігання [8].

Призначення дигідрокверцетину у складі добавки – підвищення імунного статусу організму і прояв антиоксидантних властивостей, що відноситься до групи вітаміну Р.

Використання готової добавки суттєво полегшує завдання розробки та виробництва збагаченого напою бродіння, оберігаючи від можливих помилок та неприпустимих поєднань при складанні збагачувальних рецептур.

Добавка, розроблена нами, одержала назву «Тонус». Показники якості її наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники якості функціональної добавки «Тонус»

Найменування показника	Значення
Вологість, %	8,2
Масова частка екстрактивних речовин, %	39,5
Масова частка цукрів, %	34,6
Масова частка органічних кислот, %	2,2
Вміст вітаміну С, мг/100 г	45
Вміст поліфенолів, мг/100 г	4270

Як видно з наведених даних, високий вміст поліфенолів дозволяє рекомендувати отриману добавку як джерело антиоксидантів.

3.2 Вибір продукту, що підлягає збагаченню

В харчуванні населення велике значення мають соки, лимонади та інші безалкогольні напої. Безалкогольний напій – це продукт харчування, який вживають усі люди планети. При всій популярності даних безалкогольних напоїв, до їх недоліків слід віднести короткі терміни зберігання (якщо вони натуральні) і досить великі втрати (до 50 – 60 %) вітамінів, що додаються до них, у процесі виробництва та подальшої реалізації. Як об’єкт, що підлягає збагаченню, нами було обрано квас.

З технологічної точки зору хлібний квас – це продукт, отриманий внаслідок незакінченого спиртового та молочнокислого бродіння квасного сусла. Хлібний квас має високу харчову цінність. Вона обумовлюється наявністю в квасі екстрактивних речовин, у тому числі таких, як білки, вуглеводи (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, декстрини), молочна та інші органічні кислоти, ароматичні та барвники (меланоїдини), вітаміни, ферменти та мінеральні речовини. З мінеральних речовин у складі квасу важливе місце займають солі фосфору, кальцію та заліза. Благотворний вплив квасу на процес травлення пояснюється наявністю молочнокислих бактерій та дріжджів – сахароміцетів. Ці мікроорганізми збагачують хлібний квас вітамінами В, РР, D, молочною

кислотою, діоксидом вуглецю, які і визначають харчову цінність квасу. Особливо корисними є синтезовані при бродінні білки дріжджових клітин [9].

Штучне збагачення напоїв, тобто. фортифікація вітамінами (а також іншими біологічно активними речовинами) – один із перспективних шляхів раціоналізації харчування сучасної людини. Це пов’язано не тільки з економічними та технологічними перевагами виготовлення напоїв, але й з тим, що вони набувають все більшого поширення та рівень їх споживання безперервно зростає. У сучасній ситуації безалкогольні напої можуть грати потрійну роль: по-перше, задовольняти потреби рідини; по-друге, заповнювати дефіцит життєво необхідних харчових речовин (вітамінів); по-третє, виступати як ефективний інструмент профілактики поширених хвороб людини та захисту організму від несприятливого впливу факторів навколишнього середовища біологічного та техногенного характеру.

Виходячи з вищесказаного розробка напоїв бродіння, збагаченого комплексом вітамінів, мала дві мети:

- продовжити наукові дослідження в плані розширення асортименту збагачених напоїв бродіння та підвищення їх органолептичних властивостей;
- створити напій бродіння, збагачений добавкою, до складу якої, входить сухий концентрат амурського винограду і дигідрокверцетину.

3.3 Оцінка впливу дигідрокверцетину на процес зброджування напою

В основу моделювання рецептур напою покладено підбір основної та допоміжної сировини у співвідношеннях, що забезпечують їх прогнозовану цінність з урахуванням рекомендованих норм вмісту біологічно активних речовин. Його функціональна спрямованість забезпечувалася наявними даними про синергічні властивості діючих початків компонентів рецептури.

На першому етапі досліджень визначали вплив різної концентрації дигідрокверцетину на життєдіяльність дріжджів.

Для цього готували 5 зразків сусла за технологією квасу «Хлібний» із розрахунку (на 1 дал (10 літрів) сусла): 0,297 кг концентрату квасного сусла, 0,50

кг цукру, дріжджі хлібопекарські пресовані 0,0015 кг. Зразки відрізнялися тим, що кожен з них вносили різні концентрації дигідрокверцетина: зразок 1 – 100 мг/дм^3 сусла, зразок 2 – 200 мг/дм^3 сусла, зразок 3 – 500 мг/дм^3 сусла і зразок 4 – 750 мг/дм^3 Як контроль прийнятий зразок 5 без добавки. Дозування підбирали експериментально шляхом органолептичної оцінки.

Далі було визначено фізико-хімічні показники сусла, такі як кислотність, сухі речовини. Сусло мало масову частку сухих речовин 5,6 %, кислотність 1,8 см^3 розчину лугу на 100 см^3 .

Усі зразки мали однакові показники, це свідчить про те, що з додаванням у сусло різних концентрацій дигідрокверцетину основні показники не змінилися.

Потім сусло зброджували при температурі 30 °С термостаті. У процесі бродіння контролювали динаміку сухих речовин, дані представлені рисунку 3.1

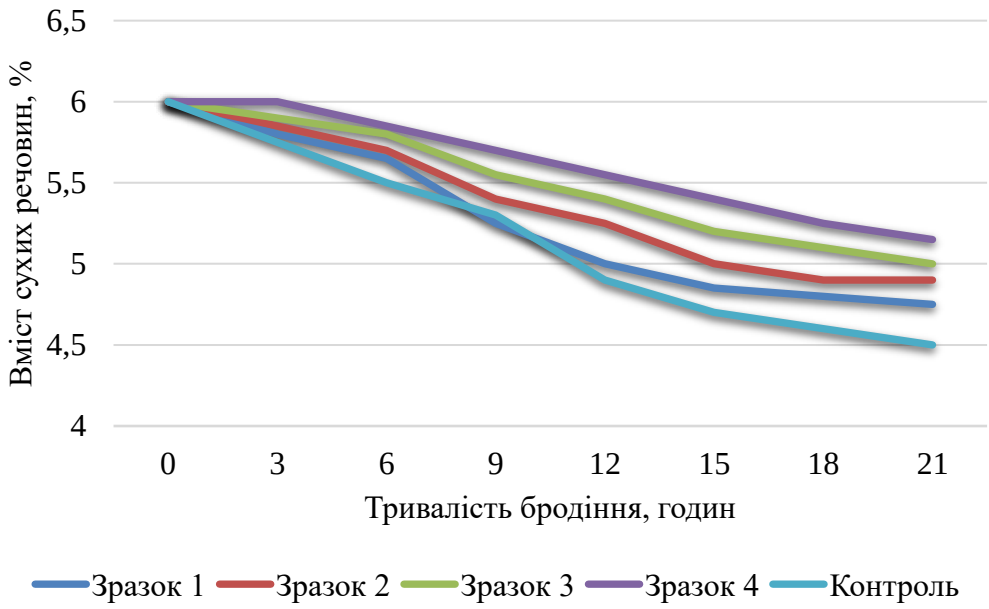


Рисунок 3.1 – Динаміка бродіння квасного сусла

З рисунка видно, що дигідрокверцетин негативно впливає процес бродіння, уповільнюючи його. Концентрація дигідрокверцетину у зразках 1 і 2, найбільш прийнятна для використання у приготуванні напоїв бродіння. Результати аналізу готових напоїв за фізико-хімічними показниками подано у таблиці 3.3.

