

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва та продовольства
Кафедра харчових технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття рівня вищої освіти
бакалавр

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЙОГУРТІВ
ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСТРАКТІВ ІЗ ЗАЛИШКІВ ПЕРЕРОБКИ
МОРКВИ»

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Харчові технології спеціальності 181
Харчові технології рівня вищої освіти
бакалавр групи 181 ХТ мд 11
Мащенко Д.М.

Керівник: д.т.н., проф. Сукманов В.О.

Рецензент: д.т.н., проф. Скрипник В.О.

Полтава – 2024 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва та продовольства
Кафедра харчових технологій

Освітньо-професійна програма Харчові технології
 Спеціальність 181 Харчові технології
 Рівень вищої освіти бакалаврський

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

доцент, к.т.н

(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

Ніна БУДНИК

« 23 » « вересня » 2023 року

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

Мащенко Дмитро Миколайович

Прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти

1. Тема роботи: «Удосконалення технології йогуртів використанням екстрактів із залишків переробки моркви»,

керівник роботи докт. техн. наук, професор Сукманов В. О.

Затверджено засіданням кафедри, протокол № 11 від «4» «березня» 2024 р.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «27» «травня» 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: при дослідженні звернути увагу на властивості, яким віддають перевагу споживачі даної продукції; для екстрагування рекомендовано обрати метод субкритичного екстрагування.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.2. Відходи переробки моркви - вторинна сировина АПК та джерело біологічно активних речовин при збагаченні продуктів харчування. 1.3. Традиційні та інноваційні технології екстрагування біологічно активних сполук з рослинної сировини. 1.4. Особливості екстрагування біологічно активних сполук з рослинної сировини у субкритичному середовищі

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Структурно-логічна схема проведення досліджень. 2.2. Використана сировина та обладнання. 2.3. Використані методики.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження з визначення раціональних параметрів процесу екстрагування з метою отримання екстракту з залишків переробки моркви субкритичною водою

3.2. Попередня серія оцінювання органолептичних властивостей йогурту з додаванням екстракту із залишків переробки моркви. 3.3. Органолептична оцінка дослідних зразків та дослідження їх динаміки при зберіганні йогурту. 3.4. Динаміка показника pH. 3.5. Динаміка кислотності зразків йогурту при зберіганні. 3.6. Дослідження впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на напругу зсуву зразків йогурту. 3.7. Дослідження впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на ефективну в'язкість зразків йогурту. 3.8. Дослідження впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на синерезис зразків йогурту. 3.9. Дослідження мікробіологічних показників зразків йогурту.

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

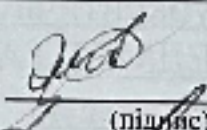
5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, графіки, діаграми за темою та об'єктом дослідження.

6. Дата видачі завдання: « 25 » « вересня » 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

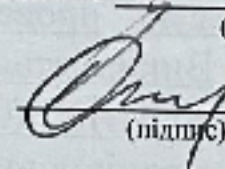
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Вибір і затвердження теми роботи.	25.09.2023 – 02.10.2023	викон.
2	Складання і погодження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.10.2023 – 06.10.2023	викон.
3	Опрацювання літературних джерел	09.10.2023 – 06.11.2023	викон.
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	07.11.2023 – 15.12.2023	викон.
5	Виконання теоретичного розділу роботи	18.12.2023 – 19.01.2024	викон.
6	Засвоєння та опробування методик досліджень	22.01.2024 – 09.02.2024	викон.
7	Виконання власних досліджень	12.02.2024 – 01.03.2024	викон.
8	Оформлення тексту роботи	04.03.2024 – 10.05.2024	викон.
9	Попередній захист роботи на кафедрі	13.05.2024 – 17.05.2024	
10	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	20.05.2024 – 22.05.2024	
11	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	23.06.2024 – 10.06.2024	
12	Захист кваліфікаційної роботи	17.06.2024 – 20.06.2024	

Здобувач вищої освіти


(підпис)

Дмитро МАЩЕНКО
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Валерій СУКМАНОВ
(ім'я та прізвище керівника)

ВСТУП

Актуальність теми. Глобальний звіт «Ринок питного йогурту» [1] засвідчує стійке зростання виробництва йогуртів в останні роки, і очікується, що цей позитивний прогрес збережеться до 2030 року. Однією з помітних тенденцій на ринку питного йогурту є зростаюча перевага стійких і екологічно чистих продуктів.

Йогурт, багата поживними речовинами функціональна їжа, виготовлена шляхом молочнокислого бродіння молока за певної температури та часу бродіння, наразі є одним із найпопулярніших молочних продуктів у світі [2].

В агропромисловому комплексі як України, так і багатьох країнах на пострадянському просторі, спостерігається залишок великої кількості відходів, що не використовуються.

На сьогодні в Україні, сировиною, яка може стати цінним продуктом для отримання біологічно активних речовин є: морквяні вичавки, відходи після механічної очистки морки та листя як результат виробничої діяльності на овочепереробних підприємствах АПК та підприємствах з виробництва морквяного соку.

З метою вилучення біологічно активних речовин з відходів та вторинної сировини АПК використовують різноманітні методи екстрагування, які, нажаль, не завжди дозволяють вилучити всі присутні корисні речовини та є ерго- та ресурсозатратними технологіями. Використання інноваційних технологій екстрагування, таких, як екстрагування субкритичною водою, дозволить суттєво підвишити ефективність процесу та отримати екстракти з високими поживними властивостями.

Таким чином, в найближчі роки очікується стійке зростання споживання йогуртів, які сприймаються як більш здорові та натуральні продукти харчування. Вимоги споживачів до якості даного продукту також продовжують зростати. Віщенаведене свідчить про актуальність обраної теми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами кафедри, відповідальної за реалізацію освітньої програми. Дана робота виконується в рамках бюджетної теми кафедри харчових технологій ДР №0115U006745 «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв» (Розділ «Технології та обладнання субкритичної екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини»).

Мета роботи – удосконалення технології йогуртів використанням екстрактів із залишків переробки моркви.

Об'єкт і предмети досліджень. Об'єкт досліджень – технологія йогуртів використанням екстрактів із залишків переробки моркви. Предмет досліджень – органолептичні властивості (смак, запах, консистенція, колір і загальне прийняття), кислотність, рН, реологічні властивості (напруження зсуву, ефективна в'язкість), синерезис, мікробіологічні показники.

Для досягнення мети дослідження ми сформулювали завдання, які потрібно вирішити:

- визначити раціональні параметри процесу екстрагування з метою отримання екстракту з залишків переробки моркви субкритичною водою;
- провести попередня серія оцінювання органолептичних властивостей йогурту з додаванням екстракту із залишків переробки моркви;
- провести органолептичне оцінювання дослідних зразків та дослідження їх динаміки при зберіганні йогурту;
- проаналізувати динаміку кислотності зразків йогурту при зберіганні;
- проаналізувати динаміку показника рН зразків йогурту при зберіганні;
- дослідити вплив додавання екстракту із залишків переробки моркви на напругу зсуву зразків йогурту;
- дослідити вплив додавання екстракту із залишків переробки моркви на ефективну в'язкість зразків йогурту;
- дослідити вплив додавання екстракту із залишків переробки моркви на синерезис зразків йогурту;
- дослідити мікробіологічні показники зразків йогурту;

- узагальнити отримані результати, сформулювати висновки.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані у навчальному процесі при викладанні освітніх компонент першого (бакалаврського) та другого (магістерського) ступеня вищої освіти.

Особистий внесок автора полягає у обґрунтуванні актуальності теми дослідження, виборі методів дослідження, проведенні експериментальних досліджень, аналізі отриманих результатів та формулюванні висновків.

Результати досліджень були обговорені на засіданні студентського наукового гуртку кафедри харчових технологій,

Галузь застосування результатів. Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані у масштабах молокопереробної галузі при виготовленні йогуртів, збагачених екстрактами із залишків переробки моркви та в навчальному процесі при підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 181 Харчові технології.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел. Викладена на 76 сторінках комп'ютерного тексту, має 19 рисунків, 10 таблиць основного тексту. Список літератури складається з 171 джерела.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Тенденції розвитку ринку питних йогуртів та напрями вдосконалення їх якості

Глобальний звіт «Ринок питного йогурту» [1] засвідчив стійке зростання виробництва йогуртів в останні роки, і очікується, що цей позитивний прогрес збережеться до 2030 року. Однією з помітних тенденцій на ринку питного йогурту є зростаюча перевага стійких і екологічно чистих продуктів. Іншою важливою тенденцією на ринку питного йогурту є дедалі більша інтеграція технологій для підвищення якості та ефективності продукції. Передові технології, такі як штучний інтелект, машинне навчання та блокчейн, використовуються для розробки інноваційних продуктів, які перевершують традиційні альтернативи з точки зору ефективності та ефективності.

Прогнозується, що глобальний ринок питного йогурту зросте з 28 520 мільйонів доларів США у 2023 році до 33 510 мільйонів доларів США до 2029 року за середньорічного темпу зростання (CAGR) 2,7% протягом прогнозованого періоду [1].

За оцінками, ринок питного йогурту в США та Канаді зросте з мільйонів доларів США у 2023 році до мільйонів доларів США до 2029 року за CAGR у відсотках протягом прогнозованого періоду з 2023 по 2029 рік. Ринок питного йогурту в Китаї зросте з мільйонів доларів США у 2023 році до мільйонів доларів США до 2029 року за CAGR у відсотках протягом прогнозованого періоду з 2023 по 2029 рік. Європейський ринок питного йогурту зросте з мільйонів доларів США у 2023 році до мільйонів доларів США до 2029 року за CAGR у відсотках протягом прогнозованого періоду з 2023 по 2029 рік [1].

До ключових світових виробників питного йогурту належать Chobani, Dannon, Stonyfield, Oikos, Yoplait, Activia, Annie's Homegrown (Organic), Coach Farm і Happy Tot тощо.

Йогурт, багата поживними речовинами функціональна їжа, виготовлена шляхом молочнокислого бродіння молока за певної температури та часу бродіння, наразі є одним із найпопулярніших молочних продуктів у світі [2]. Йогурт не тільки зберігає чудову поживну якість сирого молока, багате на вуглеводи, жири, білки (казеїн), мінерали (кальцій і фосфор) і вітаміни (вітаміни групи В), але й наділяє йогурт великою кількістю нових біологічних метаболітів (ферменти, поліпептиди та ін.) і летких компонентів за рахунок метаболізму ферментуючих мікроорганізмів, і виявляє добру засвоюваність [3, 4]. Крім того, зростає кількість доказів того, що вживання йогурту має низку переваг для здоров'я, зокрема покращує травлення лактози, стимулює імунну систему, контролює масу тіла, полегшує запори та знижує ризик кишкових захворювань, таких як запальні захворювання кишечника та рак товстої кишки. [5]. Підвищення обізнаності споживачів і прагнення до здорового способу життя призвели до значного збільшення попиту на інноваційні ферментовані продукти на основі молока, що містять біологічно активні молекули та багатообіцяючі внутрішні переваги для здоров'я в останні роки, яке було прискорене зміною способу життя та зростаючим економічним розвитком [6, 7]. Багато досліджень показали, що додавання різних інгредієнтів до йогурту (наприклад, рисових висівок, суспензії лісових горіхів, органічного зеленого бананового борошна, порошку шкірки маракуйї та фруктових волокон) може підвищити життєздатність молочної культури та покращити фізико-хімічні та органолептичні властивості [3, 8, 9, 10, 11]. Додавання натуральних продуктів до йогурту для підвищення його поживних властивостей і користі для здоров'я стало новою світовою тенденцією.

Прогноз ринку питного йогурту (2024 - 2030) [1] демонструє постійне та позитивне зростання, що вказує на сприятливі перспективи для галузі. Це зростання зумовлене декількома ключовими факторами, зокрема зростанням споживчого попиту, прогресом у технологіях і зміною споживчих уподобань.

Важливою рушійною силою ринку питного йогурту є зростання обізнаності споживачів про здоров'я та благополуччя. Ця підвищена

свідомість призвела до різкого зростання попиту на продукти питного йогурту, які сприймаються як більш здорові та натуральні альтернативи. Крім того, технологічний прогрес у галузі виробництва питного йогурту призвів до появи більш ефективних і стійких методів виробництва, що ще більше сприяло зростанню ринку.

Таким чином, в найближчі роки очікується стійке зростання споживання йогуртів, які сприймаються як більш здорові та натуральні продукти харчування, що свідчить про актуальність обраної теми.

1.2. Відходи переробки моркви - вторинна сировина АПК та джерело біологічно активних речовин при збагаченні продуктів харчування

За даними Організації Об'єднаних Націй, приблизно одна третина їжі, виробленої для споживання людиною, викидається даремно [12]. Серед 17 Цілей сталого розвитку (ЦСР), які були визначені Порядком денним ООН на період до 2030 року, підписаним у 2015 році, ЦСР-12 (Відповідальне споживання та виробництво) та її цілі стали серйозною проблемою, оскільки кількість промислових харчових відходів у світі продовжує збільшуватися [13].

В агропромисловому комплексі як України, так і багатьох країнах на пострадянському просторі, спостерігається залишок великої кількості відходів, що не використовуються. Значна кількість відходів йде у відвал за відсутністю на більшості підприємств сучасної технологічної бази для переробки вторинної сировини [12]. Проблема відходів агропромислового комплексу, які не використовуються, є характерною для багатьох країн [13]. Сучасна практика поводження з рослинними відходами передбачає або їх складування на відкритих майданчиках або спалювання залишків збирання врожаю на полях. Таким чином, щорічно мають місце значні втрати невикористаних поживних речовин, які містяться у відходах [14].

Переробка відходів рослинного походження – це питання, вирішення якого є актуальним завданням сьогодення. Проблема накопичення відходів визнана більшістю розвинених країн світу. Для її подолання постійно

вдосконалюються способи утилізації, запроваджують процедури їх переробки та технології біологічного очищення та спалювання.

Харчові відходи можна класифікувати на відходи до споживання, відходи виробництва та відходи після споживання [15]. Виробничі або промислові харчові відходи зазвичай являють собою органічні залишки, визначені як немінучі харчові відходи, що утворюються під час процесів сортування та очищення, і в основному представлені відходами рослинного походження, такими як фруктові та овочеві шкірки або вичавки; зерна і злакові висівки; та відходи тваринного походження, які не мають економічної цінності для компанії-виробника, тому призначені для обробки відповідно до лінійної моделі [16]. З іншого боку, якщо ці відходи призначені для повторного використання тією ж компанією чи іншими організаціями, вони не можуть вважатися відходами, а стають побічним продуктом, часто з ринковою вартістю [17].

У промислово розвинутих країнах харчові відходи, на які припадає приблизно 56% світових харчових відходів, утворюються на останніх етапах ланцюга поставок, особливо під час обробки та споживання [18-22]. На додаток до звичайних відходів, представлених залишками, отриманими в кінці виробничих процесів (наприклад, вичавки від пресування), нещодавно «культура ідеальних продуктів» щодо естетичних стандартів ваги, форми та розміру продукту внесла значний внесок до збільшення кількості харчових відходів. Відходи, що утворюються в промислово розвинутих регіонах, пов'язані з дуже вимогливими стандартами якості, які вимагають роздрібні торговці та залежать від вибору споживачів [23].

Харчові відходи та побічні продукти являють собою джерело сполук з високою доданою вартістю, таких як білки, клітковина, олігосахариди, жирні кислоти, ліпіди, поліфеноли, харчові пігменти та терпени, які можуть бути використані в різних галузях промисловості [24 - 26]. Ці сполуки природним чином присутні в їстівних і не їстівних частинах, і друга частина часто містить

більшу кількість біоактивних сполук, таких як клітковина та олігосахариди, порівняно з їстівними частинами [27, 28].

