

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)
Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Технологічні аспекти,
фізико-хімічні і органолептичні показники
хліба Козацького збагаченого йодом і селеном**

Виконав: студент _____ 6 _____ курсу, групи МХм-61
спеціальності _____ 181- Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

	_____	Байда Н.І.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	Покотило О.С.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	Лісовська Т.О.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	Покотило О.С.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2021

Факультет _____ Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)
« »
Покотило О.С.
(прізвище та ініціали)
2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____ 181 – Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ **Байда Наталія Ігорівна**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ **Технологічні аспекти,
фізико-хімічні і органолептичні показники
хліба Козацького, збагаченого йодом і селеном**

Керівник роботи **Покотило Олег Степанович, д.б.н., професор**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » 09 2021 року № 4/7-804

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані

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

– проаналізувати хімічний склад, харчову і біологічну цінність та застосування «Йодіс-концентрату+Se» як джерела біологічно активного йоду і селену;

– обґрунтувати вибір «Йодіс-концентрату+Se» у технології виробництва хліба Козацького, збагаченого йодом і селеном;

– розробити експериментальні зразки для виробництва хліба Козацького, збагаченого йодом і селеном

– провести фізико-хімічну оцінку тіста приготовленого для хліба Козацького, збагаченого йодом і селеном

– провести органолептичну оцінку експериментальних зразків хліба Козацького

збагаченого йодом і селеном.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) таблиці, графіки, схеми, діаграми

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних			
Ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи		
2.	Складання схеми досліджень	21.06.21 р. – 25.06.21 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	29.06.21 р. – 05.07.21 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	06.07.21 р. – 27.07.21 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.21 р. – 24.09.21 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	27.09.21 р. – 01.10.21 р.	
7.	Закінчення написання розділів	04.10.21 р. – 29.11.21 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	03.12.21 р.	

Студент

(підпис)

Байда Н.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Покотило О.С.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Харчові продукти з йодом і селеном – перспективний напрям оздоровчого харчування	11
1.2	Глобальний йодний цикл і споживання йоду	14
1.3	Значення йоду для людини	17
1.4	Йододефіцитні стани	18
1.5	Селен і його значення для організму	21
1.6.	Дефіцит селену	22
1.7	Харчові форми селену	25
1.8	Розподіл селену в організмі	26
1.9	Підсумки з огляду літературних джерел	27
2	Матеріали і методи досліджень	29
2.1	Технологія виготовлення хліба «Козацького», збагаченого йодом і селеном	29
2.2	Обґрунтування схеми досліджень	29
2.3	Методики дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників	34
3.1	Результати дослідження та їх обговорення	37
3.2	Технологічна схема виробництва хліба «Козацького» збагаченого йодом	37
3.3	Дослідження амінокислотного складу борошна	40
3.4	Дослідження вмісту поживних речовин у борошні	42
3.5	Дослідження мінерального складу борошна	42

3.6	Розроблення експериментальних зразків хліба «Козацького»	44
3.7	Фізико-хімічна оцінка тіста приготовленого за різного співвідношення «Йодіс-концентрату», йоду і селену	45
3.8.	Органолептичні показники хліба «Козацького» з йодом і селеном	47
3.9	Вологість мякуша експериментальних зразків хліба із додаванням «Йодіс-концентрату»	49
3.10	Кислотність мякуша експериментальних зразків хліба з різним вмістом «Йодіс-концентрату»	52
	Висновки і пропозиції виробництву	54
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	56
4.1	Загальні правила охорони праці на хлібопекарнях	56
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	60
	Список літератури	63
	Додатки	70

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 74 с., 8 рис., 6 табл., 60 джерел.

ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБА, ЙОД, СЕЛЕН, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ХЛІБА, ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ

Об'єкт дослідження: обґрунтування вибору джерела йоду і селену, технологія хліба Козацького, органолептичні властивості хліба Козацького з додаванням йоду і селену.

Мета роботи – обґрунтувати оптимальний вміст йоду і селену у технології виробництва хліба Козацького.

Методи дослідження: аналітичні, органолептичні, фізико-хімічні, статистичні.

Розроблено експериментальні зразки хліба на основі «Козацький» з різним вмістом йоду та селену при використанні їх джерела «Йодіс-концентрату». Йод у досліджувані зразки (№№2-6) додавали від 1 мл (40 мкг) до 9 мл (360 мкг) на кг борошна в процесі виготовлення хліба. Селен додавався одночасно з йодом у досліджувані зразки (№№2-6) додавався від 1 мл (15 мкг) до 9 мл (135 мкг) на кг борошна перед процесом перемішування борошна в принциповій технологічній схемі виготовлення хліба. Додавання йоду і селену в кількості 1-3-5 мл на кг борошна не впливало на органолептичні показники хліба. Встановлено амінокислотний склад пшенично-житнього борошна, його мікроелементний склад, визначено вміст білків, жирів і вуглеводів. Встановлено обернену кореляцію між вмістом «Йодіс-концентрату» у досліджуваних зразках у тісті із процесами кислотності, яка поступово знижуються. Збільшення частки «Йодіс-концентрату» у досліджуваних зразках у тісті провокує небажане сповільнення процесу бродіння тіста. Рекомендовано для йодування і селенування хліба «Козацького» використовувати «Йодіс-концентрат», як джерело біологічно активного йоду та селену в кількості від 1 до 3 мл на кг борошна в технології виготовлення хліба.

Вступ

Актуальність теми. У понад 75 країнах світу діють програми обов'язкового збагачення пшеничного борошна мікроелементами. Це обгрунтовані дії, які виходять із того, що хліб і хлібо-булочні вироби є найчастіше вживаними харчовими продуктами, а також вони є економічно доступними. Слід відмітити і їх традиційність вживання. При цьому країнах з низьким ВВП високий рівень споживання хліба і водночас у них насторожуюча статистика по захворюваннях, які пов'язані із аліментарним дефіцитом йоду і селену. На сьогодні достовірно відомо, що дефіцит йоду дуже часто іде в парі із дефіцитом селену в раціоні. Тому ліквідація лише одного, ніби головного дефіцити – йоду не зробить комплексних змін у суспільстві з проводу профілактики і ліквідації йододефіцитних станів. Оскільки селен це – обов'язковий елемент для метаболічних перетворень гормонів щитоподібної залози – Т3 і Т4, тому він повинен надходити у достатній кількості з продуктами харчування.