З отриманих результатів, можна дійти висновку, що наведені показники

відповідають нормативним. Зразки 1 і 2 мали найвищий ступінь зброджування, що свідчить про найбільш сприятливі умови для дріжджів.

Однак, як показано вище, дигідрокверцетин негативно діє на розвиток і розмноження дріжджів. У той же час, його присутність у напої як антиокислювача має стабілізувати нестійкі речовини, запобігаючи їхній зміні.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники готових напоїв

Показники	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Контроль
Вміст сухих речовин, %	4,7	4,9	5,1	5,2	4,5
Кислотність, $см^3$ розчину NaOH концентрацією 1 моль/$дм^3$ /100^3 см	2,3	2,2	2,0	2,0	2,3
Масова частка спирту, %	1,0	0,8	0,6	0,6	1,1

Крім того, останніми роками для підвищення стійкості квасу багато підприємств проводять його пастеризацію, що додатково руйнує термолабільні біологічно активні речовини, зокрема вітамін С.

Однак, як показано вище, додавання дигідрокверцетину негативно діє на розвиток та розмноження дріжджів, таким чином, внесення її доцільно після зброджування напою в процесі купажування.

3.4 Дослідження впливу антиоксидантів на показники якості напою бродіння «Виноградний»

У харчовій промисловості для зниження вмісту кисню в готових продуктах і продовження терміну придатності застосовуються різні антиоксиданти. Дія більшості харчових антиокислювачів ґрунтується на їх здатності утворювати малоактивні радикали, перериваючи цим реакцію автоокислення. Науковий та

практичний інтерес представляє можливість використання розробленої харчової добавки на основі сухого концентрату винограду амурського та дигідрокверцетину в технології виробництва напою бродіння, для збільшення терміну зберігання готового напою.

Нами проведено дослідження порівняльної ефективності застосування аскорбінової кислоти та харчової добавки на основі сухого концентрату винограду амурського та дигідрокверцетину на фізико-хімічні та органолептичні показники напою бродіння.

У фільтровані зразки напою бродіння вносили харчову добавку на основі сухого концентрату дикого винограду і дигідрокверцетину (зразок 2 – 4), аскорбінову кислоту (зразок 5 – 7) в кількості 10, 20, 30 мг/дм^3. Контролем був зразок напою бродіння без антиоксидантів. Під час витримки даних варіантів при 20 °С протягом 5 діб. досліджували вміст кисню у зразках та динаміку зміни pH напоїв. Дані представлені на рисунку 3.2 та в таблицях 3.4 та 3.5.

З даних таблиці 3.4 та рисунку 3.2 видно, що застосування харчової добавки призводить до зниження вмісту кисню на 7,24 – 8,13 мг/дм^3 залежно від концентрації препарату, порівняно з початковим його вмістом. У концентрації 10 мг/дм^3 цей показник знизився на 8,1 мг/дм^3. Збільшення концентрації використовуваних препаратів призвело до незначного покращення результату. Так, у зразках 4 і 5 рівень кисню в квасі знизився на 0,01 – 0,03 мг/дм ^{3} порівняно з варіантом 3.

Проведеними дослідженнями встановлено, що препарат виноград+дигідрокверцетин при додаванні в напої бродіння знижує концентрацію кисню в напоях при зберіганні більшою мірою, ніж аскорбінова кислота.

З отриманих даних видно, що при використанні антиоксиданту аскорбінової кислоти оптимальною концентрацією для даних речовин є 20 мг/дм^3. Застосування аскорбінової кислоти поступається харчовій добавці виноград+дигідрокверцетин.

Таблиця 3.4 – Зміна концентрації кисню у напої бродіння при зберіганні

Антиокислювач, що вноситься, концентрація, г/дм^3	Вміст кисню, мг/дм^3					
	Тривалість зберігання, діб					
	0	1	2	3	4	5
1. Контроль	8,66	8,66	8,01	7,15	6,41	6,11
2. Виноград+дигідрокверцетин, 5	8,66	7,62	6,55	4,52	2,67	1,42
3. Виноград+дигідрокверцетин, 10	8,66	7,21	5,12	3,01	1,33	0,56
4. Виноград+дигідрокверцетин, 20	8,66	7,18	5,08	3,01	1,32	0,57
5. Виноград+дигідрокверцетин, 30	8,66	7,18	5,08	3,01	1,31	0,55
6. Аскорбінова кислота, $5\cdot10^3$	8,66	8,57	7,95	7,15	5,75	4,54
7. Аскорбінова кислота, $10\cdot10^3$	8,66	8,56	7,95	7,14	5,71	4,46
8. Аскорбінова кислота, $20\cdot10^3$	8,66	8,55	7,86	7,04	5,52	3,56
9. Аскорбінова кислота, $30\cdot10^3$	8,66	8,55	7,87	7,04	5,52	3,56

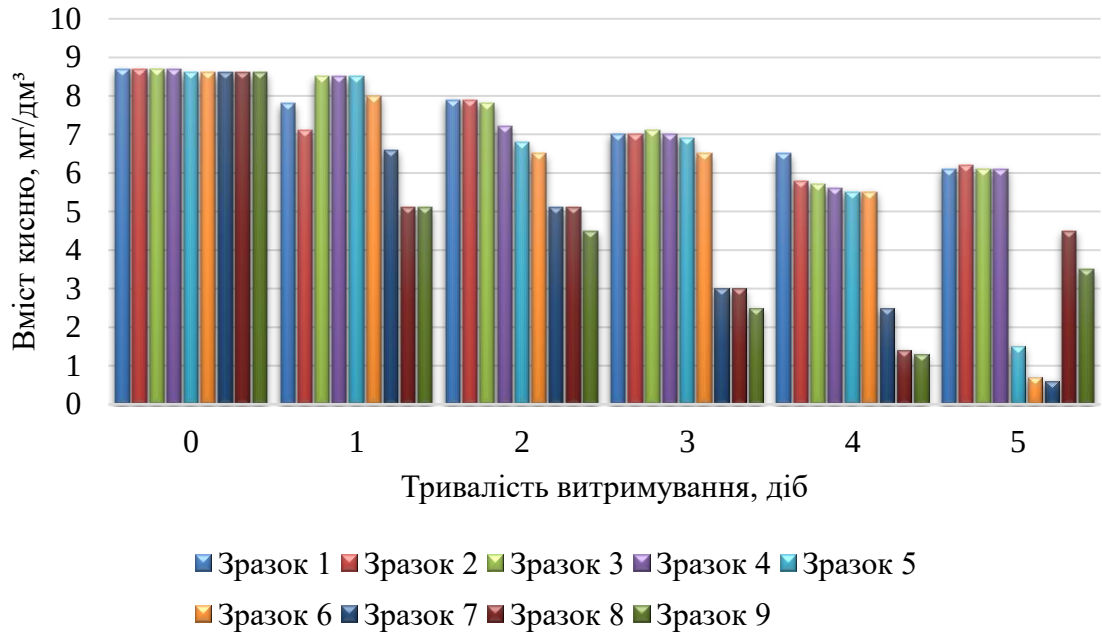


Рисунок 3.2 – Динаміка зміни вмісту кисню у напої бродіння

Таким чином, встановлено, що найбільш сильні антиоксидантні властивості виявляє Виноград+дигідрокверцетин, і оптимальна концентрація внесення його в квас становить від 5 до 10 г/дм^3.