Харчові відходи визначаються як кінцеві продукти харчової промисловості, які не були перероблені або використані для інших цілей [29]. Ці кінцеві продукти мають економічну цінність, меншу за вартість відновлення; таким чином, вони викидаються як відходи. За оцінками, у всьому світі втрачається або витрачається близько 1,2 мільярда тонн їжі, що становить приблизно одну третину їстівних частин їжі, виробленої для споживання людиною (FAO, 2011). Причини цих відходів включають механічне пошкодження та/або розлив під час сільськогосподарського виробництва; руйнування під час зберігання та транспортування; сортування, миття, очищення, нарізання, екструзія та консервування під час обробки харчових продуктів; псування в ринкових системах, таких як супермаркети та роздрібні торговці, а також на рівні домашніх господарств [30].

На сьогодні в Україні, сировиною, яка може стати цінним продуктом для отримання біологічно активних речовин є: морквяні вичавки, відходи після механічної очистки морки та листя як результат виробничої діяльності на овочепереробних підприємствах АПК та підприємствах з виробництва морквяного соку.

Морква або *Daucus carota* (сімейство *Umbelliferae*) вперше була відкрита в Західній Азії, а потім була завезений до Нової Зеландії в 1700-х роках європейцями. На сьогодні даний продукт увійшов у десятку найбільш економічно вирощуваних овочів сільськогосподарських культур у світі [31]. В Україні в останні роки сформувалася тенденція на збільшення як площі під вирощування даної культури – 40,3 тис. га (темпи приросту 1,8%), так і валового збору - 822,7 тис. тон (темпи приросту 4,5%). Обсяги виробництва моркви на душу населення у 2020 році становили 19,7 кг/людину. Вичавки з моркви містять 51,6% целюлози; 12,3 геміцелюлози; 32,2% лігніну; 3,88% пектину; 09% протеїну; 02% жиру [32].

Серед коренеплодів морква є одним з найбільш багатих вітамінами і мінералами продуктом. Плід моркви складається з двох частин – безпосередньо сам плід з тонкою шкіркою і серцевину, яка є менш соковитою і більш волокнистою за своєю структурою.

Враховуючи дані обставини у своїй роботі ми прийняли, що властивості шкірки моркви відповідають властивостям самої моркви та становлять: харчові цінність - вглеводи 6.9 гр, жири 0.1 гр, білки 1.3 гр, вода 88.0 гр, моно – і дисахариди 6.7 гр, крохмаль 0.2 гр, харчові волокна 2.4 гр, органічні кислоти 0.3 гр, зола 1.0 гр, калорійність 32.0 кКал. Наявність вітамінів: вітамін А 9.0 мг., вітамін В1 0.06 мг., вітамін В2 0.07 мг., вітамін В3 0.3 мг., вітамін В6 0.1 мг., вітамін В9 9.0 мкг., вітамін С 5.0 мг., вітамін Е 0.6 мг., вітамін Н 0.06 мкг., вітамін РР 1.0 мг. Наявність макро- та мікроелементи: залізо 0.7 мг., калій 200.0 мг., кальцій 27.0 мг., магній 38.0 мг., натрій 21.0 мг., сірка 6.0 мг., фосфор 55.0 мг., хлор 63.0 мг., алюміній 323.0 мкг., бор 200.0 мкг., ванадій 99.0 мкг., йод 5.0 мкг., кобальт 2.0 мкг., літій 6.0 мкг., марганець 200.0 мкг., мідь 80.0 мкг., молібден 20.0 мкг., нікель 6.0 мкг., фтор 55.0 мкг., хром 3.0 мкг., цинк 400.0 мкг.

Морква містить потужну комбінацію фітонутриєнтів, включаючи каротиноїди (особливо альфа-каротин і лютеїн); гідроксикоричні кислоти; антоціани; поліацетілени, які є потужними антиоксидантами.

Даний продукт має протизапальну, антисептичну, глистогінну, знеболюючу, ранозагоювальну, жовчогінну дію, підвищує апетит, знімає втому, покращує зір, послаблює токсичну дію антибіотиків на організм, відновлює здоровий колір обличчя, зміцнює волосся і нігті, посилює діяльність підшлункової залози, є гарною профілактикою простудних захворювань, і покращує роботу травної системи в цілому [33, 34].

Маса відходів при очищенні моркви на підприємствах масового харчування регламентується нормативами, що наведено в діючих нормативних документах та для моркви цей показник становить: до 1 січня -

20%, а після 1 січня – 25%. При виробництві очищеної моркви механічним способом кількість відходів складає 25% [35].

Моркву використовують у різних харчових технологіях, виробництві соків та пюре вживають у їжу, але листя моркви не є їстівною частиною даної рослини через свою специфічну гіркоту і терпкий смак. Зазвичай до листя ставляться як до сільськогосподарських відходів, які відокремлюються після збирання і використовується як корм для тварин або компост.

Проте у листях моркви присутні біоактивні сполуки, які можуть бути використані у технологіях харчових продуктів [36-38]. У листях моркви у великій кількості присутні сполуки, такі як каротиноїди, хлорофіл, вітаміни, різноманітні мікроелементи, поліфенольні сполуки, у т.ч лютеолін та апігенін [39-41]. В деяких дослідженнях [36] повідомлялося, що загальна фенольна сполука (TPC) у листі моркви є 7,4 мг еквіваленту галової кислоти (GAE) на г, що в десять разів більше, ніж у свіжої моркви (0,6-GAE мг/г сухої ваги).

Застосування рослинних поліфенолів у харчовій промисловості розвивається дуже швидко та використовуються вони як антиоксиданти, харчові пігменти, харчові добавки, і інгредієнти проти старіння в ряді споживчих товарів [42-44].

Поліфеноли є загальним терміном для класу сполук, які мають одну або кілька фенольних гідроксильних груп. Вони є рослинними вторинними метаболітами, які широко існують у рослинній шкірці, корінні, плодах та листі. За характером їх вуглецевих основ, поліфеноли підрозділяються на чотири основні класи: флавоноїди, фенольні кислоти, рідше стилбени, і лігнани. Серед них найбільше флавоноїдів ми отримуємо у нашому щоденному споживанні фруктів і овочів [45]. Лютеолін є різновидом флавоноїдів та має хімічну структуру, що складається з двох бензольних колець, з'єднаних тривуглецевим ланцюгом, що утворює замкнутий піран кільце [46].

Лютеолін володіє багатьма цінними біохімічними властивостями, такими як антиоксидантна, протизапальна та антибактеріальна активність [47-

49]. Було доведено, що дана речовина грає суттєву а роль у лікуванні раку, ВІЛ-1, а також у пригніченні хвороби Альцгеймера [50].

1.3. Традиційні та інноваційні технології екстрагування біологічно активних сполук з рослинної сировини

Серед найбільш перспективних є методи екстракції за допомогою ультразвуку, ферментні екстракція, екстракція за допомогою мікрохвиль, екстракція з допомогою імпульсного електричного поля, екстракція надкритичною рідиною та екстракція рідиною під тиском. Деякі з цих прийомів розглядаються як «зелені методи», оскільки вони відповідають стандартам, встановленим багатьма країнами світу, в тому числі і Агентством з охорони навколишнього середовища, США [52, 53].

1.4. Особливості екстрагування біологічно активних сполук з рослинної сировини у субкритичному середовищі

Виконаний аналітичний огляд літератури за темою дослідження дозволив нам сформулювати мету власної роботи, об'єкт та предмет дослідження.

Мета роботи – удосконалення технології йогуртів використанням екстрактів із залишків переробки моркви.

Об'єкт і предмети досліджень. Об'єкт досліджень – технологія йогуртів використанням екстрактів із залишків переробки моркви. Предмет досліджень – органолептичні властивості (смак, запах, консистенція, колір і загальне прийняття), кислотність, рН, реологічні властивості (напруження зсуву, ефективна в'язкість), синерезис, мікробіологічні показники.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Структурно-логічна схема проведення досліджень

Згідно з прийнятою методологією, на першому етапі нами було розроблено структурно-логічну схему проведення досліджень (рис. 2.1).





Рисунок 2.1 - Структурно-логічна схема проведення досліджень

2.2. Використана сировина

У якості основної сировини для виробництва йогуртів було використано молоко коров'яче.

Підготовку проб молока і їх розведення проводили згідно з ДСТУ IDF 122C:2003. ДСТУ IDF 117B:2003 «Йогурт. Визначення кількості характерних мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 37°C (IDF 117B:1997, IDT)».

2.3. Методика підготовки екстрактів з залишків переробки моркви

Свіжу моркву з неушкодженим листям закуповували на місцевому ринку м. Полтава, промивали холодною водою і зберігали при 4 °C. Відокремлене листя сушили за допомогою сублімаційної сушарки. Висушені зразки подрібнювали за допомогою кавомолки і розділяли на три фракції з діапазонами розміру частинок: 1, 2 та 3 мм. Ліофілізовані зразки зберігали в герметичній тарі протягом декількох днів при температурі 4 °C до початку екстрагування.

2.4. Використане обладнання

Експериментальні дослідження з екстрагування субкритичною водою були проведені в науково-дослідній лабораторії ПДАУ «Субкритичні технології в харчових виробництвах» на лабораторному стенді, який складався з дисплея магнітної мішалки (1); регулятора температури (2); стакану реактора (3); термопари (4); гвинтів (5); кришки стакану реактора (6); спускного каналу (7); вентиля спускного каналу (8); додаткового датчика температур (9); провіда

додадового датчика температури (10) манометра реактора (11); вентиля впускного каналу (12); регулятор магнітної мішалки (13); магнітної мішалки з підігрівом (14); елементів магнітної мішалки (15); термоблоку (16); прокладки фторопластової (17); хомута (18); впускного каналу (19); провіда основного датчика температури (20); з'єднання високого тиску (21); шланги високого тиску (22); спускних гвинтів компресора (23); манометра компресора (24); водопровіда охолодження (25); насоса системи охолодження компресора (26); датчика температури компресора (27) (рис. 2.2., 2.3).

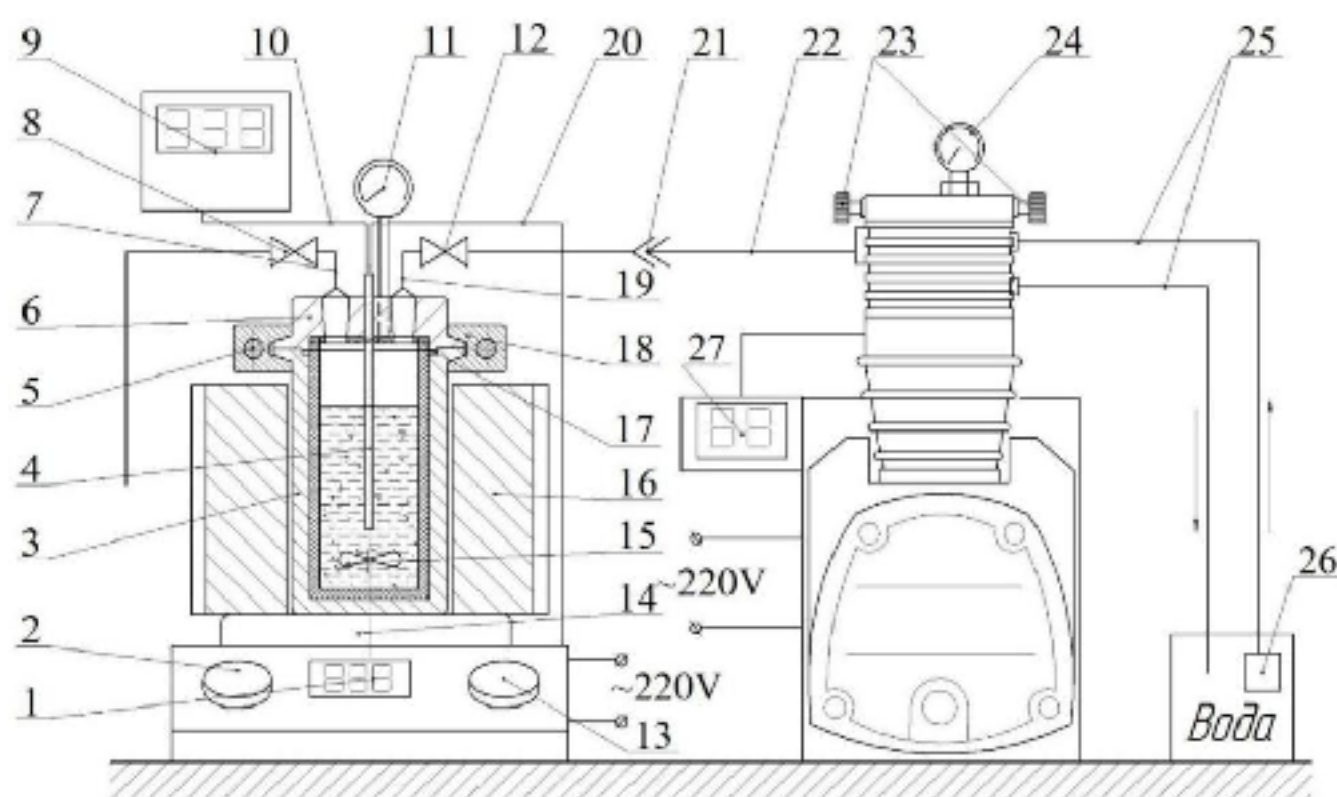


Рисунок 2.2 - Принципова схема установки для екстрагування в середовищі субкритичної води

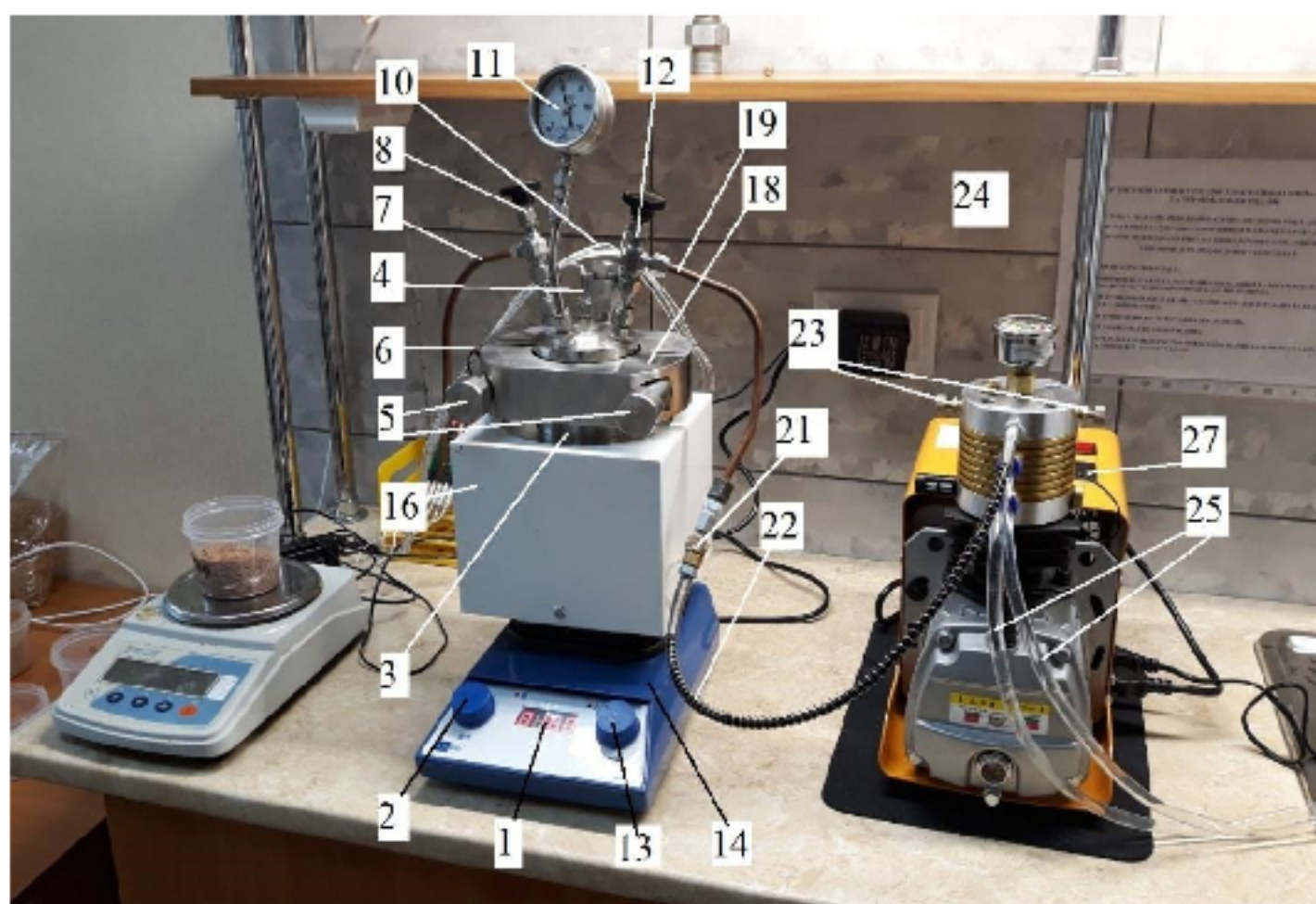


Рисунок 2.3 - Фотографічне зображення установки для екстрагування в середовищі субкритичної води

2.5. Методика екстрагування в середовищі субкритичної води

Підготовку лабораторної установки до роботи, встановлення параметрів температури та тиску та значення обертів магнітної мішалки, проведення реакції гідролізу проводили згідно з «Керівництвом по експлуатації лабораторного реактора високого тиску РВД-2-500» та «Інструкції з експлуатації мішалки магнітної з підігрівом платформи» (НПО «Укроргсинтез» та ООО «РИВА-СТАЛЬ», Україна).