Важливим аспектом в процесі приготування хліба і хлібобулочних виробів, збагачених йодом і селеном, є стан фізико-хімічних показників, органолептичних. Також важливо правильно розрахувати дозу йоду і селену, яка вноситься в технологічний процес виготовлення хліба. Не менш важливим є визначення форми вказаних елементів слід застосовувати для йодування та селенування хліба. В цьому плані досить ефективно в останні роки використовується саме українська розробка – сировина для збагачення йодом та селеном харчових продуктів під назвою «Йодіс-концентрат». В даному продукті йод і селен є вже біологічно активними, добре засвоюються організмом і встановлений їх позитивний вплив при ряді патологічних станів.

Отже, проведення експериментальних досліджень і обгрунтування доцільності додавання йоду і селену разом в технологічний процес приготування хліба залишається актуальним і не вирішеним питанням, яке лягло в основу виконання даної кваліфікаційної роботи.

– **Мета і завдання досліджень.** Мета роботи – обґрунтувати доцільність, безпечність і додозалежний ефект при додаванні біологічно активного йоду і селену у технології виробництва хліба «Козацького» збагаченого «Йодіс-концентратом».

Для виконання поставленої мети визначені такі завдання:

- обґрунтування вибору «Йодіс-концентрату» у технології виробництва пшенично-житнього хліба збагаченого йодом і селеном;
- розроблення дослідних зразків для виробництва пшенично-житнього хліба збагаченого йодом і селеном;
- фізико-хімічна оцінка тіста приготовленого пшенично-житнього хліба збагаченого йодом і селеном з різним вмістом «Йодіс-концентрату»;
- характеристика і органолептична оцінка експериментальних зразків хліба приготовленого пшенично-житнього хліба збагаченого йодом і селеном;
- Об'єкт дослідження – обґрунтування вибору доз «Йодіс-концентрату», технологія пшенично-житнього хліба, збагаченого йодом і селеном.
- Предмет дослідження – показники біологічної і харчової цінності хліба, технологія хліба «Козацького» та його органолептичні і фізико-хімічні показники.
- Використані методи досліджень: фізико-хімічні, органолептичні, аналітичні та статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено рецептурний склад і експериментальні зразки хліба на основі «Козацький» з різним вмістом йоду та селену при використанні їх джерела «Йодіс-концентрату». Йод у досліджувані зразки (№№2-6) додавався від 1 мл (40 мкг) до 9 мл (360 мкг) на кг борошна перед процесом перемішування борошна в принциповій

технологічній схемі виготовлення хліба. Селен додавався одночасно з йодом у досліджувані зразки (№№2-6) додавався від 1 мл (15 мкг) до 9 мл (135 мкг) на кг борошна перед процесом перемішування борошна в принциповій технологічній схемі виготовлення хліба. Додавання йоду і селену в кількості 1-3-5 мл на кг борошна не впливало на органолептичні характеристики вже приготовленого хліба. Встановлено амінокислотний склад пшенично-житнього борошна, його мікроелементний склад і визначено вміст білків, жирів і вуглеводів. Встановлено обернену кореляцію між збільшенням кількості «Йодіс-концентрату», а відповідно і йоду та селену у досліджуваних зразках у тісті із процесами градуса кислотності, яка поступово знижуються, порівнюючи з контрольним зразком тіста. Збільшення частки «Йодіс-концентрату», а відповідно і йоду та селену у досліджуваних зразках у тісті провокує небажане сповільнення процесу бродіння тіста.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених експериментальних досліджень рекомендовано для йодування і селенування хліба «Козацького» використовувати «Йодіс-концентрат», як джерело біологічно активного йоду та селену в кількості від 1 до 3 мл на кг борошна в технології виготовлення хліба.

Особистий внесок здобувача. Полягає в опрацюванні літературних джерел з обраної тематики, складанні плану проведення експериментальних досліджень, виборі методів і методик досліджень пшеничного, лляного борошна і готових виробів, виконанні експериментальної частини роботи, проведенні статистичної обробки отриманих даних, написанні кваліфікаційної роботи та підготовки її до захисту.

Апробація результатів. Виступ на міжнародній науковій конференції X міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, 24–25 листоп. 2021. - Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя.

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах:

Н.І. Байда., О.С. Покотило. Вплив йоду і селену на окремі показники в технологічному процесі приготування хліба // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей X міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 24–25 листоп. 2021.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. Т. 2. – 152. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Робота містить наступні розділи: вступ, основну частину (огляд літератури, матеріали і методи досліджень, експериментальні дослідження, інженерно-графічні рисунки), висновки та пропозицій виробництву, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, список літератури, додатки. Кваліфікаційна робота написана на 73 сторінках і містить 6 таблиць, 8 рисунків. Перелік літератури нараховує 60 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Харчові продукти з йодом і селеном – перспективний напрям оздоровчого харчування

Створення синтетичних і хімічно модифікованих продуктів, зниження частки натуральних продуктів у раціоні людей, психологічний та емоційний стрес, погіршення навколишнього середовища призвели до різкого зростання захворюваності [1]. Для підвищення опірності організму людини необхідно створювати дієтичні та оздоровчі продукти та раціони [2]. Особливу увагу слід звернути на дефіцит мікроелементів: вони є найважливішими каталізаторами біохімічних процесів, беруть участь у синтезі та метаболізмі гормонів. Зокрема, це стосується йоду, недолік якого може призвести до патологій щитовидної залози. Майже 40% українців і 35% людей по всій Європі страждають на захворювання щитовидної залози [3]. За даними експертів ВООЗ і ЮНІСЕФ, більше мільярда людей на Землі піддаються ризику розвитку йододефіцитних захворювань. Це стало причиною того, що заходи, спрямовані на профілактику й боротьбу з йододефіцитними захворюваннями, були включені до пріоритетних міжнародних програм [4].

Мікроелементи необхідні для підтримки здоров'я людини, і хоча вони необхідні лише в слідових кількостях, недоліки, як повідомляється, зачіпають 3 мільярди людей у всьому світі. Одним з таких мікроелементів є селен. Недостатнє дієтичне споживання Se впливає на 1 з 7 осіб, а також, як відомо, негативно впливає на здоров'я худоби. Оскільки дієтичне споживання Se багато в чому залежить від вмісту Se в ґрунті та біодоступності сільськогосподарських культур, розуміння механізмів, що стимулюють концентрацію ґрунту та прогнозування глобальних розподілів, може допомогти запобігти дефіциту Se. Однак глобальні концентрації ґрунту Se і фактори, що впливають на розподіл Se, в значній мірі невідомі. Крім ґрунтів, Se присутній у всіх інших екологічних відсіках, тобто літосфері, гідросфері,

біосфері та атмосфері, які відіграють роль у глобальному біогеохімічному велоспорті та розподілі Se.