Як видно з даних таблиці 3.5. та рисунку 3.3 у контрольному варіанті показник активної кислотності (pH) поступово знижується на 0,20 од. порівняно

початковим показником. Це, ймовірно, пов'язане з процесом бродіння, що не зупинився, про що свідчить зміна pH.

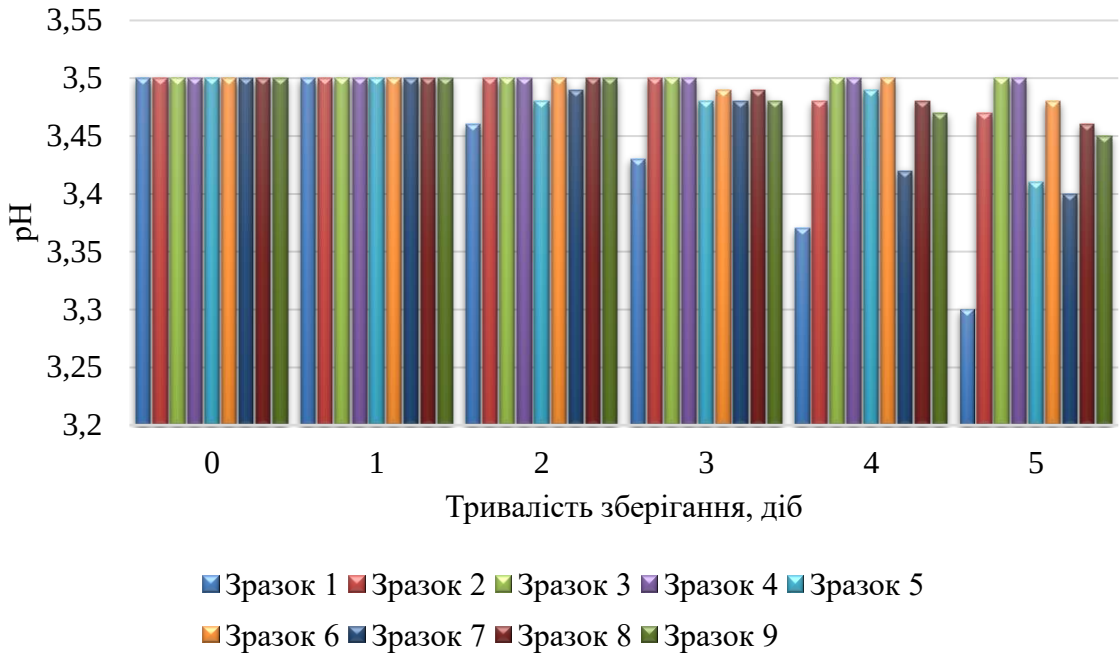


Рисунок 3.3 – Динаміка зміни вмісту pH у напої бродіння

Таблиця 3.5 – Зміна показника pH у напої бродіння при зберіганні

Антиокислювач, що вноситься, концентрація, г/дм^3	pH					
	Тривалість зберігання, діб					
	0	1	2	3	4	5
1. Контроль	3,50	3,50	3,46	3,43	3,37	3,30
2. Виноград+дигідрокверцетин, 5	3,50	3,50	3,50	3,50	3,49	3,47
3. Виноград+дигідрокверцетин, 10	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
4. Виноград+дигідрокверцетин, 20	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
5. Виноград+дигідрокверцетин, 30	3,50	3,50	3,50	3,50	3,49	3,48
6. Аскорбінова кислота, $5 \cdot 10^3$	3,50	3,50	3,48	3,46	3,41	3,40
7. Аскорбінова кислота, $10 \cdot 10^3$	3,50	3,50	3,49	3,48	3,42	3,41
8. Аскорбінова кислота, $20 \cdot 10^3$	3,50	3,50	3,50	3,49	3,48	3,46
9. Аскорбінова кислота, $30 \cdot 10^3$	3,50	3,50	3,50	3,48	3,47	3,45

При використанні антиоксидантів, кращі показники отримані у дослідних зразках 2 – 5. Контрольований показник pH знизився в цьому випадку до 0,02 – 0,03 одиниць. Дані таблиць 3.4 та 3.5 підтверджують зроблені нами висновки, що харчова добавка виноград+дигідрокверцетин є сильнішим окислювачем порівняно з аскорбіновою кислотою.

Після закінчення терміну витримки проводили органолептичну оцінку напоїв. Отримані дані подано на рисунку 3.4.

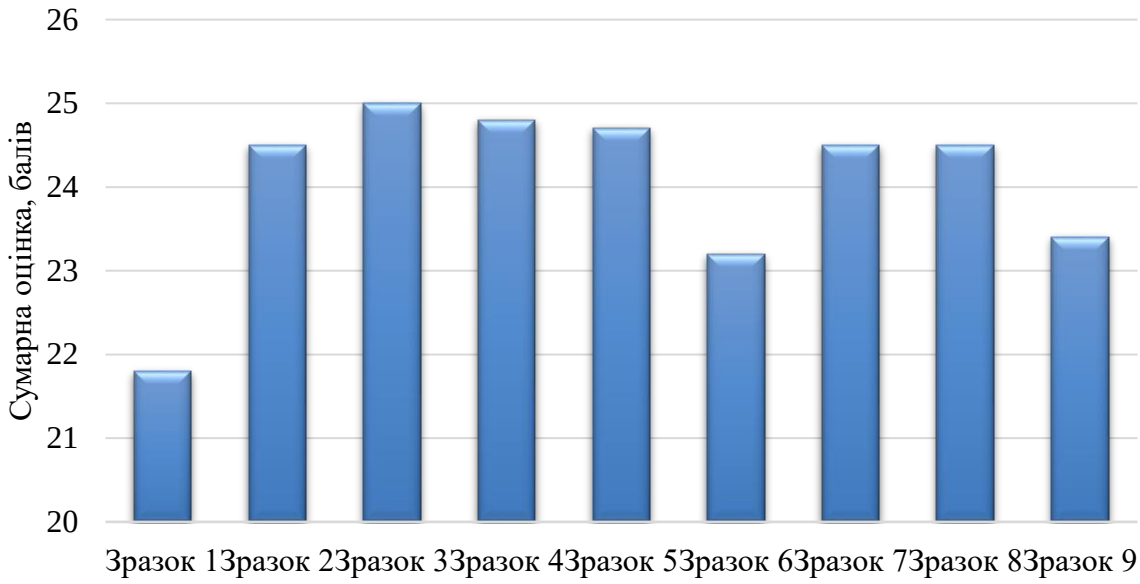


Рисунок 3.4 – Сумарна балова оцінка напою бродіння

З даних, поданих на рисунку 3.4 видно, що найкращі органолептичні показники мали варіанти напою бродіння 2 – 5. Дані зразки мали чистий, без сторонніх запахів аромат житнього хліба, кислувато-солодкий смак «хлібної скоринки», добре насичені вуглекислим газом. Контрольний варіант був більш каламутним порівняно з варіантами 2 – 9, у смаку відзначена неприємна гіркуватість, сторонній смак та аромат. Дані вказують на те, що в контрольному варіанті, в результаті автолізу дріжджових клітин, що залишилися, виділяються побічні продукти, що викликають зміну смаку готового напою. Варіанти 6 – 9 мали хлібний аромат, проте смак був незбалансований.