2.6. Методика виробництва йогурту з додаванням екстракту із залишків переробки моркви

Стандартизоване, гомогенізоване, пастеризоване, попередньо розігріте коров'яче молоко змішували із знежиреним сухим молоком, цукром, желатином, сорбатом калію та пастеризували при 95 °C протягом 5 хвилин. Після зниження температури до 44 °C йогуртову культуру (*Streptococcus thermophiles* та *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*) інокулювали та інкубували при температурі 44 °C до рівня рН 4,5 (приблизно 7 годин) та

охолоджували до 4 °С. Суміш гомогенізували і розділили на п'ять частин та додавали екстракту з залишків переробки моркви (мас./мас.) у співвідношенні 0 (звичайний), 2, 4, 6 і 8%. Отриманий йогурт зберігали в холодильнику при 4 ± 2 °С протягом 21 дня. Відібрано проби на органолептичні, реологічні та мікробіологічні дослідження відразу після виробництва та на 1, 3, 6, 10, 13, 17 і 21 день зберігання йогурту відповідно.

2.7. Методика сенсорного оцінювання зразків йогурту

Членами експертної групи, у кількості 7 осіб, було обрано здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю «Харчові технології» та викладачів кафедри харчових технологій. Члени експертної групи були відібрані після проходження курсу навчання з експертного оцінювання саме йогуртів. Експерти оцінювали 20-грамові порції кожного зразку йогурту і використовували картку оцінки якості за 100 бальною шкалою, яка була розподілена наступним чином: смак - 40 балів, консистенція - 15 балів, запах - 15 балів, колір – 10, загальне сприйняття - 20 балів.

Результати експертного оцінювання аналізували з точки зору узгодженості в оцінках між експертами, спираючись на коефіцієнт конкордації [66].

2.8. Методика рН вимірювання

Для вимірювання значень рН було використано цифровий рН-метр (inoLab 7110, WTW, Німеччина). Значення рН всіх зразків йогурту вимірювали як під час інкубації, так і під час зберігання.

2.9. Методика визначення загальної (титрованої) кислотності

Суть методик визначення загальної (титрованої) кислотності полягала у нейтралізації органічних кислот, які знаходяться у дослідному продукті, 0,1Н розчином лугу. Титрування виконували до переходу розчину з кислого

середовища в лужне. Момент переходу середовища в лужне візуально фіксували за появою рожевого забарвлення розчину в присутності індикатора фенолфталеїну та розраховували за наступною формулою (2.1):

$$T = \frac{250}{V} V_1 c \frac{100}{V_0} = \frac{1000 V_1 c}{V_0}, \quad (2.1)$$

де V - об'єм аналізованої проби, см^3 ; V_1 - об'єм гідроксиду натру, який витрачено на титрування, см^3 ; V_0 - об'єм проби для аналізу, см^3 ; c - точна концентрація гідроксиду натру, моль/дм^3 ; 250 - об'єм мірної колби, см^3 ; 100 - коефіцієнт для розрахунку титрованої кислотності на 100 г продукту; 1000 - коефіцієнт, отриманий при розрахунку:

$$\frac{250}{25} V_1 c \frac{100}{V_0}, \quad (2.2)$$

2.10. Методика визначення синерезису йогурта

Синерезис визначали за відношенням масової частки сироватки до йогурту, що виділяється за 5 годин вільного фільтрування. Використані прилади: фільтрувальний папір, воронка, хімічний стакан. Повторність вимірів – трикратна.

2.11. Методика визначення реологічних властивостей досліджуваних зразків йогурту

Реологічні вимірювання зразків йогурту проводили за допомогою контрольованого віскозиметра (Brookfield LVDV-II, США) зі шпинделем (S-25 і 31) і швидкістю його обертання 0,0–200 об/хв та від 0 до 100% повномасштабного крутного моменту згідно інструкції на даний прилад.

Під час реологічного вимірювання значення напруги зсуву та ефективної в'язкості реєстрували для кожної швидкості обертання (об/хв). Експерименти проводили в двох примірниках.

2.12. Методика проведення мікробіологічних аналізів

Зразки йогурту були приготоване за методом, рекомендованим ICMSF (1996) і проаналізовано безпосередньо після їх виготовлення та на 1, 3, 7, 10, 14, 17 і 21 день холодного зберігання при 4 °С.

Мікробіологічні аналізи проводили згідно вимог ДСТУ ISO 9232/IDF 146:2012 Йогурт. Ідентифікація характерних мікроорганізмів (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* та *Streptococcus thermophilus*) (ISO 9232:2003 (IDF 146:2003), IDT).

2.13. Статистичний аналіз результатів експериментів

Повторність експериментальних досліджень - трикратна, якщо не вказано інше. Статистичний аналіз експериментальних даних проводили з використанням статистичної програми Excel.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Дослідження з визначення раціональних параметрів процесу екстрагування з метою отримання екстракту із залишків переробки моркви субкритичною водою

Факторами, що впливають на ефективність субкритичного екстрагування є: температура, привалість процесу екстрагування, гідромодуль, розмір фракції та тиск.

Враховуючи інформацію, наявну у наукових фахових виданнях з приводу значень даних параметрів [48], було прийнято: тиск – 6 МПа.

Гідромодуль - відношення маси сухої речовини до маси екстрагента (дистильована або бідистильована вода) було прийнято 1 : 15. При експериментах варіювали температуру (110, 140 та 170 °С) та тривалість екстрагування (від 5 до 30 хвилин). Цільовою функцією у даному експерименті був вихід сухих речовин.

Розмір фракції є важливим фактором, що впливає на ефективність, тривалість процесу та вихід сухих речовин. З метою визначення цих параметрів, було проведено серію експериментів з різними значеннями розміру фракції: табл. 3.1 та рис. 3.1.

Таблиця 3.1 - Вихід сухих речовин, в залежності від розміру фракції та тривалості екстрагування, мг/г сухої сировини

Тривалість екстрагування, хв.	Розмір фракції, мм		
	1±0,2	2±0,2	3±0,2
5	6	9	7
10	7	9	9
15	10	12	9
20	11	19	12

25	18	26	15
30	17	23	13

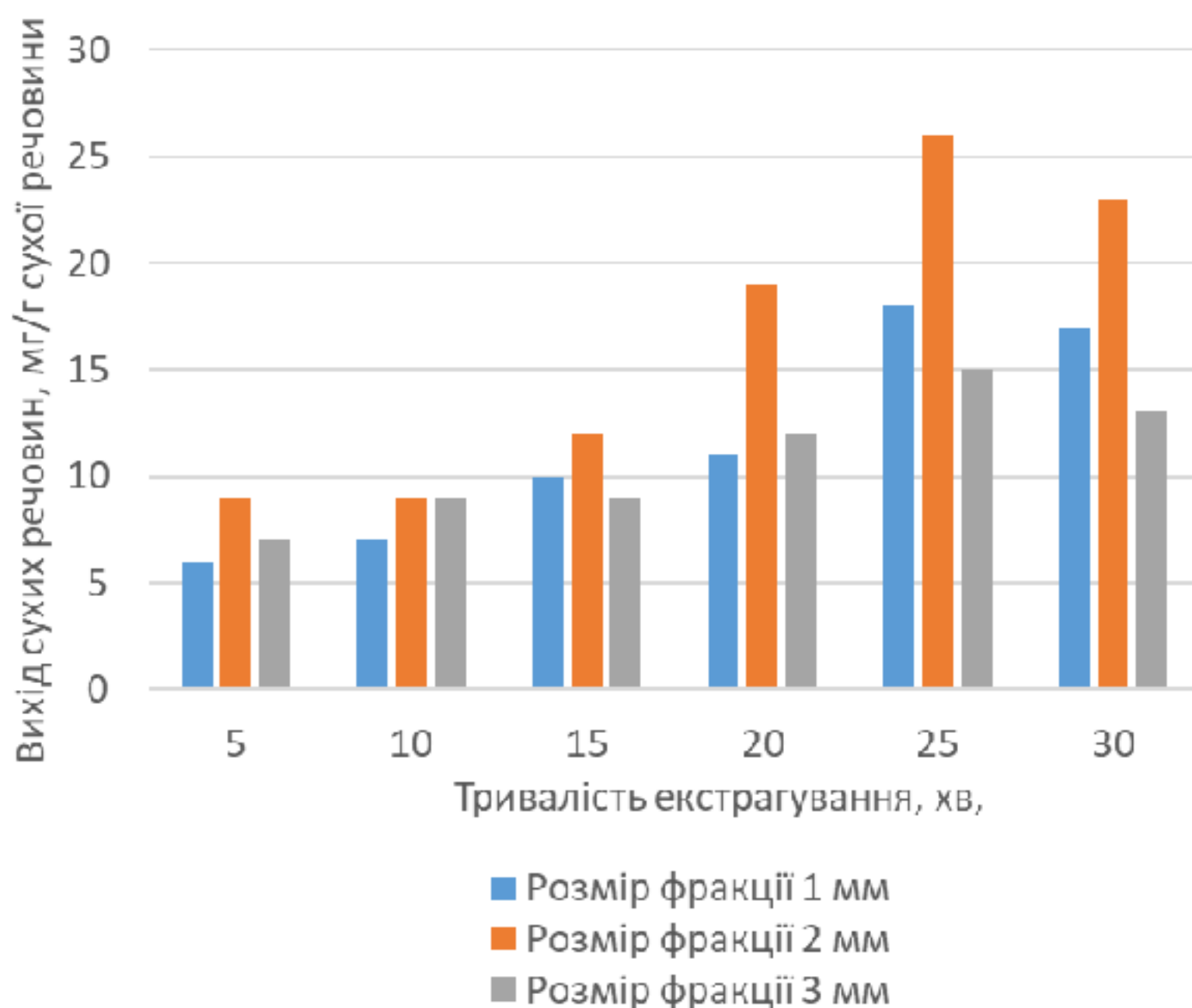


Рисунок 3.1 – Вихід сухих речовин в залежності від розміру фракції та тривалості екстрагування субкритичною водою сухих залишків переробки моркви при тиску – 6 МПа та відношенні маси сухої речовини до маси екстрагента – 1 : 15

Аналіз отриманих результатів дозволив обрати раціональні значення параметрів: фракція – 2 мм та тривалість екстрагування – 25 хвилин.

Результати досліджень впливу температури екстрагування при різних значеннях тривалості процесу наведені на рис. 3.2.

Анализ наведених результатів свідчить, що екстрагування при температурі 110 °С та тривалості 30 хв не забезпечує максимальне вилучення сухих речовин: лінія, що описує залежність що розглядається, продовжує зростати. При температурі екстрагування 140 °С збільшується вихід сухих речовин, але стабілізації кривої лінії не спостерігається, і лише при температурі екстрагування 170 °С вже при тривалості екстрагування 25 хв. спостерігається стабілізація кривої лінії та має місце максимальний вихід сухих речовин – 26 мг/г сухої сировини.

Статистична обробка експериментальних даних дозволила описати отримані залежності логарифмічними залежностями (3.1) – (3.3). Високі значення коефіцієнтів кореляції (R^2) свідчать, що обрані залежності адекватно описують досліджувані процеси.

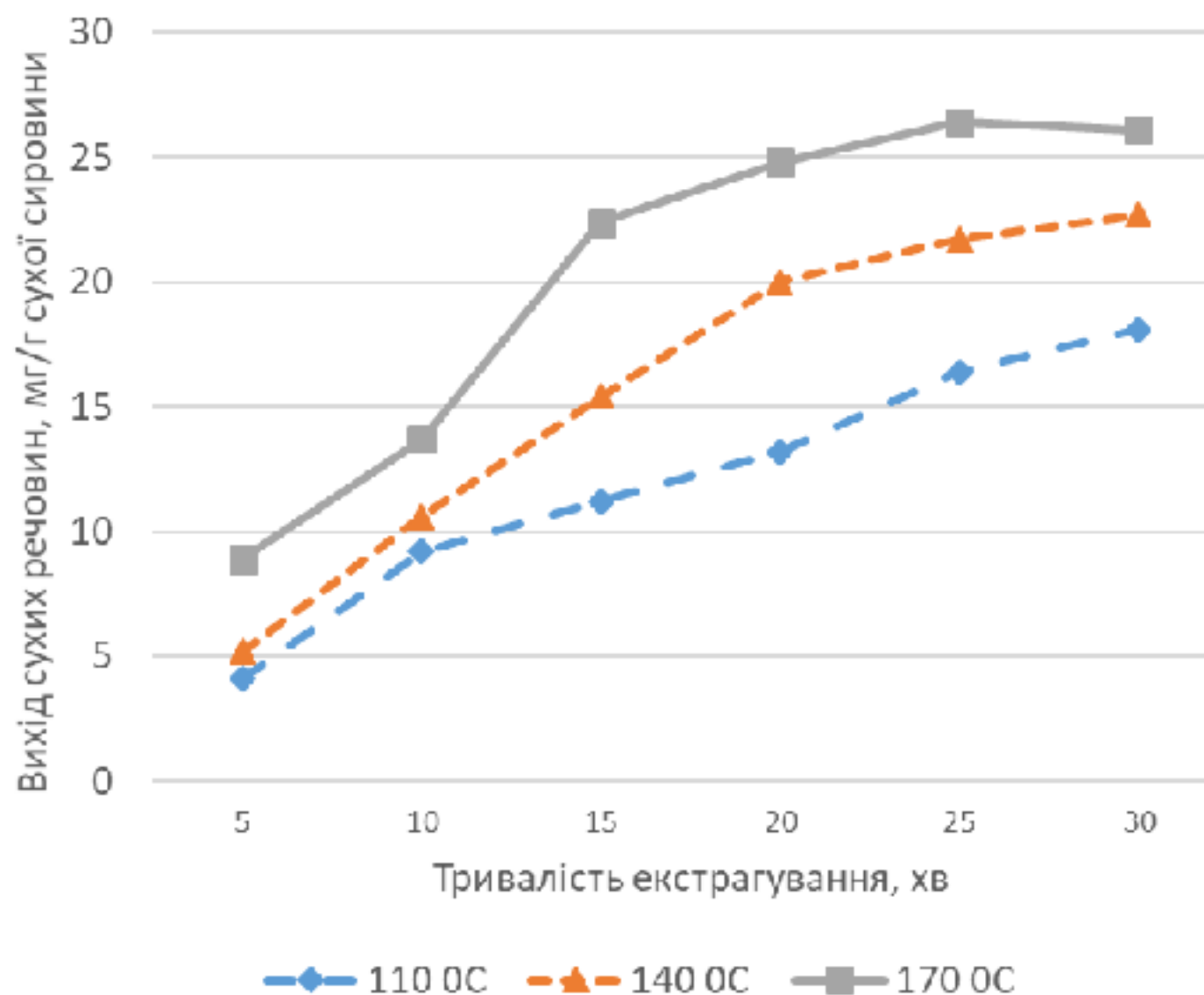


Рисунок 3.2 - Загальний вихід сухих речовин при тиску – 6 МПа, розміру фракції сировини $2 \pm 0,2$ мм, та відношенні маси сухої речовини до маси екстрагента – 1 : 15

$$\text{При } 110^{\circ}\text{C: } y = 7,5773\ln(x) + 3,7245, \quad R^2 = 0,978 \quad (3.1)$$

$$\text{При } 140^{\circ}\text{C: } y = 10,367\ln(x) + 4,5657, \quad R^2 = 0,9851 \quad (3.2)$$

$$\text{При } 170^{\circ}\text{C: } y = 10,764\ln(x) + 8,5802, \quad R^2 = 0,9457 \quad (3.3)$$

Таким чином, проведені експерименти дозволили обрати раціональні параметри екстрагування: температура – 170°C ; тривалість екстрагування – 25 хвилин, тиск – 6 МПа, розмір фракції сировини $2\pm 0,2$ мм, та відношення маси сухої речовини до маси екстрагента – 1 : 15.