Інгредієнт, який часто використовуваним у кулінарії слов'янськими народами є борошно. Цей інгредієнт дуже затребуваний споживачами, оскільки з нього можна виготовляти хлібобулочні вироби, м'ясні та рибні страви. Борошно, отримане з пшениці, жита, ячменю, містить глютен. Ця речовина сприяє розвитку атрофії слизової оболонки тонкої кишки у людей з непереносимістю глютену. В Україні близько 400 тисяч людей з цим захворюванням. Відповідно до вимог Кодексу Аліментаріус ВООЗ, безглютеновими продуктами для спеціального дієтичного харчування є продукти, що містять не більше 20 мкг/г глютену [5].

У 75 країнах світу діють програми обов'язкового збагачення пшеничного борошна мікроелементами [11]. Борошно бобове збагачене (збагачене) майже в третині країн світу [12]. Управління з контролю якості харчових продуктів і медикаментів США (FDA) запровадило обов'язкове збагачення борошна з бобових. Наступними країнами, які почали збагачувати борошно, були Канада та Чилі. Сьогодні кількість країн, які пройшли цей курс, стрімко зростає [13]. У 2014–2019 рр. у Рівненській, Хмельницькій та Волинській областях України зареєстровано 2399 хворих на ендемічний зоб. Медики пояснюють це нестачею йоду [14]. Стандартна потреба в йоді становить 150 мкг на 24 години [15]. 14 січня 2013 року МОЗ України видало наказ № 15, яким затверджено Методичні рекомендації лікарям загальної практики та сімейним терапевтам щодо консультування пацієнтів щодо основних засад здорового харчування. У документі зазначено йод як життєво важливий мікроелемент для профілактики та лікування ендокринних та гормональних захворювань. Достатнє споживання мікроелементів необхідне для запобігання інтелектуальної недостатності у недоношених дітей, безпліддя, вад фізичного та інтелектуального розвитку, глухонімоти, неврологічний кретинізм, погіршення зору та такі захворювання, як вузловий зоб і рак щитовидної залози [16]. Щоб поповнити організм людини

мікроелементами, їх можна постачати в двох формах: мінеральній (не зв'язана з органічною молекулою) та органічній (хімічно зв'язана з будь-яким органічна сполука, як цукор або амінокислота) [17]. При вживанні їжі важливо використовувати органічні носії йоду. Вони більш термостійкі і не вступають в реакцію з хімічними сполуками всередині організму, тому не змінюйте і не руйнуйте їх. Таким чином, немає можливості передозування та інтоксикації. Депутати Верховної Ради мають намір зобов'язати виробників борошна додавати в свою продукцію вітаміни та мінерали. Про це йдеться в зареєстрованому в Раді законопроекті №9117 [18].

Існують наукові роботи з розробки технології збагачення соєвого борошна йодом [19], яка передбачає пророщування насіння сої сорту Київська 98 у водному екстракті ламінарії, їх гідромеханічну обробку, подрібнення на частинки розміром від 280-850 мкг та сушіння. Запропонований спосіб дозволяє отримати продукт з високими споживчими властивостями та підвищеною харчовою цінністю. Однак дослідження досліджували лише згаданий сорт, що не дозволяє визначити найбільш перспективні сорти бобових для збагачення мікроелементами. Вміст йоду також точно не визначено, лише визначено діапазон значень. Існує ще один метод збагачення соєвого борошна [20]. За цим методом на першому етапі приготування сольового розчину харчову морську сіль розчиняють у дистильованій воді ($t=22-24^{\circ}\text{C}$) у пропорції 2:98. Отриманий 2% розчин використовують для пророщування сої. На другому етапі соєві боби перебирають, промивають, кладуть в ємність, заливають сольовим розчином і залишають пророщуватися в темному місці при $20-24^{\circ}\text{C}$ до утворення паростків довжиною 1–2 мм. Пророщені соєві боби поміщають на сита і сушать при $65-70^{\circ}\text{C}$ в духовці протягом 12–14 годин до вологості 14%. Висушені соєві боби подрібнюють в борошно і просівають через сито 1 мм. Згідно з дослідженням, борошно, вироблене за цією технологією, містить більше макро- та мікроелементів, ніж контрольний зразок. Однак дослідники не встановили, як хімічний склад насіння, а саме вміст білка, вплинув на

рівень накопичення мікроелементів. Усі ці технологічні підходи, які їх винахідники використовують для розробки технологій збагаченого йодом соєвого борошна, мають ряд недоліків: мікроелементи приблизно кількісно; вивчається лише один сорт; вміст поживних речовин у збагаченому насінні не визначено, розподіл йоду не враховано (не визначено, яка частина насіння накопичує максимум йоду)

1.2. Глобальний йодний цикл і споживання йоду

Йодом цикл на Землі включає в себе безліч різних геологічних і біологічних стадій. Найпоширеніші форми йоду зустрічаються в океані як йодат, йодид та елементарний йод. На опади океану припадає 68% йоду в природному середовищі, тоді як осадові породи складаються з 27,7%. Відносні концентрації чи відсотки йоду в навколишньому середовищі коливаються і залежать від ряду факторів. Осадові породи і магматичні породи мають більшу концентрацію йоду в порівнянні з метаморфічними породами. Вилуговування йоду з осадових порід є високим, і дослідники припускають, що йод може втрачатися з проміжних просторів в осадах [23, 31].

Йод є важливим компонентом гормонів щитовидної залози тироксину і трийодтироніну, які регулюють метаболізм протягом усього життя та впливають на фізичний і когнітивний розвиток плода та дитини. Австралія та Нова Зеландія мають загальний набір рекомендацій щодо споживання йоду поживних речовин. Обов'язкове збагачення хліба йодом було введено в Австралії та Новій Зеландії у 2009 році. Усю сіль, яка використовується у хлібопеченні, потрібно йодувати до 25–65 мг/кг солі, за винятком хліба, представленого як органічний. Тому хліб розглядається як додатковий харчовий засіб для насичення організму йодом та вирішує проблеми, які пов'язані з його дефіцитом. Хліб був обраний доступним засобом харчування, оскільки він широко споживається населенням. Крім того,

збагачення хліба йодом є ефективним і безпечним, технологічно можливим, має мінімальний вплив на торгівлю, і відповідає урядовій політиці та інструкціям. В Австралії та Новій Зеландії очікувалося, що використання йодованої солі у хлібі призведе до такого ж покращення споживання йоду, як і для використання йодованої солі у всіх оброблених солоних продуктах, за умови, що концентрації йоду будуть відповідно відкориговані. Обов'язкове збагачення йодом не могло забезпечити достатню кількість йоду, щоб повністю задовольнити підвищені потреби вагітних і годуючих жінок у йоді. Також встановлено, що велика кількість дітей молодшого віку перевищувала їхній верхній рівень потреби йоду через надмірне споживання йодованого хліба [14, 19, 29].