Таким чином, застосування як антиоксиданту харчової добавки

виноград+дигідрокверцетин у кількості 5 – 10 г/дм^3 дозволяє отримати напій з хорошими органолептичними показниками, максимально знизити вміст кисню в готовому напої бродіння, що має сприятливо позначитися на підвищенні термінів зберігання, а також підвищити смакові переваги напою в середньому на 0,2 бали.

3.5 Технологічна схема виробництва харчової добавки «Тонус» на основі сухого концентрату винограду та дигідрокверцетину

Технологічна схема виробництва харчової добавки «Тонус» на основі сухого концентрату винограду та дигідрокверцетину представлена на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Технологічна схема виробництва харчової добавки «Тонус»

Основні технологічні операції здійснюються відповідно до технологічної інструкції з консервного виробництва.

Інспекція. Сировина, що надійшла на переробку, перевіряють для видалення дефектних ягід (гнилих, битих, м'ятих, пліснявих), сторонніх великих органічних та мінеральних домішок.

Сортування. Сортують для поділу за якістю, ступенем зрілості, кольору та інше.

Мийка. Проводять для видалення з поверхні ягід забруднень, механічних домішок та мікрофлори. Миють їх у мийно струшувальній машині (КМЦ, А9-КМ2-Ц).

Бланшування. Очищені цілі або подрібнені ягоди бланшують парою, на машинах. Попереднє бланшування ягід значно прискорює їх сушіння, так як при бланшуванні видаляється восковий наліт, який є природним захистом від в'янення, шкірка стає тоншою і покривається сіткою дрібних тріщин, що сприяє інтенсивному випаровуванню вологи. Також при бланшуванні руйнуються ферменти і тим самим припиняються біохімічні процеси, це дозволяє захищати продукцію від потемніння та погіршення якості.

Виноград. Після бланшування ягоди сушать у сушильних апаратах. У процесі конвекційно-мікрохвильової сушіння продукт спочатку потрапляє в зону конвективного видалення вологи і сушиться при температурі теплоносія 85 – 90 °С протягом 30 – 60 хвилин, що сприяє інактивації ферментів, що окислюють біологічно активні речовини, і дозволяє вести сушіння без небезпеки розтріскування. Далі знижують температуру до 55 – 60 °С і сушать до вологості 50 %. Надалі продукт переміщається в зону мікрохвильового сушіння і досушується до вологості 5 – 13 %. Тривалість сушіння ягід залежить від розмірів, ступеня зрілості, способу попередньої підготовки, режимів сушіння та ін.

Необхідно також відзначити, що під впливом інтенсивного НВЧ поля відбувається практично повне знищення мікрофлори (знезараження сировини), що збільшує термін зберігання одержуваного продукту. Цей ефект знезараження дозволяє нам надалі використовувати якнайменше температурних обробок, але

для цього необхідно суворо дотримуватись санітарно-гігієнічних вимог до виробничих приміщень та персоналу, щоб забезпечити стерильність виробництва та високу якість продукції, що випускається.

Витримка для вирівнювання вологи. Після сушіння сировину охолоджують, видаляють недосушені плоди і деякий час витримують для вирівнювання вологості.

Упаковка. Пакують сировину у вакуумні пакети без доступу кисню та відправляють на зберігання.

Зберігання. Зберігають сировину у сховищах з гарною вентиляцією. Відносна вологість повітря у сховищі повинна бути не вищою 60 %, температура зберігання 5 – 20 °С.

Подрібнення сухих ягід, додавання дигідрокверцетину та складання композиції інгредієнтів за рецептурою. Інгредієнти, що входять до складу напою, у потрібній кількості беруть із сховища і подрібнюють на млині призначеному для в’язких та волокнистих продуктів і змішують за рецептурою.

Приготування суміші інгредієнтів можливе як централізовано на спеціалізованому підприємстві, так і перед внесенням компонентів у напій.

Фасування, зберігання добавки – одержаний препарат фасують у герметичну упаковку та зберігають при відносній вологості повітря не більше 60 – 75 %, температура зберігання 5 – 20 °С.

3.6 Розробка технології виробництва напою «Виноградний»

Нами розроблено технологію напою бродіння «Виноградний». Технологічна схема виробництва напою представлена на рисунку 3.6.

Для *підготовки води* цьому підприємстві використовується ультрафильтрационная технологія.

Приготування квасного сусла. Для приготування квасу, придатного для зберігання у пляшках і що має при цьому привабливий товарний вигляд, готували вихідне квасне сусло, вміст сухих речовин у якому 6,5 – 7 %. При приготуванні

квасного сусла ККС вносили у кількості 70 % від передбаченого рецептурою, розводили температурою води 30 – 3 5 °С. Інші 30 % ККС вносили на стадії купажування зброджeного квасу. Враховуючи негативний вплив дигідрокверцетину на процес бродіння, сухий концентрат дикого винограду вносили в сусло перед зброджуванням в кількості 0,5 кг/10 дал.



Рисунок 3.6 – Технологічна схема виробництва напою «Виноградний»

Бродіння. Після перекачування сусла на бродіння в нього задавали 25 % цукру (від рецептурної кількості) як цукрового сиропу і перемішували. Зброджували квасне сусло за допомогою хлібопекарських дріжджів, яких

задавали в кількості 0,15 г/дм^3 . Бродіння сусла проводили при температурі 25 – 28 °С до зниження сухих речовин в ньому на 1 % і досягнення кислотності 2,0 см^3 розчину гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм ^{3} на 100 см^3 квасу. Тривалість бродіння 14 – 16 годин.

Охолодження та освітлення квасу. Зброжене сусло охолоджували до 6 °С, при цій температурі дріжджі осаджуються, а сусло дещо освітлюється.

Купажування квасу. У зброджене квасне сусло додавали частину ККС, що залишилися, цукру і дигидрокверцетин. Підготовлені компоненти у встановленому співвідношенні завантажували в асептичний танк, який використовується для накопичення або тимчасового зберігання напоїв, і перемішували до отримання однорідної маси. Це обладнання оснащене системою стерильного повітря, за допомогою якого створюється надлишковий тиск і їм заповнюється весь вільний простір над продуктом, що дозволяє містити готовий до розливу продукт в асептичних умовах.