Отримані екстракти висушували, пакували та зберігали до проведення наступних досліджень при температурі 4°C .

3.2. Попередня серія оцінювання органолептичних властивостей йогурту із додаванням екстракту з залишків переробки моркви

Група експертів була сформована з магістрів спеціальності «Харчові технології» ПДАУ другого року навчання.

На першому етапі досліджень було організовано та проведено органолептичне оцінювання контрольного зразка йогурту. Мета даного органолептичного оцінювання – визначити вагомість кожного з прийнятих показників та оцінити узгодженість між думками експертів, що є підставою для визнання результатів оцінювання як таких, що відтворюють колективну думку експертів. В перелік показників, окрім передбачених ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови» було додано показник «загальне сприйняття», який доповнює цей перелік та часто було використано у наукових статтях інших дослідників якості йогуртів.

При опитуванні було використано метод Дельфи, при якому експертам потрібно проранжувати важливість кожного з показників. Результати опитування було обоблено методами математичної статистики та визначено коефіцієнт конкордації [66]:

$$W = 12S / m^2 \times (n^3 - n) \quad (3.4)$$

де S – сума квадратів відхилень d_i сум рангів оценок j -м варіантом від середнього арифметичного сум рангів по всіх квадратах; m – число експертів; n – кількість показників.

Результати оцінювання та виконані розрахунки представлено в таблиці 3.2.

3.3. Органолептична оцінка дослідних зразків та дослідження їх динаміки при зберіганні йогурту

Органолептичні властивості харчових продуктів запропонувати критерії контролю якості. З огляду на сенсорні властивості оцінювали контрольні шрази і йогурти із екстрактом залишків переробки моркви: смак, запах, консистенція, колір і загальне прийняття. Характеристика органолептичних показників досліджуваних зразків йогуртів наведено в табл. 3.1.

Результати експертного оцінювання органолептичних показників йогурту та розрахунок коефіцієнта конкордації для методу ранжування, наведено в табл. 3.2 та значення оцінки смаку для зразків простого й йогурту з екстрактом залишків переробки моркви наведено в табл. 3.3.

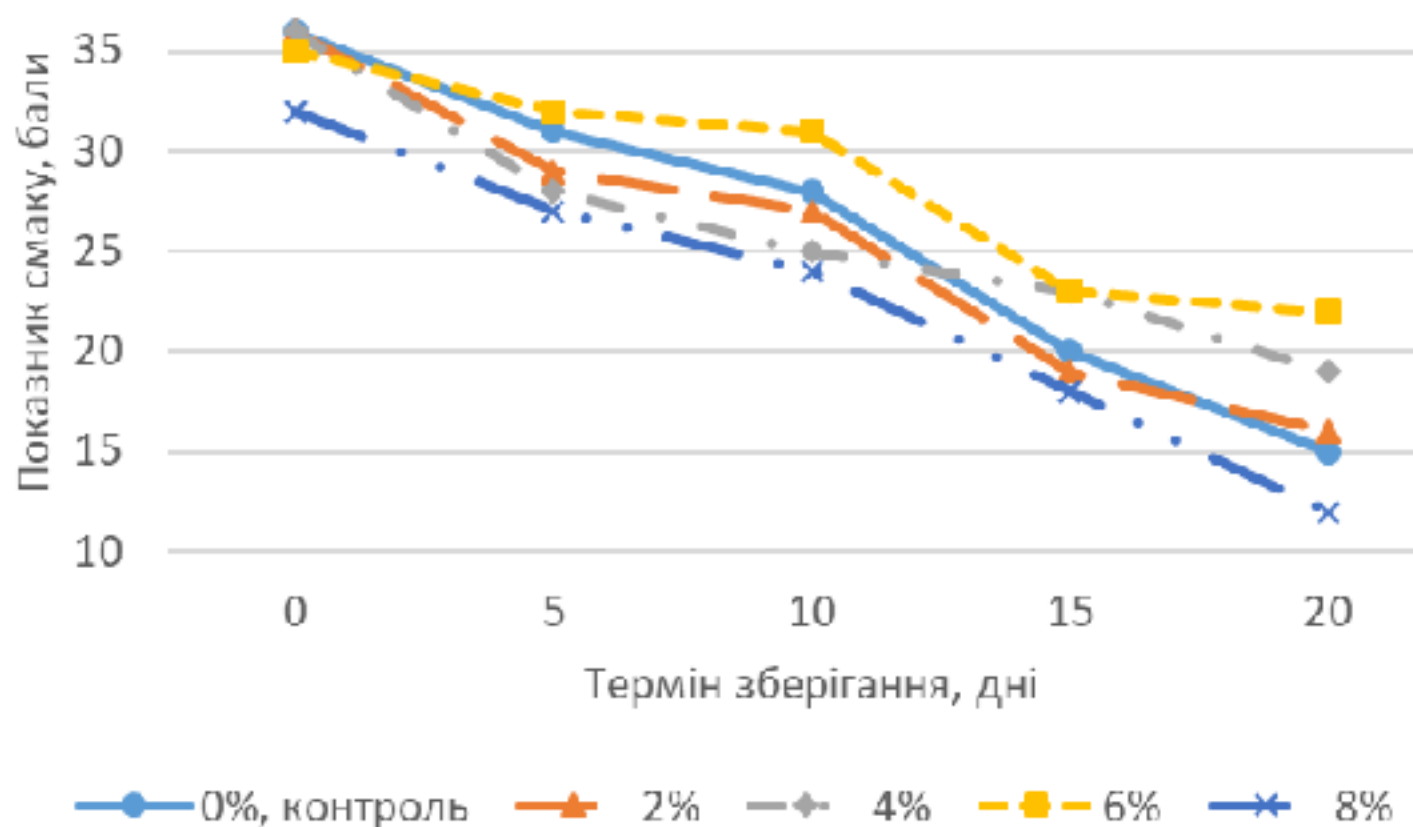


Рисунок 3.3 – Динаміка показника смаку при зберіганні досліджуваних зразків йогурту

Таблиця 3.3 - Характеристика органолептичних показників досліджуваних зразків йогуртів

Назва показника	досліджувані зразки йогуртів				
	Контроль	2% екстракту	4% екстракту	6% екстракту	8% екстракту
Смак	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків	Чистий, кисломолочний, з ледь чутним присмаком моркви	Чистий, кисломолочний, зі слабким присмаком моркви	Чистий, кисломолочний, з присмаком моркви	Чистий, кисломолочний, з присмаком моркви та зелені
Запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх запахів	Чистий, кисломолочний, без сторонніх запахів	Чистий, кисломолочний, без сторонніх запахів	Чистий, кисломолочний, з ледь чутним запахом зелені	Чистий, кисломолочний, з ледь чутним запахом моркви та зелені
Консистенція	Однорідна, ніжна, з порушеним або непорушеним згустком, у міру щільна, без газоутворення	Однорідна, ніжна, з порушеним або непорушеним згустком, у міру щільна, без газоутворення	Однорідна, ніжна, з порушеним або непорушеним згустком, у міру щільна, без газоутворення	Однорідна, ніжна, з порушеним або непорушеним згустком, у міру щільна, без газоутворення	Однорідна, ніжна, з порушеним або непорушеним згустком, у міру щільна, без газоутворення

Колір	Білий	Світло-жовтий	Від світло-жовтого до світло-помаранчевого	Світло-жовто-помаранчевий	Світло-помаранчевий
Загальне прийняття				Приємний баланс між присмаком запахом. Консистенцією та коліром	

Таблиця 3.4 – Результати органолептичного аналізу звичайного та йогурту з екстрактом залишків переробки моркви

Зразки та терміни зберігання	Смак (40 балів)	Консистенція (15 балів)	Запах (15 балів)	Колір (10)	Загальне Сприйняття (20 балів)
0% Контроль					
0	36	15	15	10	19
5	31	13	14	10	18
10	28	11	12	9	17
15	20	8	9	8	17
20	15	7	8	7	15
Додано 2% екстракту					
0	36	15	15	10	19
5	29	14	14	10	18
10	27	11	11	9	17
15	19	10	10	8	16
20	16	8	8	7	15
Додано 4% екстракту					
0	36	15	15	10	19
5	57	13	13	10	19
10	49	12	12	9	17
15		10	10	8	16
20	19	10	10	7	15
Додано 6% екстракту					
0	35	15	15	10	20
5	58	15	14	10	20
10	57	14	15	9	19
15	55	14	14	8	19
20		12	12	7	17

Додано 8% екстракту					
0	32	14	11	9	15
5	54	11	9	9	15
10	50	10	8	8	14
15	48	9	7	7	13
20	12	8	6	5	13

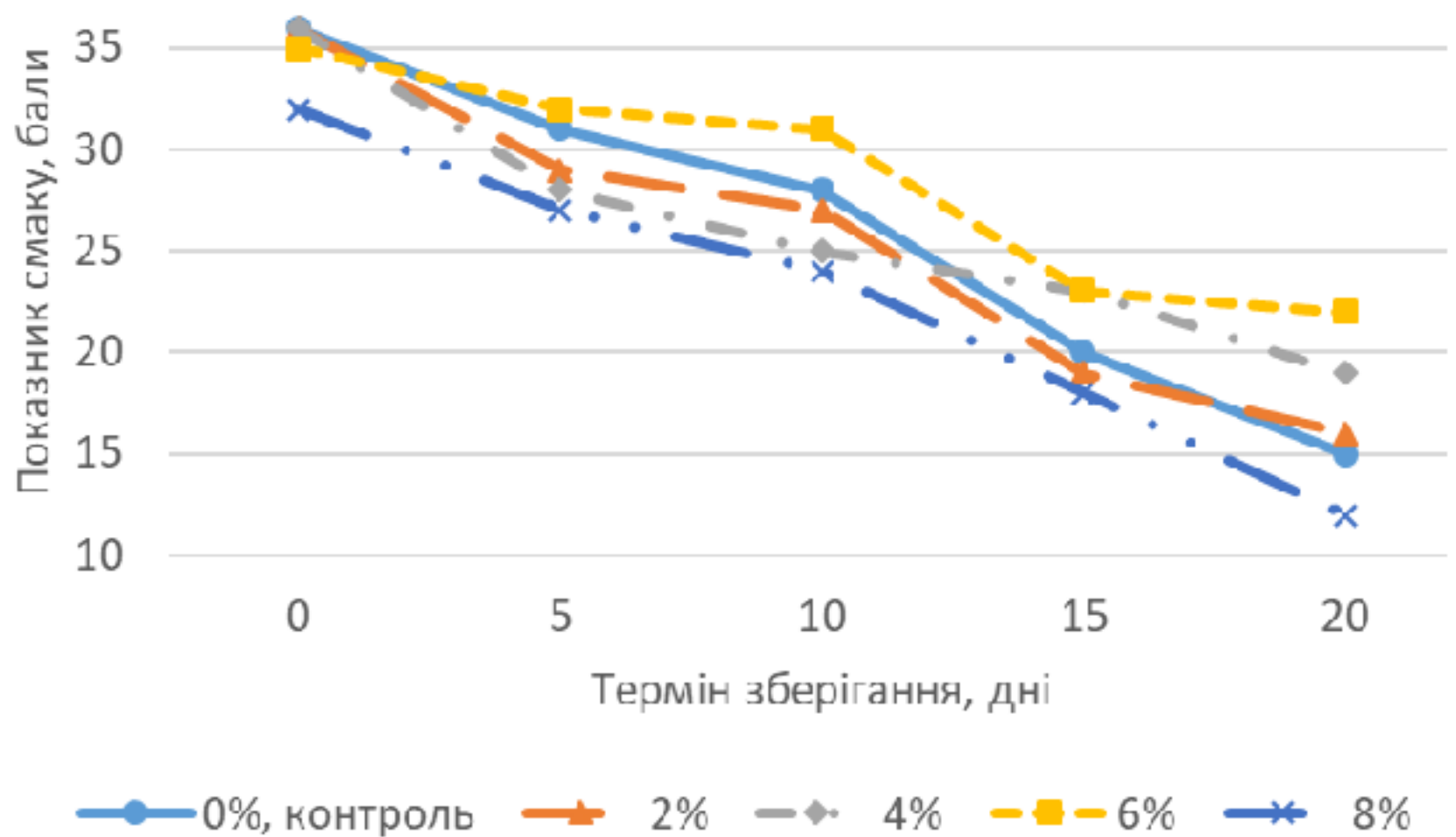


Рисунок 3.4 – Динаміка показника смаку при зберіганні досліджуваних зразків йогурту