Хліб і продукти на основі борошна є важливою частиною раціону для мільйонів людей у всьому світі. Їх складна природа забезпечує енергію, білок, мінерали та багато інших макро- і мікроелементів. Однак слід враховувати три основні аспекти, пов'язані з борошном і хлібом. По-перше, не всі культури споживають хліб із пшеничного борошна. Існують буквально десятки видів борошна, кожен з яких має своє особливе походження, культурну роль і поживний вміст. По-друге, не вся борошно використовується для приготування квасного хліба в традиційній (тобто західній) формі хліба. Існує багато різних способів використання борошна у виробництві основних харчових продуктів. По-третє, борошно та хліб є добрим засобом для збагачення йодом та іншими елементами та субстратами [23, 26, 36, 41].

Споживання йоду традиційно було досить високим в Ісландії, здебільшого внаслідок надзвичайно високого споживання. Риба та морепродукти багаті йодом, а звичайні види, що споживаються в Ісландії, містять в середньому 180 мкг йоду/100г. Молоко та молочні продукти також роблять значний внесок у споживання йоду, оскільки ці продукти традиційно вживані і можуть бути надзвичайно багаті йодом при зміні технології, та і споживання молока та молочних продуктів є досить високим. Відомо, що в

Ісландії середня добова кількість молока та риби вносила близько 570 кг йоду в 1939 році, що близько до верхньої безпечної межі споживання йоду (600 мкг/добу), запропонований Науковим комітетом з харчових продуктів. Таке високе споживання йоду вплинуло як на розмір, так і на функцію щитовидної залози, і повідомлялося, що щитовидна залоза в ісландського населення була дуже маленькою, порівняно із загальноприйнятим нормальним розміром в інших країнах. Однак очевидних наслідків для здоров'я такого високого споживання йоду не спостерігалось [12, 30, 37, 45].

На даний момент споживання йоду різко скоротилося до в середньому 167 мкг \pm 152 відповідно до останнього національного опитування в 2010/2011 роках. Молоді жінки мають найнижче споживання, оскільки вони споживають менше риби, ніж інші вікові групи, але 41% загального споживання йоду надходить з риби і 21% з молока та молочних продуктів. Нещодавнє дослідження показало, що йодний статус ісландських дівчат-підлітків все ще знаходиться в межах оптимального діапазону, визначеного Всесвітньою організацією охорони здоров'я. Застосування йодованої солі наразі не рекомендовано органами охорони здоров'я, але ця ситуація може змінитися зі зміною йодного статусу населення, і вчені та органи охорони здоров'я рекомендували контролювати йодний статус [2, 8, 15, 24, 35, 50].

Йод додають до хліба у вигляді йодованої солі. Це називається фортифікацією. Збагачення хліба йодом стало обов'язковим, наприклад у Новій Зеландії, у 2009 році. Йодовану сіль необхідно використовувати для приготування більшості хліба, за винятком, коли це органічний хліб, хліб без дріжджів, хлібні суміші.

Маркування хліба, збагаченого йодом, має свої особливості. Хліб, збагачений йодом, має бути маркований. Якщо хліб містить йодовану сіль, її необхідно включити в список інгредієнтів. Збагачення хліба йодом корисно для здоров'я. Додавання йодованої солі в хліб допомагає збільшити кількість йоду у раціоні та запобігає дефіциту йоду [3, 7, 12, 19, 26, 32, 40].

1.3. Значення йоду для людини

Очевидно, що кожний знайомий з йодом ще з уроків природознавства в школі, але насправді йод є важливим елементом, який впливає на функції мозку, а також на інші частини нашого тіла, а дефіцит йоду вважається однією з найбільших проблем зі здоров'ям, з якою люди стикаються сьогодні.

Йод є основним елементом секрету щитовидної залози на передній частині шиї і його можна зарахувати до основних потреб організму. Дефіцит йоду викликає багато розладів, які можуть вплинути на все ваше життя, особливо зоб. Деякі з цих розладів виникають в утробі матері ще до народження дитини. Згідно з дослідженнями, проведеними в Комплексному онкологічному центрі в Wake Forest Baptist Medical Center, вагітні або годуючі жінки піддаються високому ризику дефіциту йоду, оскільки організм постійно потребує йоду для розвитку дитини. Якщо не заповнити цей дефіцит, у дитини виникають проблеми з розвитком мозку [20, 28, 34, 42, 51]. Основними причинами дефіциту йоду є наступні:

- Проживання далеко від моря. Згідно з проведеними дослідженнями, більша ймовірність розвитку захворювання зобом у людей, які проживають у віддалених від моря районах. Море є досить багатим на йод.
- Вегетаріанська дієта. Відсутність або нестача білку у вегетаріанській дієті викликає недостатнє споживання йоду. Тому це призводить до неправильного функціонування щитовидної залози.
- Недостатнє споживання морепродуктів. Вживання морепродуктів є хорошим способом підвищити рівень йоду в організмі, оскільки риба є дуже багатим джерелом йоду. Вживання риби принаймні двічі на тиждень підтримує як рівень омега-кислот в організмі, так і споживання йоду.

- Червонокочанна капуста і чорна редька. У той час як червонокочанна капуста і чорна редька ростуть у багатьох країнах в достатку, ці овочі приносять багато переваг для здоров'я і не дають організму засвоювати йод. Тому вживання червонокочанної капусти і чорної редьки часто може призвести до захворювання зоба.

1.4. Йододефіцитні стани

Зоб. Організм людини має ідеальну фізіологічну систему. Якщо одна з частин цієї системи не працює належним чином, погіршення почнеться поступово і в інших частинах тіла. Погіршення роботи щитовидної залози, органу, який майже виконує роль запальника в організмі, викликає проблеми у всій системі. Щитовидна залоза, яка складається з двох частин, що оточує стравохід і трахею, виділяє тироксин, гормон щитовидної залози. Цей гормон безпосередньо впливає на ритм роботи організму. Надмірне вироблення гормонів збільшує швидкість роботи організму, тоді як повільне вироблення гормонів уповільнює її. Зростання цієї секреторної залози через інші причини, крім раку та запалення, називається хворобою зоба. Збільшення щитовидної залози також може призвести до з'єднання вузлів. Більшість спостережуваних вузлів є доброякісними. Лише 5 відсотків є зловмисними. Тому за цими вузликами необхідно ретельно стежити. При збільшенні більш ніж на 2 сантиметри можуть розвинутися артрит і деформація, і їх ніколи не можна ігнорувати. Повідомляється, що рівень захворювання на зоб у ряді Європейських країн становить близько 40 відсотків [8, 22, 36, 41].