Перед розливом проводили аналіз якісних показників напою. Крім того, поряд з контролем масової частки сухих речовин проводився контроль кислотності та органолептичних показників.

Розлив та закупорювання. Розлив напою бродіння вироблявся у пляшки з ПЕТ на спеціалізованій лінії розливу.

Етикетування та маркування. Після закупорювання пляшки направлялися для етикетування та маркування відповідно до вимог стандарту та інструкцій з пакування та маркування безалкогольних напоїв.

Транспортування готової продукції складу. ПЕТ пляшки упаковували в термозбіжну плівку на картонну підкладку по 4 – 12 штук.

Готові напої перед реалізацією витримувалися на складі, де здійснюється зберігання та відпуск продукції споживачеві.

Зберігання та реалізація. Напої зберігали при температурі не нижче 0 °С та не вище 18 °С. Відносна вологість повітря у складських приміщеннях зберігання концентратів напоїв трохи більше 75 %.

Для реалізації цієї технологічної схеми на підприємстві суворо

дотримуються санітарно-гігієнічні вимоги до виробничих приміщень, обладнання та персоналу, щоб забезпечити стерильність виробництва та високу якість продукції. Готові напої оцінювали за показниками якості.

У відповідності до отриманих результатів нами було розроблено рецептуру напою з додаванням добавки «Тонус», таблиця 3.6.

Таблиця 3.6 – Рецептура напою «Виноградний» із розрахунку 10 дал

Найменування компонента	Одиниці вимірювання	Кількість
Цукор	кг	54,11
Лимонна кислота	кг	1,20
Концентрат квасного сусла	кг	43,85
Харчова добавка «Тонус» виноград+дигідрокверцетин	кг	0,02

3.7 Товарознавча оцінка напою бродіння «Виноградний»

Товарознавча оцінка для розробленого напою бродіння – оцінка споживчих властивостей продукту за органолептичним та фізико-хімічним показниками.

Розроблений напій бродіння оцінювали за органолептичним та фізико-хімічним показниками. Оцінка проводилася за методами, встановленими нормативними документами.

Органолептична оцінка розробленого напою бродіння «Виноградний» проводилася за такими показниками:

- колір напою
- зовнішній вигляд готового напою
- смак і запах

Результати органолептичної оцінки представлені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати органолептичної оцінки напою бродіння «Виноградний»

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд	Зброджений прозорий напій, насичені діоксидом вуглецю в процесі бродіння; допускається незначний осад; колір, що відповідає сировині
Смак	Кисло-солодкий, що відповідає сировині
Аромат	Відповідний сировиною, не допускаються підгорілі тони, запах плісняви та інші сторонні запахи

Фізико-хімічні показники визначаються особливостями сировини, технології виробництва та встановлюються на конкретну продукцію.

Розроблений збагачений напій бродіння був досліджений за такими фізико-хімічними показниками:

- масова частка вмісту сухих речовин у готовому напої
- титрована кислотність

Результати досліджень фізико-хімічних показників випробувань наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Результати дослідження фізико-хімічних показників

Показник	Фактичні дані
Масова частка вмісту сухих речовин у готовому напої, %	4,5
Кислотність, $см^3$ 1М розчину гідроксиду натрію/100 $см^3$ напою	3,5
Масова частка спирту %, не більше	0,59

Таким чином, за органолептичним та фізико-хімічним показниками розроблений напій бродіння відповідає вимогам стандарту.

3.8 Дослідження тривалості зберігання напою бродіння «Виноградний»

Для проведення даного етапу роботи використовували напій бродіння з

такими показниками: концентрація сухих речовин – 4,5 %; титрована кислотність – 3,5 см ^{3} 1М розчину гідроксиду натрію/100 см^3 напою; масова частка спирту, 0,59 %, куди вносили харчову добавку Виноград+дигідрокверцетин в оптимальній концентрації. Як контрольний варіант використовували напій бродіння без добавок.

Напій бродіння після декантації з осаду дріжджів піддавали фільтрації та пастеризації.

Для визначення терміну придатності одержаного напою, його зберігали при +20 °С протягом 150 діб. У ході витримки напою контролювали такі показники: концентрацію сухих речовин, кислотність, що титрується, а також органолептичні показники (за показником смаку).

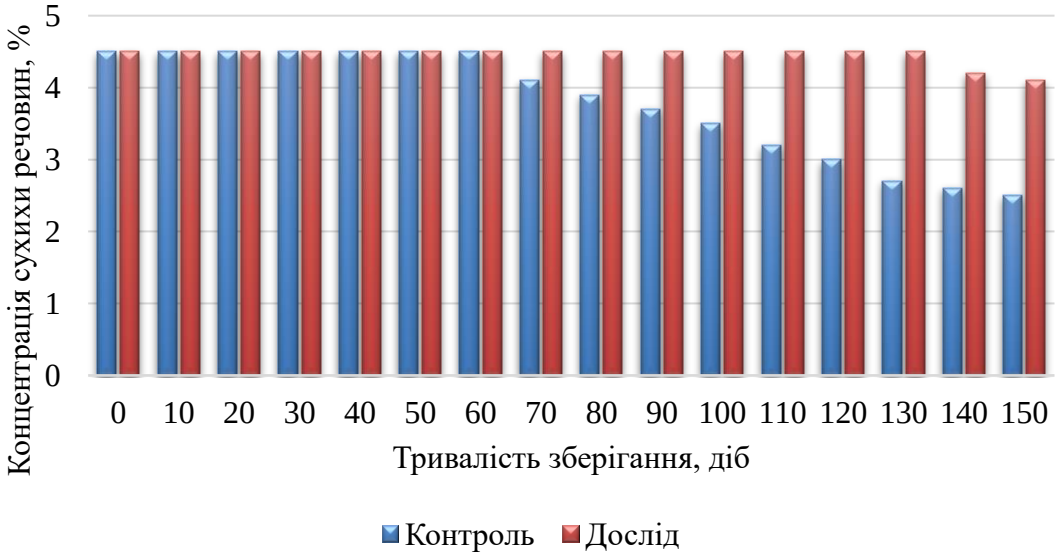


Рисунок 3.7 – Динаміка зміни сухих речовин у процесі зберігання напою бродіння

З отриманих даних видно, що в процесі зберігання готового напою без внесення харчової добавки на 70 добу спостерігається зміна всіх контрольованих показників, що говорить про псування напою. Так при визначенні смакових характеристик контрольного зразка, що витримується, на 70 добу був відзначений сторонній присмак і аромат напою, який посилювався протягом подальшого зберігання.

Також до 80 діб зберігання відзначено надмірну кислотність напою.

Отримані дані вказують на мікробіологічне псування готового напою.