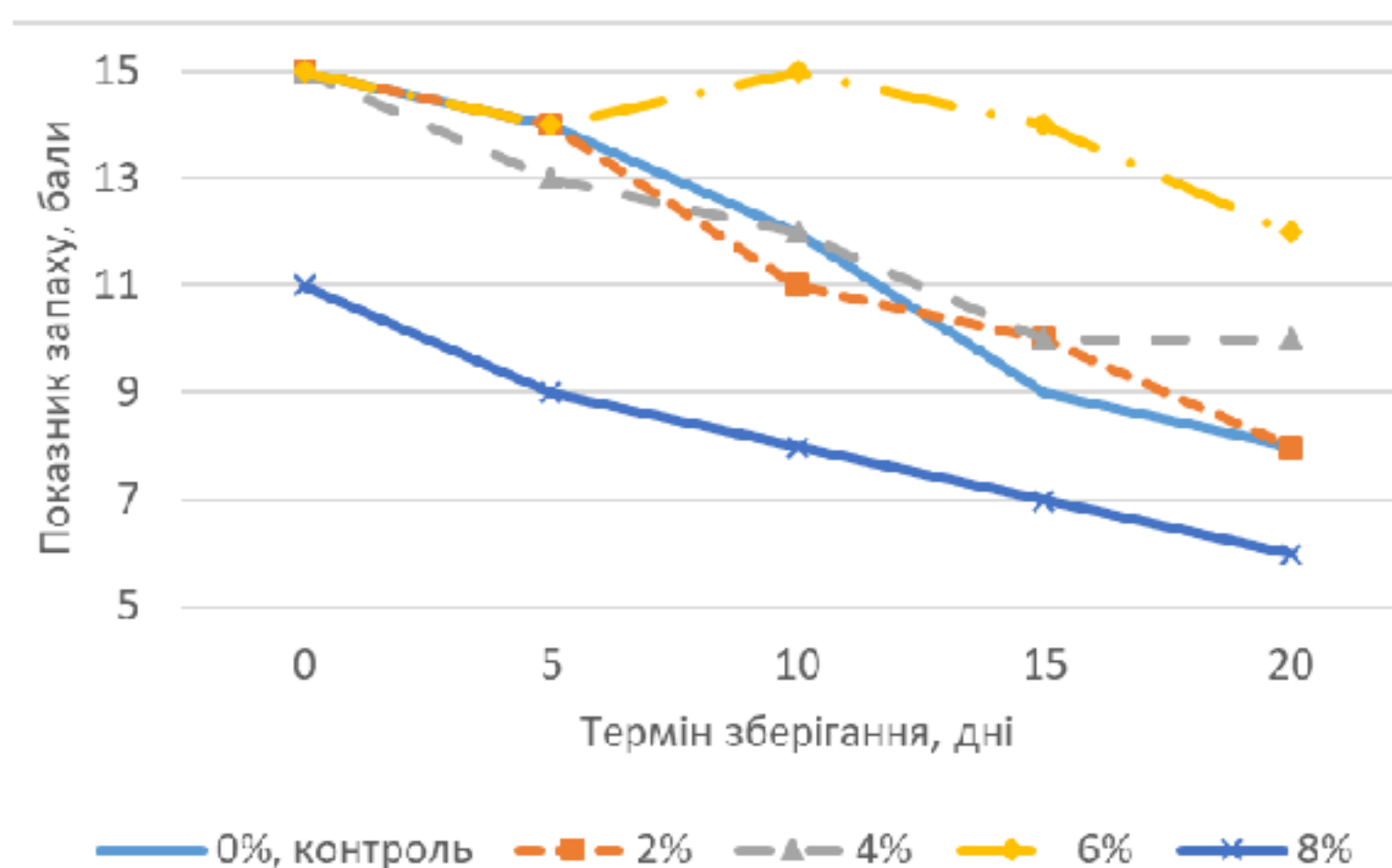


Рисунок 3.5 – Динаміка показника запаху при зберіганні досліджуваних зразків йогурту

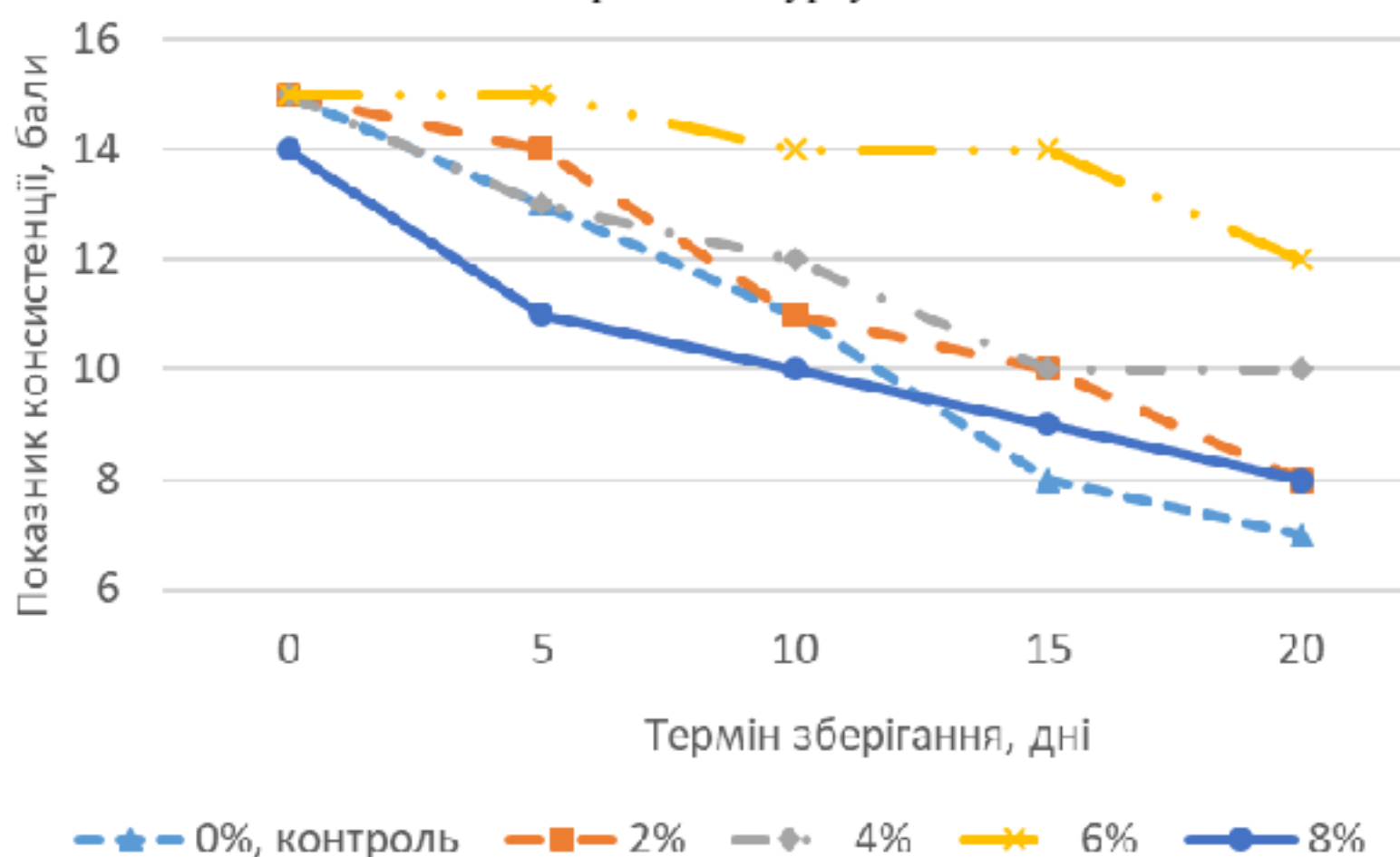


Рисунок 3.6 – Динаміка показника консистенції при зберіганні досліджуваних зразків йогурту

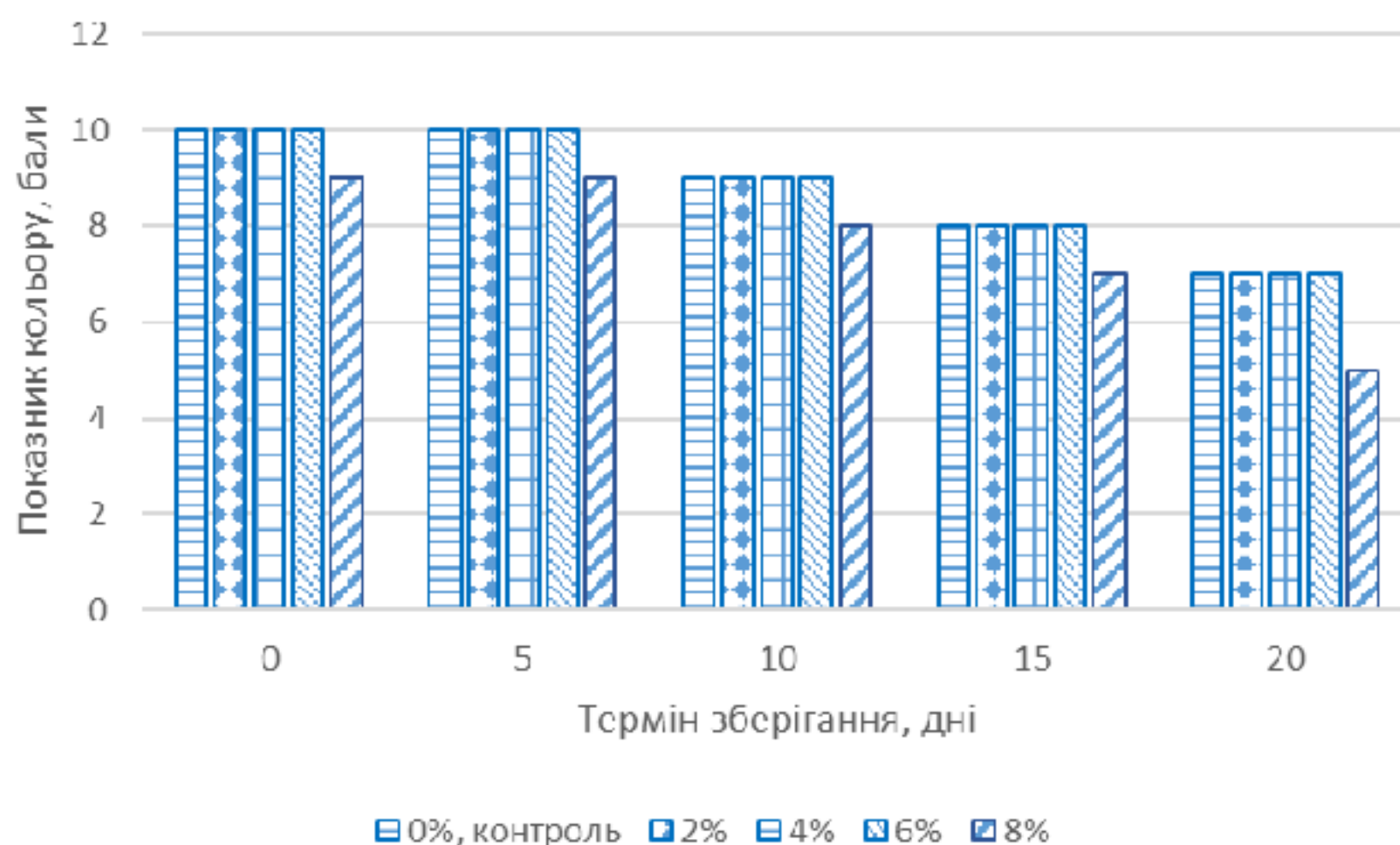


Рисунок 3.7 – Динаміка показника кольору при зберіганні досліджуваних зразків йогурту



Рисунок 3.8 – Динаміка показника загального сприйняття при зберіганні досліджуваних зразків йогурту (5, 10, 15 та 20 днів)

Динаміка органолептичних показників досліджуваних зразків йогурту (смаку, запаху, консистенції, кольору та загального сприйняття) при зберіганні представлено на рис. 3.3 – 3.8.

Органолептичні властивості в всіх зразків йогурту після виготовлення було оцінено позитивно. Істотних відмінностей не було між звичайним йогуртом та зразками з 2, 4, 6 і 8% екстракту з екстрактом залишків переробки моркви безпосередньо після виготовлення. Смак і запах були приємні і солодкі, вигляд і колір були приємні. При холодному зберіганні показники збільшувалися зі збільшенням відсотку додавання екстракта із залишків переробки моркви. Через 2 тижні зберігання органолептичні властивості йогурту з різними концентрація доданого екстракту стають ще кращими, особливо у йогуртах з 6% доданого екстракту.

Таким чином, додавання 6% екстракту із залишків переробки моркви в йогурт виявилось найкращою концентрацією, оскільки дані зразки протягом всього терміну зберігання отримала найвищі оцінки. Це означає відсутність неприємного присмаку, приємний рівень кислотності і приємний баланс смаку, запаху та консистенції протягом терміну зберігання.

3.4. Динаміка кислотності зразків йогурту при зберіганні

При зберіганні кислотність всіх зразків підвищилася, а рН знизився поступово протягом періоду зберігання особливо для зразки з 6 і 8% екстракту. Це може бути через надмірне бродіння цукру і наявності організмів, що виробляють молочну кислоту. Слід зазначити, що підвищення значення кислотності контрольного зразка відбувалося практично протягом всього терміну зберігання, але для зразків з доданим екстрактом підвищення кислотності відбувається на протязі перших 15 діб, і надалі значення цього показника зменшується. Зберігання всіх досліджених зразків супроводжувалося збільшенням кислотності і нижчий рН. Це було більш вираженим при додаванні 8% екстракту (табл. 3.5 та рис. 3.9).

Таблиця 3.5 - Кислотність натурального йогурту та з додаванням екстракту з залишків переробки моркви протягом терміну зберігання

Термін зберігання, дні	Контроль	Відсоток доданого морквяного екстракту			
		2%	4%	6%	8%
0	0,51	0,56	0,51	0,52	0,49
1	0,84	0,94	0,99	1,07	1,19
3	0,91	0,98	1,08	1,23	1,29
7	0,99	1,06	1,19	1,33	1,42
10	1,08	1,19	1,28	1,39	1,46
13	1,23	1,36	1,39	1,46	1,53
17	1,36	1,33	1,41	1,43	1,49
21	1,36	1,36	1,36	1,38	1,46