Якщо щитовидна залоза не може забезпечити потрібну кількість йоду з їжею, вона починає збільшуватися, щоб збільшити можливість синтезувати сам гормон. Це зростання створює сильне стиснення стравоходу і трахеї і викликає утруднення дихання і ковтання. Що стосується типів зобу, симптоми та методи лікування відрізняються, що робить ранню діагностику ще більш

важливою. Найважливішим симптомом зоба є вражаюча припухлість навколо горла, трохи нижче точки, яка у чоловіків називається адамовим яблуком. При дослідженні видів зоба можна побачити, що є випадки, коли ці набряки не виникають [6, 17, 24, 38, 52].

Зоб – захворювання, яке досить легко діагностувати. Для постановки діагнозу достатньо дослідження певного рівня гормонів із аналізами крові та структури вузликів, якщо такі є, а також ультразвукового дослідження. В інших випадках серед методів, необхідних для діагностики, є сцинтиграфія та голкова біопсія. Лікарські та гормональні добавки є найпоширенішим методом лікування цього захворювання. Видалення вузлів, яке є найбільш відомим методом лікування, повністю залежить від стадії та симптомів захворювання. Симптоми раку, набряк, який впливає на зовнішній вигляд, надмірне стиснення стравоходу та трахеї, і надмірний гормональний дисбаланс є одними з основних причин, які потребують хірургічного лікування [10, 15, 21, 32].

Гіпотиреоз - це розлад, спричинений поганим функціонуванням щитовидної залози, і діагностика утруднена, оскільки симптоми можуть вказувати й на інші захворювання. Гідно з дослідженнями, проведеними в Медичному центрі Університету Раша в Чикаго, найкращий спосіб діагностики гіпотиреозу - це здати аналіз крові. Дослідження також показує, що пацієнти з гіпотиреозом також мають схожі характеристики та загальні симптоми захворювань щитовидної залози, такі як депресія, менопауза та синдром хронічної втоми. Оскільки симптоми відрізняються від людини до людини, багато людей не знають, що вони страждають на гіпотиреоз. Згідно з дослідженням, проведеним Американською асоціацією щитовидної залози (АТА), у жінок в п'ять-вісім разів частіше розвиваються захворювання щитовидної залози, ніж чоловіки [4, 7, 16, 23, 44]

Гіпертиреоз. Цей розлад виникає, коли щитовидна залоза виділяє надмірний рівень гормону тироксину, що проявляється такими симптомами, як швидка втрата ваги та підвищений апетит, часте сечовипускання, рідкісні менструації у жінок, постійна агресія, тремтіння в руках, високий пульс, надмірне потовиділення та збільшення очей. При цьому типі зоба також спостерігається набряк в горлі. Токсичний вузловий зоб включає три різні типи, а саме: збільшену щитовидну залозу, один вузол, який виділяє надлишок гормону, і багатовузлові утворення.

Проблеми під час вагітності. Дефіцит йоду – це стан, пов'язаний із викиднем, передчасними пологами, мертвонародженням та вродженими аномаліями. Тому майбутнім мамам слід вживати продукти, багаті йодом. Наявність дефіциту йоду у вагітних може призвести до розумової відсталості у немовлят, уповільнення росту, проблем мови та слуху у дітей.

Згідно з дослідженнями, проведеними в Інституті медицини, щоденне споживання йоду має бути таким:

- Дорослі: 150 мкг (мкг)
- Вагітні підлітки та жінки: 220 мкг
- Підлітки та жінки, які годують груддю: 290 мкг

Надмірне споживання йоду може викликати гіпертиреоз та різні інші захворювання. Крім того, екстремальні фізичні навантаження та нездорові харчові звички також викликають занепокоєння. Спалювання жиру за допомогою надмірних фізичних навантажень може призвести до того, що організм одночасно втратить йод. Замість важких фізичних навантажень краще зайнятися такими видами діяльності, як ходьба і плавання. Нездорова дієта також може блокувати як споживання йоду, так і поглинання йоду. З цієї причини важливо споживати продукти з високим вмістом білка, такі як авокадо, яйця, м'ясо, риба та морепродукти, а не їсти нездорову їжу. Важливо прислухатися до сигналів

нашого організму для діагностики захворювань, пов'язаних із щитовидною залозою. Якщо ви помітили хронічні симптоми або помітний набряк у горлі, вам обов'язково потрібно звернутися до лікаря.

1.5. Селен і його значення для організму

Селен є важливим мінералом для підтримки здоров'я організму. Це необхідно для багатьох процесів, таких як метаболізм гормонів щитовидної залози, синтез ДНК, розмноження, захист від інфекції. Дефіцит селену означає нестачу селену в організмі. Це може викликати ряд проблем зі здоров'ям. Кількість селену в джерелах їжі багато в чому визначається якістю ґрунту, який використовується для їх вирощування. Оподи, випаровування та рівень рН впливають на концентрацію селену в ґрунті. Це робить дефіцит селену більш поширеним у певних частинах світу. У Сполучених Штатах дефіцит селену зустрічається рідко. Досліджено, що приблизно 1 мільярд людей у всьому світі страждають від дефіциту селену. У тому ж огляді передбачається, що наслідки зміни клімату поступово знижують концентрацію селену в ґрунті в багатьох частинах світу, включаючи південний захід США [16, 38, 49].

Мікроелемент селену необхідний для здоров'я людини і необхідний у вузькому дієтичному діапазоні концентрації. Недостатнє споживання селену, за оцінками, торкнеться до 1 мільярда людей у всьому світі. Доступність дієтичного селену контролюється взаємодією між ґрунтом і рослинами, але механізми, що регулюють його великомасштабні розподіли ґрунтів, в значній мірі невідомі. Використовуючи методи інтелектуального аналізу даних, ми змоделювали недавні (1980-1999) розподіли і визначили взаємодії клімату і

грунту як основні контрольні фактори. Крім того, використовуючи помірні прогнози зміни клімату, ми передбачили майбутні (2080-2099) втрати селену ґрунту від 58% змодельованих площ (середня втрата = 8,4%). Прогнозовані втрати від орних земель були ще вищими: 66% орних земель, за прогнозами, втратять 8,7% селену. Ці втрати можуть збільшити поширеність дефіциту селену в усьому світі [13, 17, 26, 39].

Селен є особливо важливим мінералом, оскільки він підтримує функцію кількох систем. До них належать ендокринна, імунна та серцево-судинна системи. Щитовидна залоза, частина ендокринної системи, є органом з найвищою концентрацією селену на вагу тканини органу [8, 16, 27, 33].

Вчені припускають, що може бути навіть зв'язок між дефіцитом селену та деякими типами раку. Однак, щоб зробити якісь тверді висновки, потрібні додаткові дослідження. Дефіцит селену також може вплинути на когнітивні функції організму [21, 26, 37].