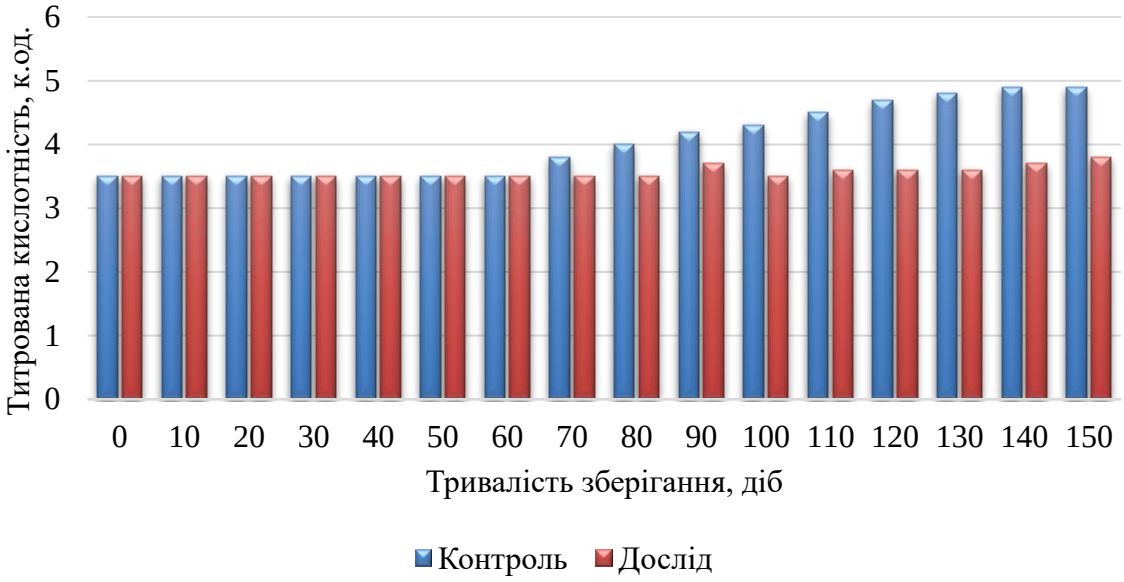


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни титрованої кислотності у процесі зберігання напою бродіння

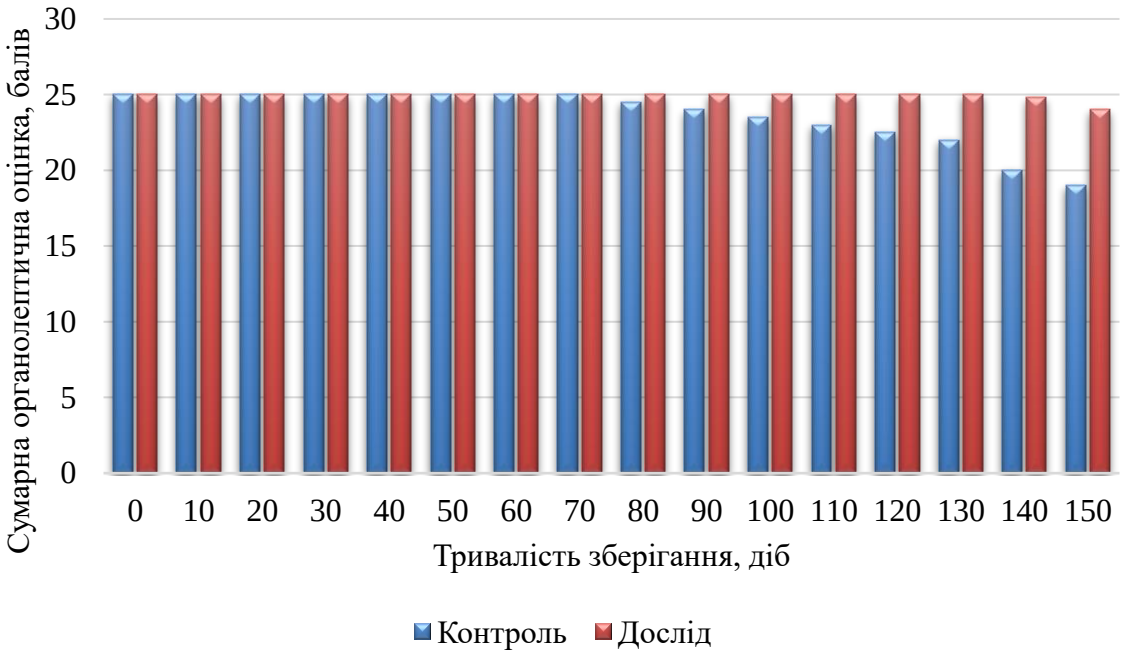


Рисунок 3.7 – Динаміка зміни органолептичних показників у процесі зберігання напою бродіння

У дослідному варіанті зміна контрольованих показників відбулася на 130 добу зберігання напою бродіння, тоді як у контрольному – вже на 60 добу.

Протягом витримки смак готового напою залишався стабільним, аж до 140 діб, надалі виділявся сторонній смак, не характерний напою бродіння.

Таким чином, можна стверджувати, що стійкість дослідного напою бродіння становить не менше ніж 130 діб.

Висновки за розділом

У розділі 3 обґрунтовано доцільність використання харчової добавки «Тонус» на основі сухого концентрату винограду та дигідрокверцетину як джерела природних антиоксидантів для збагачення напою бродіння. Встановлено, що добавка має високий вміст поліфенолів – 4270 мг/100 г, вітаміну С – 45 мг/100 г, а також містить екстрактивні речовини, цукри та органічні кислоти, що підвищують функціональну цінність продукту.

Досліджено вплив дигідрокверцетину на процес бродіння квасного сусла. Встановлено, що його внесення безпосередньо перед бродінням уповільнює життєдіяльність дріжджів, тому найбільш доцільним є додавання дигідрокверцетину на стадії купажування готового зброджeного напою.

Проведені дослідження показали, що добавка виноград + дигідрокверцетин проявляє вищу антиоксидантну активність порівняно з аскорбіновою кислотою. Її внесення сприяло значному зниженню вмісту кисню у напої та стабілізації показника pH під час зберігання. Оптимальною концентрацією добавки визначено 5 – 10 г/дм³, що забезпечує найкраще поєднання фізико-хімічних і органолептичних показників.

Розроблено технологічну схему виробництва харчової добавки «Тонус», яка включає інспекцію, сортування, миття, бланшування, сушіння, витримку для вирівнювання вологи, подрібнення сухих ягід, додавання дигідрокверцетину, фасування та зберігання готової добавки. Також розроблено технологію виробництва напою бродіння «Виноградний», що передбачає підготовку води, приготування квасного сусла, бродіння, охолодження, купажування, розлив, закупорювання, маркування та зберігання.

За результатами товарознавчої оцінки встановлено, що розроблений напій «Виноградний» має приємний кисло-солодкий смак, аромат, характерний для використаної сировини, насичений колір та відповідає вимогам до напоїв бродіння. Фізико-хімічні показники готового продукту становили: масова частка сухих речовин – 4,5 %, кислотність – 3,5 $см^3$ 1М розчину NaOH/100 $см^3$, масова частка спирту – 0,59 %.