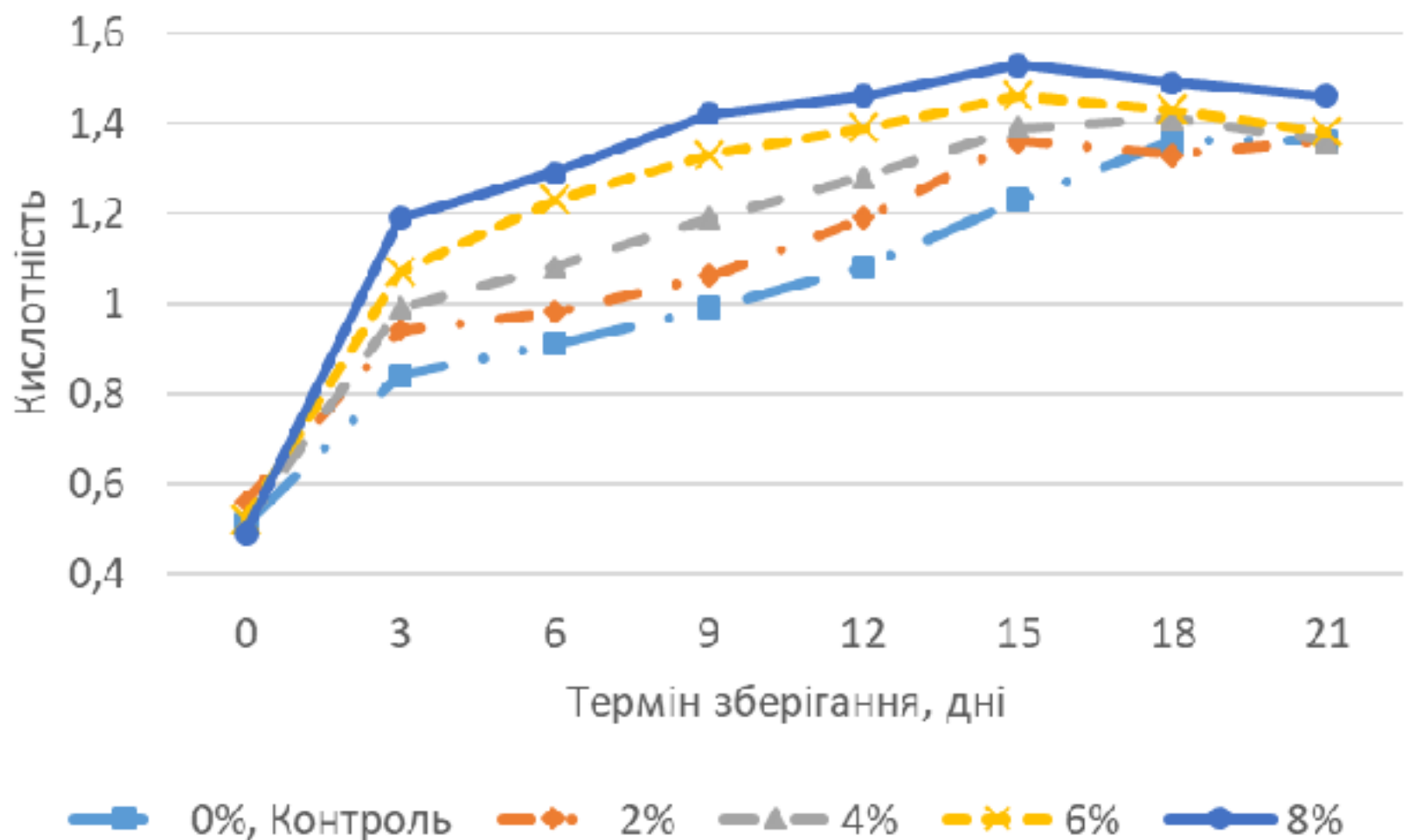


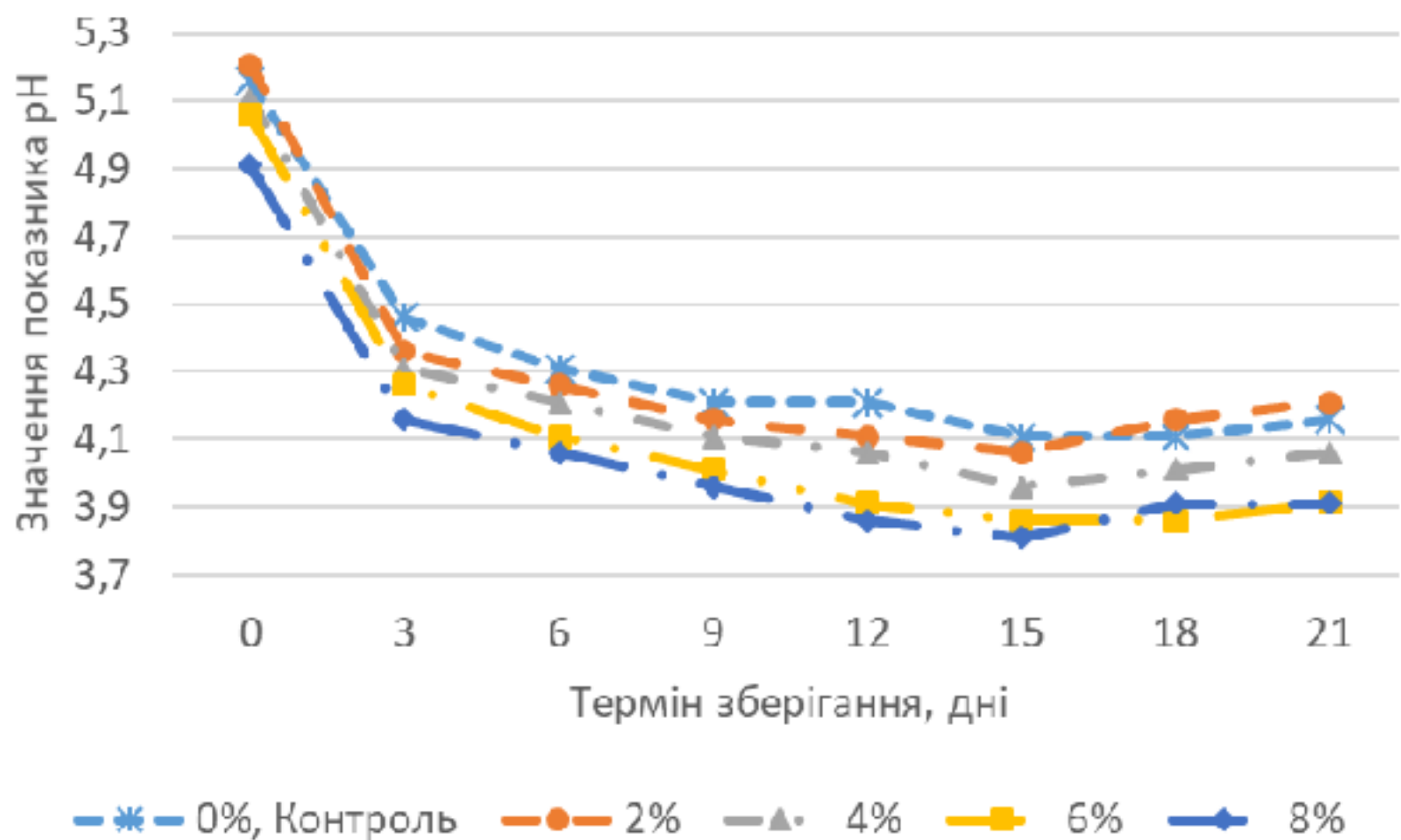
Рисунок 3.9 - Динаміка показника кислотності досліджуваних зразків йогурту протягом періоду зберігання

3.5. Динаміка показника рН зразків йогурту при зберігання

Результати досліджень показника рН наведені в табл. 3.6 та на рис. 3.10.

Таблиця 3.6 – Динаміка динаміки показника рН зразків йогурту при зберігання

Термін зберігання, дні	Контроль	Відсоток доданого екстракту з залишків переробки моркви			
		2%	4%	6%	8%
0	5,16	5,21	5,11	5,06	4,91
1	4,46	4,36	4,31	4,26	4,16
3	4,31	4,26	4,21	4,11	4,06
7	4,21	4,16	4,11	4,01	3,96
10	4,21	4,11	4,06	3,91	3,86
13	4,11	4,06	3,96	3,86	3,81
17	4,11	4,16	4,01	3,86	3,91
21	4,16	4,21	4,06	3,91	3,91



**Рисунок 3.10 - Динаміка показника рН досліджуваних зразків йогурту
протягом періоду зберігання**

Анализ отриманих даних дозволив нам зробити наступні висновки. Для всіх досліджуваних зразків, включаючи контрольний зразок, значення рН поступово зменшується протягом 15 діб зберігання і для контрольного зразка надалі стабілізується. У зразках з доданим екстрактом із залишків переробки моркви у період з 15 до 21 доби зберігання цей показник збільшується: на 0,15 для зразка з 2% екстракту; 0,1 – для зразка з 4% екстракту; 0,05 – для зразка з 6% екстракту та 0,1 – для зразка з 8% доданого екстракту.

3.6. Дослідження впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на напругу зсуву зразків йогурту

Напруження зсуву, це граничне статичне напруження, опір або зусилля, які необхідно подолати або прикласти для початку руху аномальної рідини – йогурту.

Результати досліджень впливу додавання екстракту з залишків переробки представлено у табл. 3.7 та на рис. 3.11.

Таблиця 3.7 – Результати визначення напруження зсуву досліджуваних зразків йогурту, г/см²

Термін зберігання, дні	Відсоток доданого морквяного екстракту				
	0%, контр.	2%	4%	6%	8%
0	21.6	19.6	18.3	17.1	15.9
3	23.5	21.3	19.0	18.5	17.1
6	26.7	23.4	21.2	19.1	18.0
9	27.9	25.4	22.7	20.5	18.4
12	28.7	26.6	23.0	21.5	19.3
15	29.4	27.3	24.0	22.0	19.9

18	29.8	27.6	24.2	22.4	20.5
21	29.8	27.6	24.6	22.4	20.4

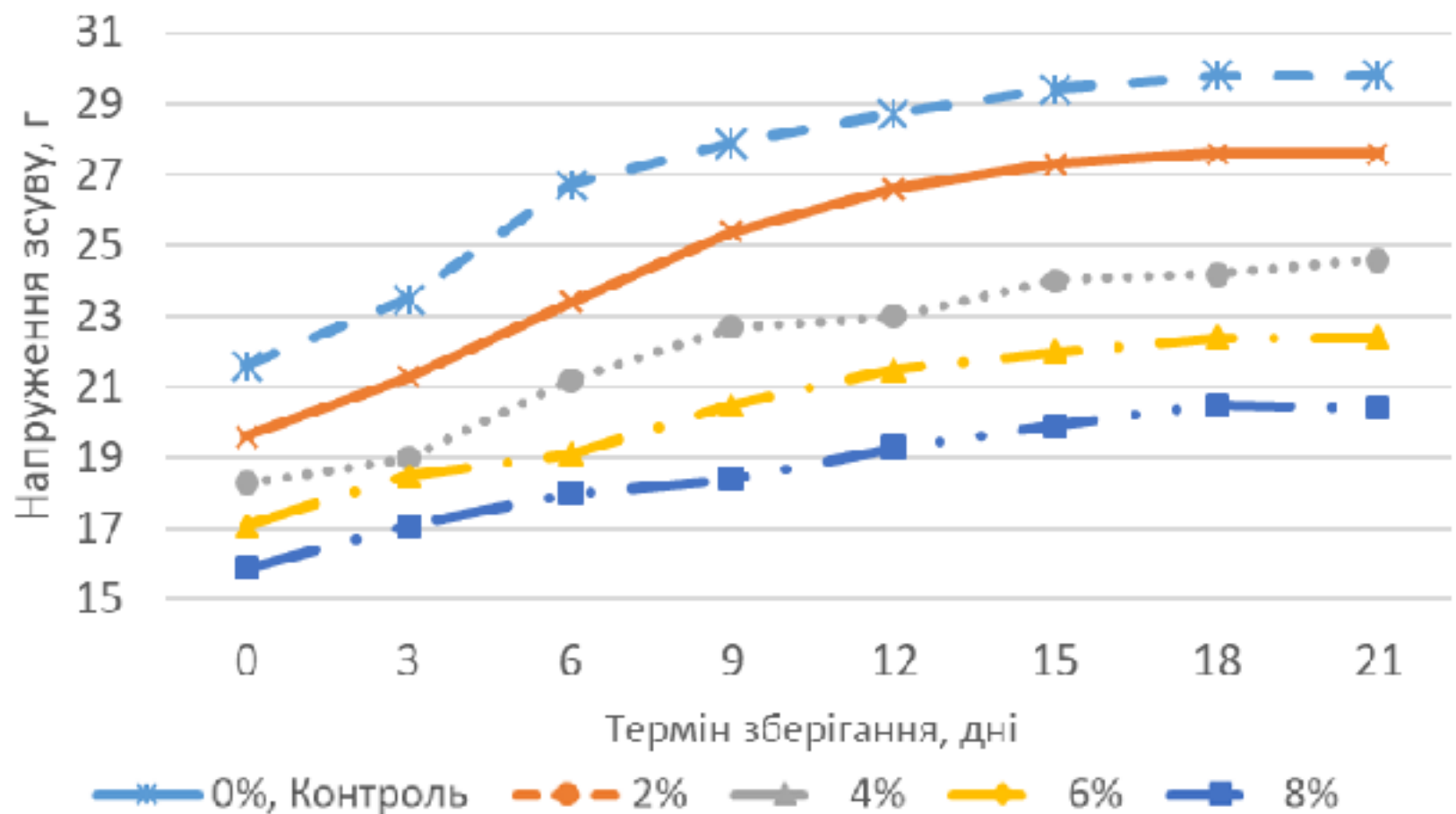


Рисунок 3.11 – Напруження зсуву досліджуваних зразків йогуртів при зберіганні

Аналіз отриманих результатів свідчить, що додавання екстракту з залишків переробки моркви підвищує значення показника напруження зсуву пропорційно до кількості доданого екстракту. При зберіганні значення даного показника монотонно збільшується, але, якщо у контрольному зразку це збільшення становило 27,5% то у йогурті з 8% екстракту з залишків переробки моркви це збільшення становило 22% (через 21 добу зберігання).

Таким чином, нами було зроблено висновок, що додавання екстракту із залишків переробки моркви впливає не тільки на початкові значення напруження зсуву, але і уповільнює зростання даного опказника протягом зберігання йогурту.

3.7. Дослідження впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на ефективну в'язкість зразків йогурту

Результати досліджень впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на ефективну в'язкість досліджуваних зразків йогурту представлено у табл. 3.8 та на рис. 3.12.

Дослідження ефективної в'язкості зразків йогурту привело до висновків, що зміни даного показника носять складний характер. Якщо при зберіганні контрольного зразка ефективну в'язкість монотонно зменшується з 708 Па×с до 622 Па×с (на 12%), то у йогурті з 2% екстракту даний показник на протязі перших 6 діб практично не змінюється, і далі його зменшення становить 10%.

У йогуртах з 4%, 6% та 8% у перші 6 діб спостерігається збільшення даного показника на 4%, 6% та 5,7% відповідно, та у подальшому зберіганні спостерігається суттєве зменшення показника на 13,3%, 12,1% та 13,3% відповідно.

В цілому, додавання 6 та 8 % екстракту із залишків переробки моркви, суттєво покращує ефективну в'язкість йогурту протягом всього терміну зберігання.

Таблиця 3.8 – Результати визначення ефективної в'язкості досліджуваних зразків йогурту, Па×с

Термін зберігання, дні	Відсоток доданого екстракту з залишків переробки моркви				
	0%, контр.	2%	4%	6%	8%
0	708	719	723	744	786
3	699	721	741	769	821
6	684	718	756	799	834
9	639	698	734	770	796
12	661	685	701	743	773
15	649	673	689	705	750

18	628	666	683	704	732
21	622	645	655	702	723

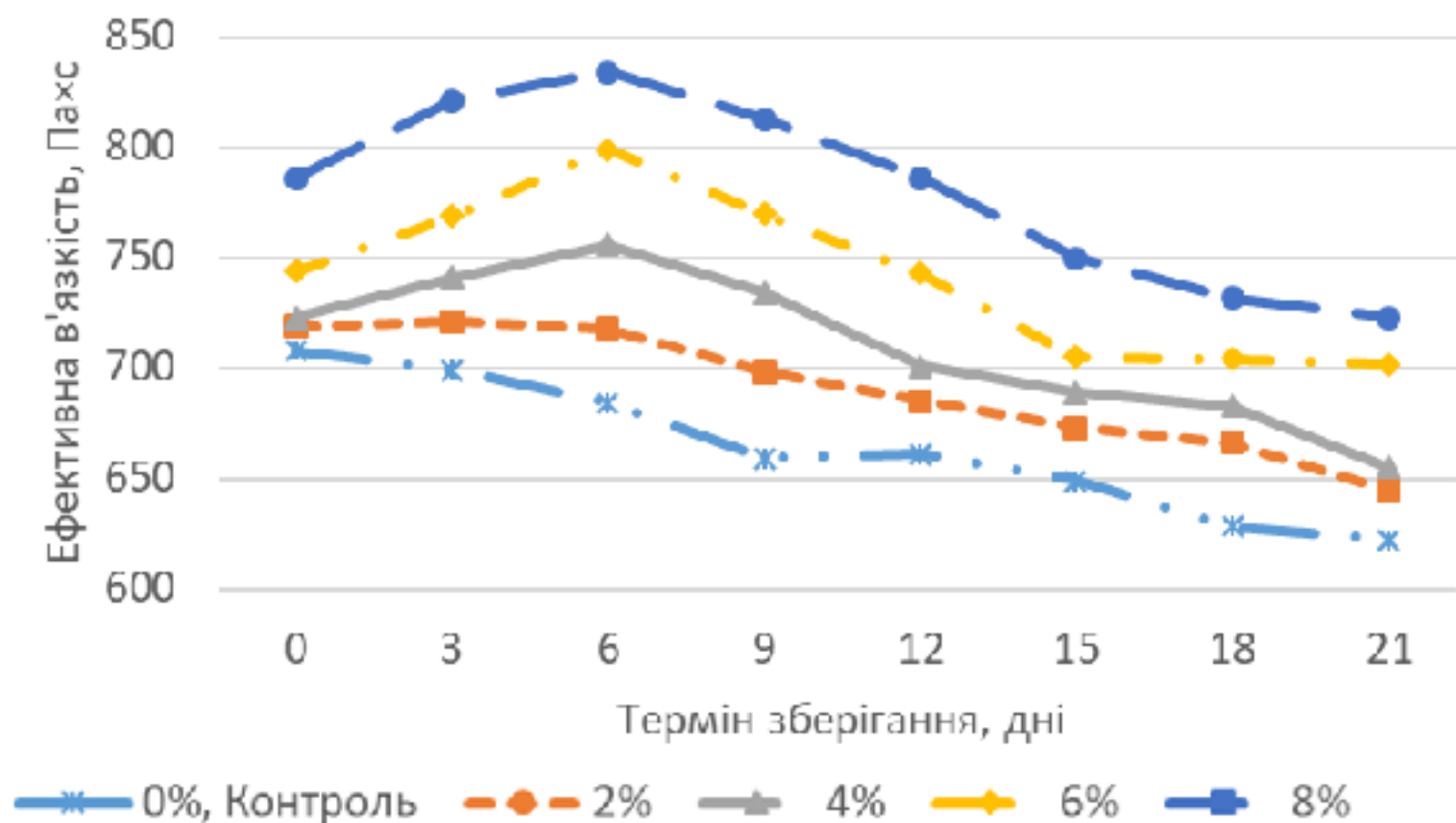


Рисунок 3.12 – Ефективна в'язкість досліджуваних зразків йогуртів при зберіганні

3.8. Дослідження впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на синерезис зразків йогурту

Результати досліджень впливу додавання екстракту з залишків переробки моркви на синерезис зразків йогурту представлено у табл. 3.9 та на рис. 3.13.