Дефіцит селену може викликати ряд симптомів. Найпоширенішими з них є: безпліддя у чоловіків і жінок, м'язова слабкість, втома, втрата волосся, ослаблена імунна система [31, 35, 40, 48, 53].

1.6. Дефіцит селену

Дефіцит селену пов'язаний з кардіоміопатією та застійною серцевою недостатністю в географічних районах, де споживання селену з їжею є низьким. Це було названо хворобою Кешана через географічне поширення специфічної форми дилатаційної кардіоміопатії на північному сході Китаю, при якій ґрунт має низький вміст селену. Хронічний дефіцит селену також може виникати у осіб з порушенням всмоктування та тривалого парентерального харчування з дефіцитом селену. Причиною є дефіцит

селенукардіоміопатія в результаті виснаження селен-асоційованих антиоксидантних ферментів; селеноферменти, які захищають клітинні мембрани від пошкодження вільними радикалами. Кардіоміопатія проявляється підступним початком застійної серцевої недостатності або ускладненням раптової смерті або тромбоемболічними явищами. У серці спостерігається збільшення двошлуночків, а гістологічно — набряк, набряк мітохондрій, смуги гіперконтракції, поширений міоцитоліз та великий фіброз [24, 34, 44, 49, 53].

Дефіцит селену та заліза може порушити метаболізм йоду/щитоподібної залози. Дефіцит йоду та споживання селену часто проявляється разом, при цьому статус селену впливає на результат дефіциту йоду. Ефективність роботи глутатіонпероксидази і дейодинази, як селен-залежних ферментів, погіршуються при дефіциті селену. Це призводить до накопичення пероксидаз, які можуть пошкодити щитовидну залозу, тоді як дефіцит дейодинази погіршує синтез гормонів щитовидної залози [12, 17, 22, 29, 34,50].

Селен є важливим мікроелементом, який підтримує багато процесів в організмі. Це може допомогти покращити пізнання, функцію імунної системи та фертильність. Селен є поживною речовиною, яка відіграє ключову роль у підтримці метаболізму гормонів щитовидної залози та синтезу ДНК, а також у захисті організму від окислювальних пошкоджень та інфекцій [20, 28, 36].

Організм зазвичай зберігає деяку кількість селену в тканинах людини, здебільшого в скелетних м'язах, після того, як одержує його з їжі, що містить невелику кількість. Ці продукти включають бразильські горіхи, морепродукти та м'ясо. Кількість селену в їжі залежить від концентрації ґрунту та води, де він виріс. Люди також можуть додавати мінерал до їжі або вживати його як добавку [25, 36, 41].

Селен найчастіше міститься в цільних зернах і продуктах тваринного походження, таких як риба та яйця. Кількість селену в зернових і зернових продуктах залежить від вмісту ґрунту, де вони росли [43, 49].

Основні продукти харчування, які містять селен:

- Бразильські горіхи: одна унція (28 грам) забезпечує 544 мікрограма (мкг), або 989% від рекомендованої добової норми (DV).
- Тунець: три унції (85 грам) жовтоперого тунця, приготованого в сухому вигляді, містить 92 мкг, або 167% від норми.
- Запечений палтус: три унції (85 грам), приготовані в сухому вигляді, містять 47 мкг, або 85% від норми.
- Варений коричневий рис: одна чашка містить 19 мкг.
- Яйце: одне велике яйце містить 15 мкг.
- Білий хліб: один шматочок забезпечує 10 мкг.
- Селен важливий для правильного функціонування щитовидної залози. Фактично, тканина щитовидної залози містить більшу кількість селену, ніж будь-який інший орган людського тіла;
- Цей потужний мінерал допомагає захистити щитовидну залозу від окисного пошкодження і відіграє важливу роль у виробництві гормонів щитовидної залози;
- Здорова щитовидна залоза важлива, оскільки вона регулює ваш метаболізм і контролює ріст і розвиток;
- Дефіцит селену пов'язують із захворюваннями щитовидної залози, такими як тиреоїдит Хашимото, тип гіпотиреозу, при якому імунна система атакує щитовидну залозу;

- Обсерваційне дослідження, в якому взяли участь понад 6000 людей, виявило, що низький рівень селену в сироватці крові пов'язаний із підвищеним ризиком аутоімунного тиреоїдиту та гіпотиреозу;
- Крім того, деякі дослідження показали, що добавки селену можуть принести користь людям з хворобою Хашимото;
- В одному огляді було зроблено висновок, що щоденне вживання селенових добавок протягом трьох місяців призводило до зниження рівня антитіл до щитовидної залози. Це також призвело до покращення настрою та загального самопочуття у хворих на хворобу Хашимото;
- Однак необхідні додаткові дослідження, перш ніж добавки селену можна буде рекомендувати людям із хворобою Хашимото [13, 19, 27, 35, 44, 53].

1.7. Харчові форми селену.

У рослинах або рослинних продуктах виявлено ряд органічних сполук селену. Ці сполуки включають селеноцистин, селеноцистеїн, Se-метилселеноцистеїн, селеногомоцистин, селенометіонін, Se-метилселенометіонін, селенометіонін селеноксид, селеноцистатіонін і диметилдиселенід. Є деякі докази наявності селеніту і селенату в рослинах. Однак селеноцистин, селеноцистеїн, селенометіонін і Se-метилселенометіонін, як видається, є основними сполуками селену в насінні або кормах, які зазвичай споживаються худобою. Таким чином, органічний селен є основною формою для тварин і звичайно, які споживають натуральні корми.

Проте корми та корми, вирощені в деяких районах Північної Америки, не містять достатньої кількості селену, щоб задовольнити потреби худоби. Одним із способів виправлення цього дефіциту було змішування зерна, вирощеного в районах з високим вмістом селену, з кормами з дефіцитом селену. Тепер було схвалено додавання неорганічного селену в корми з дефіцитом цього елемента, і найчастіше використовуються селеніт або селенат натрію. Селенізовані дріжджові таблетки, що містять переважно органічний селен, доступні як харчові добавки для людини і, як було показано, підвищують рівень селену в крові [16, 27, 38, 49].

1.8. Розподіл селену в організмі.