Дослідження тривалості зберігання показало, що контрольний зразок без добавки починав втрачати якість уже після 60 – 70 діб, тоді як дослідний напій із добавкою «Тонус» зберігав стабільні показники якості до 130 діб. Отже, використання добавки виноград + дигідрокверцетин дозволяє підвищити антиоксидантні властивості напою, покращити його органолептичні характеристики та збільшити термін зберігання готової продукції.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці під час виробництва напоїв бродіння збагачених антиоксидантами

Розроблення картки з безпеки праці під час виробництва напоїв бродіння, збагачених антиоксидантами, є важливим елементом організації безпечних умов праці на підприємстві. Виробництво таких напоїв включає підготовку води, приготування квасного сусла, бродіння, охолодження, купажування з внесенням антиоксидантної добавки, розлив, закупорювання, маркування, транспортування та зберігання готової продукції. Кожна з цих операцій супроводжується певними виробничими ризиками, тому потребує чіткого дотримання правил охорони праці.

Основними небезпечними та шкідливими факторами під час виробництва напоїв бродіння є рухомі частини технологічного обладнання, підвищена температура окремих середовищ, наявність вологих поверхонь, використання електрообладнання, можливість утворення діоксиду вуглецю під час бродіння, застосування мийних і дезінфекційних засобів, а також фізичне навантаження під час переміщення тари та готової продукції.

Працівник, який обслуговує лінію з виробництва напоїв бродіння, повинен пройти вступний і первинний інструктажі з охорони праці, знати правила безпечної експлуатації обладнання, порядок дій у разі аварійної ситуації, володіти навичками надання домедичної допомоги та використовувати засоби індивідуального захисту. До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання з охорони праці та перевірку знань з безпечного ведення технологічного процесу.

Приклад розробленої карти представлено на рисунку 4.1, даний документ враховує всі етапи технологічного процесу виробництва напоїв бродіння з антиоксидантами.



Рисунок 4.1 - Картка безпеки праці під час виробництва напоїв бродіння збагачених антиоксидантами

4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва напоїв бродіння збагачених антиоксидантами

Під час виробництва напоїв бродіння утворюються відходи рослинної сировини, залишки квасного сусла, дріжджовий осад, використана тара, пакувальні матеріали, а також стічні води після миття обладнання та виробничих

приміщень, рисунок 4.2.



Рисунок 4.2 – Основні відходи виробництва напоїв бродіння з антиоксидантами та шляхи їх утилізації

Основними шляхами утилізації таких відходів є:

- рослинні залишки та вичавки – можуть використовуватися як кормова добавка, сировина для компостування або отримання органічних добрив;
- дріжджовий осад – може направлятися на кормові цілі або використовуватися як джерело білково-вітамінних речовин після відповідної обробки;
- залишки квасного сусла та некондиційний напій – підлягають переробці або утилізації через очисні споруди;
- стічні води – перед скиданням повинні проходити механічне та біологічне очищення;

- ПЕТ-пляшки, картон, плівка та інші пакувальні матеріали – сортуються і передаються на вторинну переробку;
- харчові добавки та порошкоподібні залишки – утилізуються відповідно до санітарних вимог, не допускаючи їх потрапляння у стічні води без попереднього очищення.

Отже, раціональна утилізація відходів передбачає їх сортування, повторне використання, передачу на переробку або безпечне видалення. Це дозволяє зменшити негативний вплив виробництва напоїв бродіння на довкілля та підвищити екологічну безпечність технологічного процесу.

Висновки за розділом

Розглянуто питання охорони праці та утилізації відходів під час виробництва напоїв бродіння, збагачених антиоксидантами. Визначено основні небезпечні фактори виробництва: рухомі частини обладнання, електрообладнання, вологі поверхні, виділення CO_2 під час бродіння, мийні та дезінфекційні засоби.

Для зниження ризиків розроблено картку безпеки праці, яка охоплює всі основні етапи технологічного процесу. Її використання сприяє безпечній роботі персоналу, правильному застосуванню засобів індивідуального захисту та запобіганню аварійним ситуаціям.

Також визначено основні види відходів: рослинні залишки, дріжджовий осад, залишки сусла, некондиційний напій, пакувальні матеріали та стічні води. Запропоновано їх сортування, компостування, використання на кормові цілі, очищення стічних вод і передачу пакування на вторинну переробку.

Отже, дотримання вимог охорони праці та раціональна утилізація відходів забезпечують безпечність виробництва, зменшують вплив на довкілля та підвищують екологічність технологічного процесу.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення обсягу фінансових ресурсів, необхідних для проведення науково-дослідної роботи. При його розрахунку враховують витрати на придбання сировини та допоміжних матеріалів, спожиту електроенергію, оплату праці виконавців, амортизаційні відрахування на обладнання, а також накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{5.1}$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

$Ц_1$ – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/г.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості основних матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень з розрахунку на 1 дал розробленого напою.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків напою

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Цукор	5,400	31,39	169,51
Лимонна кислота	0,120	140,00	16,80
Концентрат квасного сусла	4,385	140,00	613,90
Харчова добавка «Тонус» виноград+дигідрокверцетин	0,05	575,00	28,75
Всього			801,36

У таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	16000	50,00	20	2000,00
Всього				2000,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 24 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 24}{100} = 480,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, , \tag{5.2}$$

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

K – безрозмірний коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – час роботи дослідного устаткування, год;

a – тариф на електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_1 = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 240 \cdot 16,4 = 354,24 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_1 = 354,24 \text{ грн.}$$

Суму амортизаційних відрахувань на обладнання, що використовується під час проведення дослідження, визначають за формулою 5.3:

$$A = \frac{Ф \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \tag{5.3}$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$Ф$ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Ноутбук	35000,00	24	30	609,41
Всього				609,41

Накладні витрати, пов’язані з технічним обслуговуванням і організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання приймаються на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати дослідника:

$$\frac{(2000,00 \cdot 80)}{100} = 1600,00 \text{ грн.}$$

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	801,36
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	480,00
Електроенергія (Е)	354,24
Амортизація (А)	609,41
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	5844,81

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на заробітну плату та накладні витрати, які є основними складовими собівартості дослідження.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, вартість його проведення визначали з урахуванням сукупних витрат і запланованого рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{5.4}$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 5844,81 + \frac{30 \cdot 5844,81}{100} = 7598,25 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов’язаних із проведенням досліджень, становить 75,98,25 грн.

Орієнтовна вартість 1 літра дослідного зразку розробленого напою буде складати близько 80 грн.

Висновки за розділом

Загальні витрати на проведення дослідження з урахуванням вартості матеріалів, оплати праці, нарахувань, електроенергії, амортизації обладнання та накладних витрат становлять 5844,81 грн. Найбільшу частку у структурі витрат займають заробітна плата та накладні витрати.

З урахуванням нормативної рентабельності 30 % розрахункова вартість дослідження становить 7598,25 грн, а умовна вартість 1 л напою – 80,00 грн. Отримані результати свідчать про економічну доцільність розроблення напою «Виноградний» із використанням харчової добавки «Тонус», оскільки продукт має відносно невисоку сировинну собівартість і може бути перспективним для подальшого впровадження у виробництво.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано актуальність розроблення напоїв функціонального призначення, збагачених природними антиоксидантами рослинного походження. Встановлено, що перспективним напрямом є використання рослинної сировини та біологічно активних добавок, які дозволяють підвищити харчову цінність, антиоксидантні властивості та споживчу привабливість готової продукції.