Таблиця 3.9 – Результати визначення синерезису досліджуваних зразків йогурту, мл/100мл йогурту

Термін зберігання, дні	Відсоток доданого екстракту із залишків переробки моркви				
	0%, контр.	2%	4%	6%	8%

0	2.9	3.9	4.4	6.4	7,7
3	6.4	7.2	8.3	10.6	10.9
6	7.1	8.6	9.7	11.4	12.1
9	7.5	9.7	10.8	12.9	12.8
12	7.7	10.3	11.4	13.7	13.9
15	7.9	10.7	12.6	14.7	15.9
18	8.2	11.4	13.2	15.2	16.4
21	8.6	11.8	13.7	15.9	17.4

Порівняння результатів досліджень динаміки синерезису та значень напруги зсуву дозволило зробити висновок, що швидкість змін напруги зсуву зменшувалася зі збільшенням концентрація доданого екстракту, навпаки швидкість змін показників синерезису збільшується зі збільшенням в концентрації доданого екстракту (табл. 3.9). Отримані нами результати не протирічать даним, наведених у роботі [67].

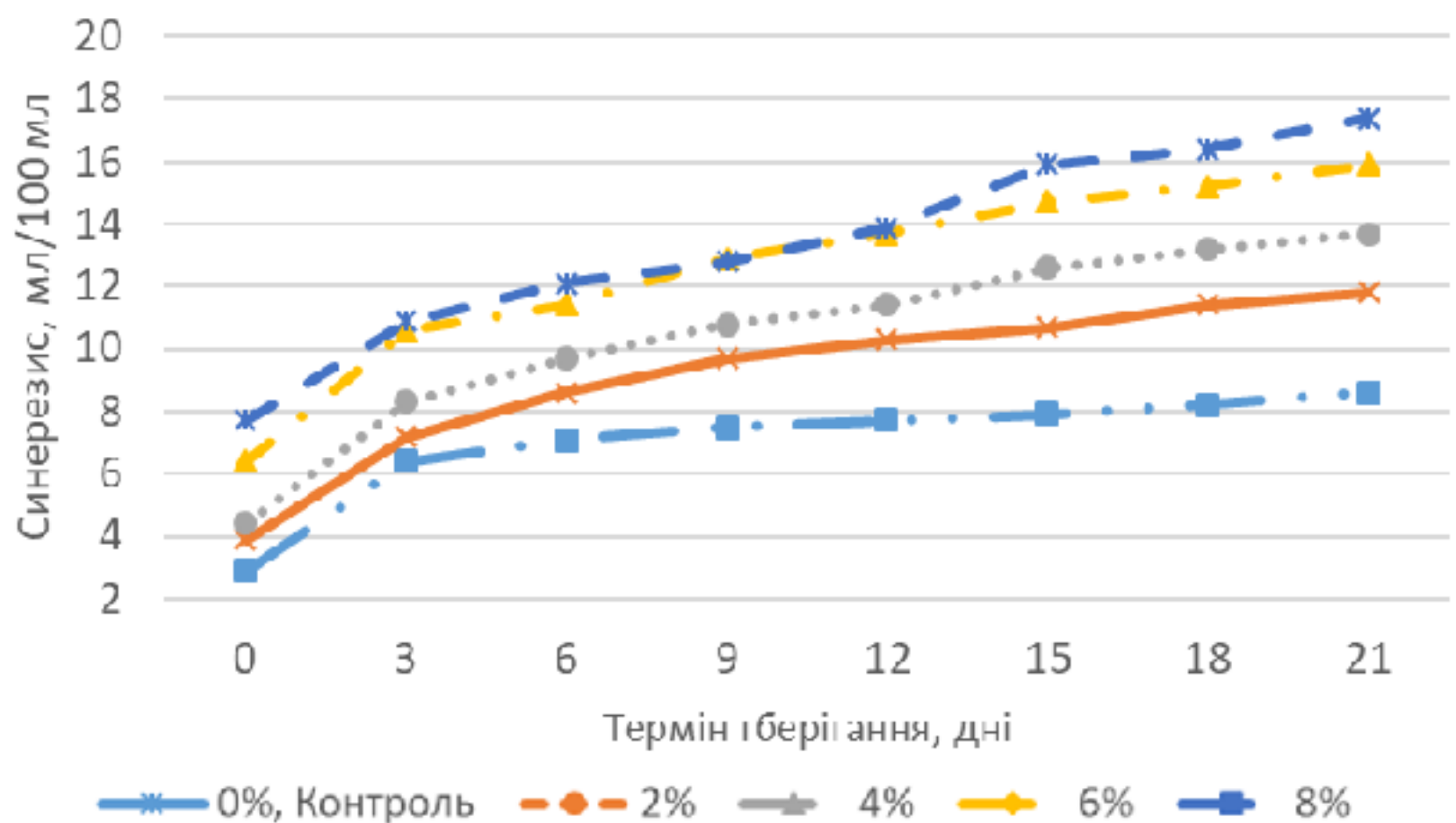


Рисунок 3.13 – Синерезис досліджуваних зразків йогуртів при зберіганні

3.9. Дослідження мікробіологічних показників зразків йогурту

Результати досліджень динаміки мікробіологічних показників йогурту наведені в таблицях 3.10 – 3.13.

Таблиця 3.10 - Вплив додавання екстракту з залишків переробки моркви на середню кількість *Lactobacillus bulgaricus* під час зберігання йогурту (КУО/г) ($\times 10^5$)

Зразки	Термін зберігання, дні							
	0	1	3	7	10	13	16	21
Контроль	8.71	8.70	8.69	8.73	8.66	8.60	8.58	7.50
2%	8.73	8.73	8.77	8.77	8.78	8.90	8.91	8.93
4%	8.80	8.82	8.86	8.89	8.98	8.98	9.10	9.15
6%	8.82	8.85	8.55	8.90	9.00	9.10	9.77	9.79
8%	8.90	8.85	8.60	8.92	9.00	9.01	9.50	9.90

Таблиця 3.11 - Вплив додавання екстракту із залишків переробки моркви на середню кількість *Streptococcus thermophilus* під час зберігання йогурту ($\times 10^4$)

Зразки	Термін зберігання, дні							
	0	1	3	7	10	13	16	21
Контроль	2.40	2.48	2.49	2.42	2.36	2.35	2.55	2.80
2%	2.50	2.50	2.55	2.58	2.59	2.58	2.59	2.58
4%	2.50	2.51	2.58	2.59	2.58	2.59	2.59	2.60
6%	2.50	4.8	8.50	15	32	45	69	75
8%	3.8	6.5	18.0	22	35	50	55	68

Мікробіологічний аналіз: таблиці 3.10 і 3.11 показали ріст *L. bulgaricus* і *S. thermophilus* як у контрольному, так і в зразках йогурту з екстрактом із залишків переробки моркви протягом трьох тижнів холодного зберігання починаючи з першої доби. Середня загальна кількість обох штамів молочнокислих бактерій показала приблизно однакову поведінку у всіх досліджуваних зразках контрольного й розроблених зразків йогурту. Не було суттєвих відмінностей між контрольним та розробленими зразками незалежно від кількості доданого екстракту. Життєздатність *L. bulgaricus* і *S. thermophilus* залишалася високою ($> 10^5$ КУО/г) протягом 21 дня зберігання для всіх досліджуваних зразків йогурту. Встановлено, що додавання екстракту із залишків переробки моркви не вплинуло на чисельність обох культур: *L. Bulgaricus* та *S. thermophilus*. Отримані нами результати узгоджуються з даними, наведеними у роботі [68], де було повідомлено, що наявність збагачувачів та смакових речовин, доданих до йогурта, мало впливають на виживання *L. bulgaricus* і *S. thermophilus*.

Результати досліджень мікробіологічних показників, що характеризують безпечність досліджуваного йогурту, наведені в таблиці 3.12, та свідчать про те, що колиформ мікроорганізми були виявлені в контрольному йогурті та збільшується в кількості протягом терміну зберігання.

Таблиця 3.12 - Вплив додавання екстракту із залишків переробки моркви на загальну кількість колиформ (MPN/г) у йогурті під час зберігання

Зразки	Термін зберігання, дні							
	0	1	3	7	10	13	16	21
Контроль	50×10^2	56×10^2	57×10^2	64×10^2	77×10^2	40×10^2	90×10^2	1.1×10^3
2%	50×10^2	40×10^2	10×10^2	6×10^2	4×10^2	1×10^2	НВ	НВ
4%	46×10^2	29×10^2	150	НВ	НВ	НВ	НВ	НВ
6%	30×10^2	$\times 10^2$	НВ	НВ	НВ	НВ	НВ	НВ
8%	30×10^2	НВ	НВ	НВ	НВ	НВ	НВ	НВ

НВ – не визначено

Кількість коліформ мікроорганізмів помітно знижується при збільшенні доданого екстракту і повністю зникає у йогурті з 8% доданого екстракту.

Слід підкреслити, додавання навіть 2% екстракту покращило цей показник мікробіологічної безпеки: концентрація коліформ бактерій поступово зменшувалася при зберіганні протягом 13 доби в 1,5 – 40 разів відповідно та у подальшому зберіганні вони взагалі не були визначені. Збільшення концентрації екстракту з 2 до 8% призводить до зменшення кількості коліформ бактерій в 2 -4 рази. Отримані результати можуть бути пов'язано з гальмівним ефектом сполук, присутніх в доданому екстракті, на організми *Coliform*. Крім того, є морква вважається антибактеріальним засобом проти патогенних мікроорганізмів, небезпечний для споживання людиною, які можуть потрапити в йогурт до, або навіть після, виготовлення продукту [69, 70].

Результати досліджень впливу додавання екстракту із залишків переробки моркви на загальну кількість цвілі та дріжджів (КУО/г) у зразках йогурту наведені в табл. 3.13.

Таблиця 3.13 - Вплив додавання екстракту із залишків переробки моркви на загальну кількість цвілі та дріжджів (КУО/г) у зразках йогурту

Зразки	Термін зберігання, дні				
	0	5	10	17	21
Контроль	$3,9 \times 10^3$	45×10^3	77×10^4	12×10^5	28×10^7
2%	20×10^3	$1,8 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$	НВ
4%	$5,0 \times 10^3$	12×10^2	7×10^2	НВ	НВ
6%	$4,1 \times 10^2$	1×10^2	НВ	НВ	НВ
8%	$1,1 \times 10^2$	НВ	НВ	НВ	НВ

НВ – не визначено

Дані, наведені в таблиці 3.13, показали, що кількість КУО збільшувалася протягом всього періоду зберігання контрольних зразків йогурту. Додавання екстракту із залишків переробки моркви призвело до зменшення даного показника, яке пропорційне збільшенню доданого екстракту, і їх відсутності в зразках йогурту з 8% екстракту. Отримані результати також можуть бути пояснені тим, що морква вважається антибактеріальним засобом проти патогенних мікроорганізмів. Пригнічення росту цвілі та дріжджів в зразках йогурту з екстрактом з залишків переробки моркви може бути пов'язане з дією ізокумарину, який природно присутній у моркві [71].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Аналіз апріорної інформації щодо удосконалення технології йогуртів використанням екстрактів із залишків переробки моркви є актуальною та спрямованою на розробку екологічно чистих продуктів функціонального призначення.

Доведено, що в якості джерела біологічно активних речовин для збагачення йогуртів доцільно використовувати

морквяні вичавки, відходи після механічної очистки морки та листя, як результат виробничої діяльності на овочепереробних підприємствах АПК та підприємствах з виробництва морквяного соку. Доведено, що використання інноваційних технологій екстрагування, таких, як екстрагування субкритичною водою, дозволить суттєво підвищити ефективність процесу та отримати екстракти з високими поживними властивостями та визначено раціональні значення технологічних параметрів екстрагування: температура – 170 0C; тривалість екстрагування – 25 хвилин, тиск – 6 МПа, розмір фракції сировини $2\pm 0,2$ мм, та гідромодуль – 1 : 15, які забезпечили максимальний вихід біологічно активних речовин – 26 мг/г сухої сировини.

При оцінюванні органолептичних властивостей контрольного та розроблених зразків йогурту (додавання 2, 4, 6 та 8 % сухого екстракту) за такими показниками, як смак, запах, консистенція, колір і загальне прийняття було використано метод Дельфі.

Доведено, що додавання 6% екстракту із залишків переробки моркви в йогурт виявилось найкращою концентрацією, оскільки дані зразки протягом всього терміну зберігання (21 доба) отримала найвищі оцінки.

Підвищення значення кислотності контрольного зразка відбувалося практично протягом всього терміну зберігання, але для зразків з доданим екстрактом підвищення кислотності відбувається на протязі перших 15 діб, і надалі значення цього показника зменшувалося. Зберігання всіх досліджених зразків супроводжувалося збільшенням кислотності і нижчий рН. Це було

більш вираженим при додаванні 8% екстракту. Аналогічно, значення рН поступово зменшується протягом перших 15 діб зберігання і для контрольного зразка надалі стабілізується.

Додавання екстракту з залишків переробки моркви підвищує значення показника напруження зсуву пропорційно до кількості доданого екстракту. При зберіганні значення даного показника монотонно збільшується, але, якщо у контрольному зразку це збільшення становило 27,5% то у йогурті з 8% екстракту з залишків переробки моркви це збільшення становило 22% (через 21 добу зберігання).

Дослідження ефективної в'язкості зразків йогурту привело до висновків, що зміни даного показника зразків йогурту носять не монотонний характер. Якщо при зберіганні контрольного зразка ефективну в'язкість монотонно зменшується з 708 Па×с до 622 Па×с (на 12%), то у йогурті з 2% екстракту даний показник на протязі перших 6 діб практично не змінюється, і далі його зменшення становить 10%. У йогуртах з 4%, 6% та 8% у перші 6 діб спостерігається збільшення даного показника на 4%, 6% та 5,7% відповідно, та у подальшому зберіганні спостерігається суттєве зменшення показника на 13,3%, 12,1% та 13,3% відповідно. В цілому, додавання 6 та 8 % екстракту із залишків переробки моркви, суттєво покращує ефективну в'язкість йогурту протягом всього терміну зберігання.