Кілька дослідників повідомляли про розподіл селену в тканинах у різних тварин, які використовують ^{75}Se або стабільний селен. При необхідному споживанні селену з їжею найбільша концентрація селену міститься в нирках, за ними йдуть печінка та інші залозисті тканини, такі як селезінка та підшлункова залоза. Тканини кишечника і легенів можуть мати відносно високі концентрації. Серцевий м'яз містить значно більше, ніж скелетний м'яз. Вовна і волосся можуть мати відносно високі концентрації, але нервова тканина має низькі концентрації. Концентрації селену в м'язах, печінці та нирках у овець, великої рогатої худоби та свиней, а також у м'язах, печінці та яйцях для птиці, яка годується різними рівнями харчового селену є різною. Деякі типові значення селену в мкг у тканинах встановлені, наприклад, серцевий м'яз містить від 0,15 до 0,20; підшлункова залоза від 0,34-0,44; яєчник - 0,19-0,25; головний мозок від 0,07 до 0,09; і шерсть тварин від 0,21-0,49 [24, 30, 38].

Вміст селену в тканинах людини, схоже, демонструє моделі, подібні до тканин тварин, яких годували дієтами з необхідним рівнем селену. Середній вміст селену був найвищим у нирках (1,09 ppm), потім у печінці

(0,54 ppm), селезінці (0,34 ppm), яєчках і підшлунковій залозі (0,30 ppm), з найнижчим вмістом у мозку (0,13 ppm). ppm) для людей у віці від 9 місяців до 68 років. Було встановлено, що середній вміст селену у волоссі становить близько 0,57 ppm, що подібне до вмісту щурів, яких годували контрольними дієтами. Це значно вище, ніж значення для волосся (від 0,047 до 0,088 ppm), зареєстроване для людей, які живуть у районах материкового Китаю з дефіцитом селену Розрахункове навантаження на організм людини селеном для американців становило близько 15 мг [27, 36].

Як і у тварин, рівень селену в крові людини, очевидно, залежить від споживання їжі. Середній рівень селену в крові людей Нової Зеландії становить близько 0,07 проміле, що є низьким показником у порівнянні з показниками для людей, які проживають у Сполученому Королівстві (0,32 проміле), Швеції (0,12 проміле), Канада (0,18 проміле) або Сполучені Штати (0,22 проміле). Було показано, що рівень селену в крові у людей, які прибувають до Нової Зеландії зі Сполучених Штатів, поступово зменшується з 0,20 ppm до 0,07 ppm протягом приблизно 200 днів. Найнижчі показники в крові, зареєстровані на даний момент, становлять від 0,01 до 0,03 проміле для людей, які страждають на хворобу Кешана в материковому Китаї. Маккензі та ін. узагальнили рівень селену в крові у дітей, які живуть у різних країнах; рівні коливаються від мінімуму 0 [14, 30, 42, 54].

Пік затримки селену в організмі і в таких тканинах, як кров, печінка, м'язи, нирки, селезінка і легені, досягається протягом годин (до 24) після закачування ^{75}Se у вигляді SeO_3^{2-} . Однак у таких тканинах, як мозок і тимус, максимум досягається приблизно через 2 дні після ін'єкції. Нирки зберігають найбільшу кількість селену (відсоток дози) протягом коротких періодів часу (48 годин), а потім печінка, підшлункова залоза, серце та м'язи в порядку зменшення. Проте тонкий кишечник може утримувати велику кількість (до 8,5 відсотків дози) Se [9, 13, 22, 28, 37].

Підсумки з огляду літературних джерел

Аналіз літературних даних, які представлені вище, свідчить про актуальність проблеми дефіциту йоду і селену у раціоні населення і України, і цілого світу. Це пов'язано в першу чергу із ендемічним дефіцитом цих хімічних елементів у ґрунті та воді. З іншого боку, дефіцит в організмі людей йоду і селену пов'язаний із недостатнім їх споживанням, оскільки вказані елементи є в достатній кількості лише у вибіркових харчових продуктах.

Виходячи із сказаного є необхідність розширювати асортимент харчових продуктів з підвищеним вмістом йоду та селену. В цьому плані важливо підібрати такі харчові продукти, які з одного боку були б доступними і могли вживатися без обмежень усіма, а з іншого боку важливим аспектом є технологія виробництва таких продуктів. З цих позицій, на нашу думку добре може себе зарекомендувати хліб та хлібобулочні вироби. Тому метою нашого дослідження було включити в технологію виробництва одного з видів хліба додавання йоду та селену з подальшим дослідженням ряду показників при і після його виготовлення.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Технологія виготовлення хліба «Козацького», збагаченого йодом і селеном

Усі етапи планування, підготовки, проведення дослідження, аналіз отриманих результатів, написання і оформлення магістерської кваліфікаційної роботи здійснювалися відповідно до календарного плану, який спеціально затверджений на кафедрі харчової біотехнології і хімії ТНТУ власне для освітньої програми магістр «Харчові технології».

Основною метою даної магістерської роботи було обґрунтувати доцільність і безпечність додавання біологічно активного йоду у технології виробництва хліба «Козацького» збагаченого «Йодіс-концентратом».

Об'єкт дослідження – обґрунтування вибору доз «Йодіс-концентрату», технологія пшенично-житнього хліба, збагаченого йодом і селеном.

Предмет дослідження – показники біологічної і харчової цінності хліба, технологія хліба «Козацького» та його органолептичні і фізико-хімічні показники.

Використані методи досліджень: фізико-хімічні, органолептичні, аналітичні та статистичні.

2.2. Обґрунтування схеми досліджень

Відповідно до мети і завдань магістерської роботи проводили дослідження у лабораторіях технології хліба і хлібобулочних виробів на кафедрі харчової біотехнології і хімії в Тернопільському національному

технічному університеті імені Івана Пулюя. Досліджуваним матеріалом слугував відомий хліб «Козацький заварний», який виготовляється за технологією ДСТУ 4583. Маса нето цього хліба 0,5 кг.

Цей розроблений національний стандарт поширюється на хліб, який складається із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Він розробляється та виготовляється або механізованим або ручним способом. Вимоги даного стандарту використовують суб'єкти підприємницької діяльності як фізичні особи, так і юридичні особи усіх форм власності, котрі здійснюють розробку і виробництво вказаної харчової продукції.

Відповідно до вказаного ДСТУ 4583 хліб «Козацький заварний» має наступний склад:

- борошно пшеничне першого гатунку,
- борошно житнє обдирне,
- цукор,
- солод житній,
- родзинки,
- кмин,
- сіль,
- дріжджі,
- вода.

У 100 г даного продукту міститься: білків – 7,3 г; жирів – 1,1 г; вуглеводів – 51,9 г. При цьому енергетична цінність становить 246,7 ккал.



Хліб чинить позитивний вплив на організм людини. Оскільки він містить різні органічні речовини – то відповідно є їх джерелом, особливо вуглеводів та білків. При рекомендованій денній дозі вживання 250-300 грам хліба організм людини отримує окрім позитивних речовин, які підтверджують біологічну і харчову цінність хліба, також і достатню кількість калорій. Останнє пов'язано із великим вмістом вуглеводів, в основному полісахаридів і зокрема крохмалю. Крохмаль досить легко легко розщеплюється під дією амілази слини і амілази соку підшлункової залози до глюкози, яка є основним енергетичним субстратом в організмі, особливо для мозку.