Визначено об’єкт, предмет і методичну базу досліджень. Для оцінювання якості розробленого напою використано органолептичні, фізичні та хімічні методи, зокрема визначення масової частки сухих речовин, титрованої кислотності та масової частки спирту.

Обґрунтовано доцільність використання харчової добавки «Тонус» на основі сухого концентрату винограду та дигідрокверцетину. Встановлено, що добавка містить 4270 мг/100 г поліфенолів і 45 мг/100 г вітаміну С, що підтверджує її високу цінність як джерела природних антиоксидантів.

Досліджено вплив дигідрокверцетину на процес бродіння квасного сусла. Встановлено, що внесення дигідрокверцетину перед бродінням уповільнює життєдіяльність дріжджів, тому найбільш доцільним є його додавання на стадії купажування готового зброджeного напою.

Визначено, що добавка виноград+дигідрокверцетин має вищу антиоксидантну активність порівняно з аскорбіновою кислотою. Її внесення сприяє зниженню вмісту кисню в напої, стабілізації pH та покращенню органолептичних показників. Оптимальна концентрація добавки становить 5 – 10 г/дм^3.

Розроблено технологічну схему виробництва харчової добавки «Тонус» та технологію виробництва напою бродіння «Виноградний». Технологія включає підготовку води, приготування квасного сусла, бродіння, охолодження, купажування, розлив, закупорювання, маркування, транспортування та зберігання готової продукції.

За результатами товарознавчої оцінки встановлено, що напій

«Виноградний» має приємний кисло-солодкий смак, характерний аромат, відповідний зовнішній вигляд і якісні фізико-хімічні показники. Масова частка сухих речовин становила 4,5 %, кислотність – 3,5 см³ 1М NaOH/100 см³, масова частка спирту – 0,59 %.

Доведено, що використання добавки «Тонус» дозволяє збільшити тривалість зберігання напою. Контрольний зразок втрачав якість уже після 60 – 70 діб, тоді як дослідний напій зберігав стабільні показники якості до 130 діб.

Розглянуто питання охорони праці та екологічної безпеки виробництва. Розроблено картку безпеки праці, визначено основні небезпечні фактори технологічного процесу та запропоновано шляхи утилізації відходів, зокрема компостування, використання на кормові цілі, очищення стічних вод і передачу пакувальних матеріалів на вторинну переробку.

Проведено економічну оцінку розробленого продукту. Загальні витрати на дослідження становили 5844,81 грн, розрахункова вартість з урахуванням рентабельності 30 % – 7598,25 грн, а умовна вартість 1 л напою – близько 80,00 грн.

Отримані результати підтверджують доцільність виробництва напою «Виноградний» із використанням добавки «Тонус» та перспективність його впровадження у виробництво.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80.

2. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів: Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19.

3. ДСТУ 4069:2016. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73134.

4. ДСТУ 7099:2021. Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначення органолептичних показників, об’єму продукції та герметичності закупорювання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=96322.

5. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86029 (дата звернення: 31.05.2026).

6. WHO. Healthy diet. World Health Organization. 2026. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet.

7. WHO. Increasing fruit and vegetable consumption to reduce the risk of noncommunicable diseases. World Health Organization. 2023. URL: https://www.who.int/tools/elena/interventions/fruit-vegetables-ncds.

8. WHO. Healthy diet: keys to eating well. World Health Organization. 2020. URL: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/healthy-diet-keys-to-eating-well.

9. FAO. Fruit and vegetables – your dietary essentials. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. URL: https://www.fao.org/3/cb2395en/cb2395en.pdf.

10. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 5th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2022. URL: https://shop.elsevier.com/books/food-processing-technology/fellows/978-0-323-85737-6.

11. Damodaran S., Parkin K. L. Fennema's Food Chemistry. 5th ed. Boca Raton: CRC Press, 2017. URL: https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9781315372914/fennema-food-chemistry-srinivasan-damodaran-kirk-parkin.

12. Beverages: Processing and Technology / ed. by D. Mudgil, S. Barak. New Delhi: Scientific Publishers, 2018. URL: https://books.google.com/books/about/Beverages_Processing_and_Technology.html?id=3Q2NDwAAQBAJ.

13. Functional and Medicinal Beverages / ed. by A. M. Grumezescu, A. M. Holban. Cambridge: Academic Press, 2019. 562 p. URL: https://shop.elsevier.com/books/functional-and-medicinal-beverages/grumezescu/978-0-12-816397-9.

14. Handbook of Functional Beverages and Human Health / ed. by F. Shahidi, C. Alasalvar. Boca Raton: CRC Press, 2016. URL: https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/b19490/handbook-functional-beverages-human-health-fereidoon-shahidi-cesarettin-alasalvar.

15. Kaur R., Singh J., Singh B. Functional beverages. Food Materials Research. 2024. Vol. 4. Article e023. URL: https://www.maxapress.com/data/article/fmr/preview/pdf/fmr-0023-0041.pdf.

16. Panou A., Kosti R. I., Karatzi K. Composition, properties, and beneficial effects of functional beverages. Beverages. 2025. Vol. 11, № 2. Article 40. URL: https://www.mdpi.com/2306-5710/11/2/40.

17. Denev P., Kratchanova M., Ciz M. Development of functional fruit, vegetable, and herbal beverages. Beverages. 2025. Vol. 11, № 6. Article 176. URL: https://www.mdpi.com/2306-5710/11/6/176.

18. Vidovic N., et al. Polyphenol-rich beverages exert beneficial but variable effects on metabolic health: a systematic review. Foods. 2025. Vol. 14, № 24. Article 4341. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/14/24/4341.

19. Aispuro-Pérez A., et al. A functional beverage from coffee and olive pomace: polyphenol-flavonoid content, antioxidant, antihyperglycemic properties, and mouse behavior. Foods. 2025. Vol. 14, № 8. Article 1331. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/14/8/1331.

20. Yıkmış S., et al. Functional enrichment of apple juice with pollen using thermosonication. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2025. URL: https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2025.1601419/full.

21. Rudrapal M., et al. Dietary polyphenols: review on chemistry, sources, bioavailability and health effects. Molecules. 2024. Vol. 29. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11047380/ (дата звернення: 31.05.2026).

22. Arfaoui L. Dietary plant polyphenols: effects of food processing on their content and bioavailability. Molecules. 2021. Vol. 26, № 10. Article 2959. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules26102959.

23. Rasouli H., Farzaei M. H., Khodarahmi R. Polyphenols and their benefits: a review. International Journal of Food Properties. 2017. Vol. 20, Suppl. 2. P. 1700–1741. DOI: https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1354017.

24. de Araújo F. F., et al. Polyphenols and their applications: an approach in food chemistry and innovation potential. Food Chemistry. 2021. Vol. 338. Article 127535. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620313972.

25. Gulcin İ. Antioxidants: a comprehensive review. Archives of Toxicology. 2025. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12085410/.

26. Liu Y., et al. An insight into novel therapeutic potentials of taxifolin. Frontiers in Pharmacology. 2023. Vol. 14. Article 1173855. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1173855.