Мікробіологічний аналіз показав ріст *L. bulgaricus* і *S. thermophilus* як у контрольному, так і в зразках йогурту з екстрактом із залишків переробки моркви протягом трьох тижнів холодного зберігання починаючи з першої доби. Середня загальна кількість обох штамів молочнокислих бактерій показала приблизно однакову поведінку у всіх досліджуваних зразках контрольного й розроблених зразків йогурту. Не було суттєвих відмінностей між контрольним та розробленими зразками незалежно від кількості доданого екстракту. Життєздатність *L. bulgaricus* і *S. thermophilus* залишалася високою ($> 10^5$ КУО/г) протягом 21 дня зберігання для всіх досліджуваних зразків йогурту.

Встановлено, що додавання екстракту із залишків переробки моркви не вплинуло на чисельність обох культур.

Доведено, що додавання екстракту із залишків переробки моркви позитивно впливає на мікробіологічне забруднення загальну кількість коліформ, загальну кількість цвілі та дріжджів (КУО/г). При збільшенні кількості доданого екстракту від 2 до 8% забрудненість розроблених йогуртів у порівнянні з контрольним зразком зменшується у 37-40 разів, що підтверджує інформацію про те, що морква, морквяні листя та екстракти із залишків переробки моркви вважається антибактеріальним засобом проти патогенних мікроорганізмів.

Таким чином, експериментально доведено, що екстрагування морквяних вичавок, відходів після механічної очистки морки на овочепереробних підприємствах АПК, підприємствах з виробництва морквяного соку та морквяного листя субкритичною водою дозволяє отримати екстракти з потужними антиоксидантними властивостями. Отримані результати дозволяють удосконалити технологію йогуртів з використанням екстрактів із залишків переробки моркви, що має практичне значення.

Результати роботи було представлено на II-й Міжнародній науково-практичній конференції «Промисловість та крафт для HoReCa в туризмі: досвід, проблеми, інновації», травень 2024 року, НУХТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Global Drinking Yogurt Market Insights, Forecast to 2029. https://www.marketreportsworld.com/enquiry/request-sample/25129763?utm_source=BaileiLinkedInRD&trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block (дата звернення 4 04 2024).
2. Shori, A.B.; Aljohani, G.S.; Al-zahrani, A.J.; Al-sulbi, O.S.; Baba, A.S. Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *LWT Food Sci. Technol.* 2022, 153, 112482.
3. Ilyasoğlu, H.; Yılmaz, F.; Burnaz, N.A.; Baltacı, C. Preliminary assessment of a yoghurt-like product manufactured from hazelnut slurry: Study using response surface methodology. *LWT Food Sci. Technol.* 2014, 62, 497–505.
4. Song, X.; Fu, H.; Chen, W. Effects of *Flammulina velutipes* polysaccharides on quality improvement of fermented milk and antihyperlipidemic on streptozotocin-induced mice. *J. Funct. Foods* 2021, 87, 104834.
5. Amadarshanie, D.B.T.; Gunathilaka, T.L.; Silva, R.M.; Navaratne, S.B.; Peiris, L.D.C. Functional and antiglycation properties of cow milk set yogurt enriched with *Nyctanthes arbor-tristis* L. flower extract. *LWT Food Sci. Technol.* 2022, 154, 112910.
6. Pereira, C.T.M.; Pereira, D.M.; de Medeiros, A.C.; Hiramatsu, E.Y.; Ventura, M.B.; Bolini, H.M.A. Skyr yogurt with mango pulp, fructooligosaccharide and natural sweeteners: Physical aspects and drivers of liking. *LWT Food Sci. Technol.* 2021, 150, 112054.
7. Xiong, Y.; Zhang, P.; Warner, R.D.; Shen, S.; Fang, Z. Cereal grain-based functional beverages: From cereal grain bioactive phytochemicals to beverage processing technologies, health benefits and product features. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020, 62, 2404–2431.
8. Hasani, S.; Khodadadi, I.; Heshmati, A. Viability of *Lactobacillus acidophilus* in rice bran-enriched stirred yoghurt and the physicochemical and

sensory characteristics of product during refrigerated storage. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2016, 51, 2485–2492.

9. Batista, A.L.D.; Silva, R.; Cappato, L.P.; Ferreira, M.V.S.; Nascimento, K.O.; Schmiele, M.; Esmerino, E.A.; Balthazar, C.F.; Silva, H.L.A.; Moraes, J.; et al. Developing a synbiotic fermented milk using probiotic bacteria and organic green banana flour. *J. Funct. Foods* 2017, 38, 242–250.

10. Do Espírito Santo, A.P.; Cartolano, N.S.; Silva, T.F.; Soares, F.A.S.M.; Gioielli, L.A.; Perego, P.; Converti, A.; Oliveira, M.N. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *Int. J. Food Microbiol.* 2012, 154, 135–144.

11. Do Espírito Santo, A.P.; Perego, P.; Converti, A.; Oliveira, M.N. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT Food Sci. Technol.* 2012, 47, 393–399.

12. European Union (EU). Closing the Loop—An EU Action Plan for the Circular Economy. 2015. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>. (дата звернення 4 04 2024).

13. United Nation (UN). The 17 GOALS Sustainable Development. Available online: <https://sdgs.un.org/goals>. (дата звернення 4 04 2024).

14. U.N. UNEP Food Waste Index Report 2021. Available online: <http://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>. (дата звернення 4 04 2024).

15. Pfaltzgraff, L.A.; Bruyn, M.D.; Cooper, E.C.; Budarin, V.; Clark, J.H. Food Waste Biomass: A Resource for High-Value Chemicals. *Green Chem.* 2013, 15, 307–314.

16. Teigiserova, D.A.; Hamelin, L.; Thomsen, M. Review of High-Value Food Waste and Food Residues Biorefineries with Focus on Unavoidable Wastes from Processing. *Resour. Conserv. Recycl.* 2019, 149, 413–426.

17. Soares Matos, A.R.; Pena, A.; Sendón, R.; Almeida, C.; Nieto, O.A.; Chacón, K.; Sánchez-Solís, A. By-Products of Olives, Cherries, Plums and

17. Aschemann-Witzel, J.; Stangherlin, I.D.C. Upcycled By-Product Use in Agri-Food Systems from a Consumer Perspective: A Review of What We Know, and What Is Missing. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 2021, 168, 120749.
18. Donner, M.; Verniquet, A.; Broeze, J.; Kayser, K.; De Vries, H. Critical Success and Risk Factors for Circular Business Models Valorising Agricultural Waste and By-Products. *Resour. Conserv. Recycl.* 2021, 165, 105236.
19. Parlar, M.; Sharafali, M.; Goh, M. Optimal Control and Cooperative Game Theory Based Analysis of a By-Product Synergy System. *J. Clean. Prod.* 2019, 233, 731–742.
20. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Global Food Losses and Food Waste. Available online: <https://www.fao.org/3/mb060e/mb060e00.htm>. (дата звернення 4.04.2024).
21. Baiano, A. Recovery of Biomolecules from Food Wastes—A Review. *Molecules* 2014, 19, 14821–14842.
22. Ishangulyyev, R.; Kim, S.; Lee, S.H. Understanding Food Loss and Waste—Why Are We Losing and Wasting Food? *Foods* 2019, 8, 297.
23. do Carmo Stangherlin, I.; Duarte Ribeiro, J.L.; Barcellos, M. Consumer Behaviour towards Suboptimal Food Products: A Strategy for Food Waste Reduction. *Br. Food J.* 2019, 121, 2396–2412.
24. Bordiga, M.; Travaglia, F.; Locatelli, M.; Arlorio, M.; Coisson, J.D. Spent Grape Pomace as a Still Potential By-Product. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2015, 50, 2022–2031.
25. Locatelli, M.; Travaglia, F.; Coisson, J.D.; Martelli, A.; Stévinny, C.; Arlorio, M. Total Antioxidant Activity of Hazelnut Skin (Nocciola Piemonte PGI): Impact of Different Roasting Conditions. *Food Chem.* 2010, 119, 1647–1655.
26. Iqbal, A.; Schulz, P.; Rizvi, S.S.H. Valorization of Bioactive Compounds in Fruit Pomace from Agro-Fruit Industries: Present Insights and Future Challenges. *Food Biosci.* 2021, 44, 101384.
27. Soares Mateus, A.R.; Pena, A.; Sendón, R.; Almeida, C.; Nieto, G.A.; Khwaldia, K.; Sanches Silva, A. By-Products of Dates, Cherries, Plums and

35. Дорохіна, М. О., Капліна Т. В. Технологія продукції харчування у таблицях і схемах : навч. посіб. К. : Кондор, 2010. 280 с.
36. Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J.-P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 3954–3962.
37. Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 37(2), 153–161.
38. Warman, P. R., & Havard, K. (1997). Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 61(2), 155–162.
39. Almeida, V. V. d., Bonafé, E. G., Muniz, E. C., Matsushita, M., Souza, N. E. D., & Visentainer, J. V. (2009). Optimization of the carrot leaf dehydration aiming at the preservation of omega-3 fatty acids. *Química Nova*, 32(5), 1334–1337.
40. Bowman, M. J., & Simon, P. W. (2013). Quantification of the relative abundance of plastome to nuclear genome in leaf and root tissues of carrot (*Daucus carota* L.) using quantitative PCR. *Plant Molecular Biology Reporter*, 31(4), 1040–1047.
41. Leite, C. W., Boroski, M., Boeing, J. S., Aguiar, A. C., França, P. B., Souza, N. E. D., & Visentainer, J. (2011). Chemical characterization of leaves of organically grown carrot *Daucus carota* L. in various stages of development for use as food. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(3), 735–738.
42. Díaz-García, M. C., Castellar, M. R., Obón, J. M., Obón, C., Alcaraz, F., & Rivera, D. (2015). Production of an anthocyanin-rich food colourant from *Thymus moroderi* and its application in foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1283–1293.
43. Xiao, J., Zhao, Y., Wang, H., Yuan, Y., Yang, F., Zhang, C., & Yamamoto, K. (2011). Noncovalent interaction of dietary polyphenols with common human plasma proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(19), 10747–10754.

44. Sun, J., Liu, J., & Wang, Z. (2015). Application of tea polyphenols to edible oil as antioxidant by W/O microemulsion. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 36(11), 1539–1547.
145. Scalbert, A., & Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of Nutrition*, 130(8), 2073S–2085S.
46. Peng, B., & Yan, W. (2009). Solubility of luteolin in ethanol+ water mixed solvents at different temperatures. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 55(1), 583–585.
47. Chen, D., Bi, A., Dong, X., Jiang, Y., Rui, B., Liu, J., Yin, Z., & Luo, L. (2014). Luteolin exhibits anti-inflammatory effects by blocking the activity of heat shock protein 90 in macrophages. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 443(1), 326–332.
48. Roy, S., Mallick, S., Chakraborty, T., Ghosh, N., Singh, A. K., Manna, S., & Majumdar, S. (2015). Synthesis, characterisation and antioxidant activity of luteolin–vanadium (II) complex. *Food Chemistry*, 173, 1172–1178.
49. Wang, Q., & Xie, M. (2010). Antibacterial activity and mechanism of luteolin on *Staphylococcus aureus*. *Acta Microbiologica Sinica*, 50(9), 1180–1184.
50. Sawmiller, D., Li, S., Shahaduzzaman, M., Smith, A. J., Obregon, D., Giunta, B., Borlongan, C., Sandberg, P. R., & Tan, J. (2014). Luteolin reduces Alzheimer's disease pathologies induced by traumatic brain injury. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(1), 895–904.
51. Сукманов В.О., Українець А.І., Зав'ялов В.Л., Маринін А.І., Соловей Л.В. Субкритична екстракція біологічно активних речовин із виноградних вичавок. Київ НУХТ 2019. С. 467.
52. Lang, Q., Wai, C.M., 2001. Supercritical fluid extraction in herbal and natural product studies—a practical review. *Talanta* 53 (4), 771–782.
53. Meireles, A., Angela, M., 2003. Supercritical extraction from solid: process design data (2001–2003). *Current Opinion in Solid State and Materials Science* 7 (4–5), 321–330.

54. Babbar, N., Oberoi, H. S., Uppal, D. S., & Patil, R. T. (2011). Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Research International*, 44(1), 391–396.
55. Rababah, T. M., Hettiarachchy, N. S., & Horax, R. (2004). Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and tert-butylhydroquinone. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16), 5183–5186.
56. Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, Y. S. (2006). Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, 99(4), 835–841.
57. Vergara-Salinas, J. R., Pérez-Jiménez, J., Torres, J. L., Agosin, E., & Pérez-Correa, J. R. (2012). Effects of temperature and time on polyphenolic content and antioxidant activity in the pressurized hot water extraction of deodorized thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(44), 10920–10929.
58. Carr, A. G., Mammucari, R., & Foster, N. (2011). A review of subcritical water as a solvent and its utilisation for the processing of hydrophobic organic compounds. *Chemical Engineering Journal*, 172(1), 1–17.
59. Anekpankul, T., Goto, M., Sasaki, M., Pavasant, P., & Shotipruk, A. (2007). Extraction of anti-cancer damnacanthol from roots of *Morinda citrifolia* by subcritical water. *Separation and Purification Technology*, 55(3), 343–349.
60. Teo, C. C., Tan, S. N., Yong, J. W. II., Hew, C. S., & Ong, E. S. (2010). Pressurized hot water extraction (PHWE). *Journal of Chromatography A*, 1217(16), 2484–2494.
61. Chainukool, S., Goto, M., Hannongbua, S., & Shotipruk, A. (2014). Subcritical water extraction of resveratrol from barks of *Shorea roxburghii* G. Don. *Separation Science and Technology*, 49(13), 2073–2078.

62. Su, Z., & Howard, L. R. (2005). Subcritical water and sulfured water extraction of anthocyanins and other phenolics from dried red grape skin. *Journal of Food Science*, 70(4).
63. Ko, M.-J., Cheigh, C.-I., Cho, S.-W., & Chung, M.-S. (2011). Subcritical water extraction of flavonol quercetin from onion skin. *Journal of Food Engineering*, 102(4), 327–333.
64. He, L., Zhang, X., Xu, H., Xu, C., Yuan, F., Knez, Ž., Novak, Z., & Gao, Y. (2012). Subcritical water extraction of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) seed residues and investigation into their antioxidant activities with HPLC–ABTS+ assay. *Food and Bioprocess Processing*, 90(2), 215–223.
65. Pang, P., Liu, Y., Zhang, Y., Gao, Y., & Hu, Q. (2014). Electrochemical determination of luteolin in peanut hulls using graphene and hydroxyapatite nanocomposite modified electrode. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 194, 397–403.
66. Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2000. – 171 с.
67. Galal, E.A., A. Mahmoud, A. EL-Fakhany and A. Moawad, 2003. Effect of adding carrot puree on organoleptic, chemical and microbiological quality of UF soft cheese. Proc. The 1st International Conf. "Food for Better Health" NRC, 18-20 October (2003), Cairo, Egypt.
68. Venizelou, M., C. Kehagias, A. Samona and S. Koulouris, 2000. Survival of yoghurt characteristic microorganisms in fruit yoghurt prepared under various conditions. *Food Biotec.*, 44: 169-190.
69. Babic, I., C. Nuyen, M. Amiot and S. Aubert, 1994. Antimicrobial activity of shredded carrot extracts on food -borne bacteria and yeast. *J. Appl. Bacteriol.*, 76: 135-141.
70. Nyati, H., 2000. Method for production of yoghurt with vegetable pastes. *J. Food Biotechnol.*, 11: 471-476.
71. Höhn, E. and U. Künsch, 2003. Carrot flavour - acceptance, sweetness and bitterness. *Agrarforschung*, 10: 144-149.