Хліб «Козацький заварний» характеризується високими харчовими якостями, є дуже смачним і рекомендований для споживання усіма верствами населення. Одним недоліком даного харчового продукту і недостатня кількість йоду для забезпечення щоденних потреб у ньому.

Виходячи із сказаного вище, метою нашого дослідження було удосконалення технології хліба «Козацький заварний» через додавання на окремому етапі його виготовлення біологічно активного йоду з сировини

«Йодіс-концентрат». Відомо, що «Йодіс-концентрат» - це біологічно-активна добавка, яка призначена для виробництва харчових функціональних продуктів і маркується за ТУ У 14326060.003-98. В 1 мл «Йодіс-концентрату» міститься біологічно активного йоду в кількості 40 мкг та селену 15 мкг. Виходячи із рекомендацій ВООЗ, дорослій здоровій людині потрібно 200-250 мкг йоду на добу і 50-60 мкг селену, які повинні надходити із продуктами харчування, питними напоями. Нашим завданням було розробити технологію, яка б забезпечила створення власне хліба, збагаченого біологічно активним йодом та селеном для забезпечення потреб у них і ліквідації в подальшому існуючого йодо- і селенодефіциту.

При виборі об'єкта для збагачення йодом нами були враховані наступні медико-біологічні аспекти:

- Безпека вибраного продукту;
- Вміст йоду і селену в вибраному продукті ;
- Біологічна засвоюваність йоду і селену з вибраного продукту;
- Добова потреба організму людини в йоді і селені;
- Рекомендований рівень вмісту йоду і селену в хлібобулочних виробках;
- Рекомендована норма вживання хлібобулочних виробів;
- Рівень забезпечення раціону населення даної кліматичної зони іншими мінеральними елементами, що пов'язані з дефіцитом йоду (Си, Со, Мп).

Також були взяті до уваги і технологічні аспекти виготовлення хліба, збагаченого біологічно активним йодом і селеном:

- Вплив продукту на стан мікрофлори тіста та активність процесів бродіння;

- Вплив продукту на біохімічні перетворення у тісті;
- Вплив продукту на якісні показники клейковини тіста та стан колоїдних процесів у ньому;
- Вплив продукту на органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба;
- Втрати йоду і селену під час випікання хліба;
- Спосіб внесення добавки в напівфабрикати хлібопекарського виробництва,

Важливі у виробництві йодованого хліба є і економічні аспекти:

- Ціна продукту;
- Наявність продукту на ринку країни;
- Наявність промислового виробництва продукту в країні;

Взятий нами для дослідження хліб «Козацький заварний» містив:

- борошно пшеничне першого ґатунку,
- борошно житнє обдирне,
- цукор,
- солод житній,
- родзинки,
- кмин,
- сіль,
- дріжджі,
- вода,
- Йодіс-концентрат.

Згідно ДСТУ 4583. Технічні умови відбирання проб, готування до випробування проводять згідно з ТУ У 25027034-012-99. Визначають органолептичні та фізико-хімічні показники. Оцінку консистенції, кольору,

запаху, смаку продукту проводять у співвідношенні з вимогами ТУ У 25027034-012-99.

2.3. Методики дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників

Відомо, що за державними стандартами відбувається нормування якості харчових виробів, в тому числі хліба. Її оцінюють за масою виробів, а також за органолептичними показниками. При цьому органолептичні дослідження дозволяють визначити одночасно цілий ряд показників: смак і запах, еластичність, колір і зовнішній вигляд скоринки, пористість, форму хліба, свіжість м'якушки і повну масу виробів. Смакові властивості, свіжість хліба його запах та хрускіт (тут судимо про наявність або ж відсутність) дегустаційно визначається; візуально на зрізі хліба можна визначити колір м'якушки, її пористість, промішування визначають візуально; еластичність м'якушки можна оцінити також на зрізі хліба, надавлюючи пальцем. Для визначення повної маси виробу потрібно одночасно зважити не менше 10 шт виробів. Щоб визначити повну якість хлібної продукції необхідно визначити у ньому вміст жиру й цукру, а також дослідити такі фізико-хімічні властивості хліба як вологість, кислотність, пористість та набухання.

Відбирається напочатку середня проба для оцінки вказаних вище показників. Хлібні вироби можуть значно відрізнятися вологістю: відомо, що вищою є вологість у житніх сортах хліба, яка становить 48-51%, а нижча ж вологість - 43-45% - притаманна пшеничним, які виготовлені з борошна високої якості. Вологість хліба або хлібних виробів з масою до 200гр визначають в наступний спосіб: досліджуваний зразок спочатку розрізають на дві приблизно рівні частини впоперек, потім від однієї частина відрізають скибку завтовшки 1-8 см., далі проводять відокремлення м'якушки від

скоринки на відстані близько 1 см., обов'язково видаляють начинку, наприклад повидло, родзинки, горіхи тощо.

Проба для досліджень повинна становити не менше, аніж 20 г. Відібрану пробу подрібнюють ножем, потім перемішують та зважують на металевих чашках з кришками. Відбирають дві наважки масою 5 грам з похибкою 0,05 грама. Наважки у відкритих чашечках з підкладеними під дно кришками поміщають у сушильну шафу.

Наважку висушують за температури 130°C після завантаження у шафи марок СЕШ-1 або СЕШ-3М до моменту вивантаження чашок. Час зниження і підвищення температури до 130°C після завантаження сушильної шафи не має перевищувати 20 хв. Висушування проводять при повному завантаженні шафи.

В сушильних шафах усіх марок під час сушіння допускається відхилення від сталої температури не більше $\pm 2^\circ\text{C}$. Після висушування чашки виймають, швидко закривають кришками і переносять у ексікатор для охолодження. Час охолодження повинен бути не більше 2 год. і не меншим, ніж 20 хв. Після охолодження чашечки знову зважують [1]. Кислотність хліба спричинюється вмістом у його складі молочної та оцтової кислот. Останні утворюються в процесі бродіння тіста, а також у подальшому випіканні. З метою визначення кислотності наважку подрібненої м'якушки хліба, яка повинна складати 25 г, розміщують у конічній колбі місткістю 500 мл з широкою шийкою та добре притертою пробкою.

Потім відміряють 250 мл дистильованої води, підігрітої до 60°C. Близько 1/4 води від цього об'єму переливають да наважки хліба, яку швидко розтирають шпателем до отримання однорідної маси. Через декілька хвилин до одержаної маси приливають ту кількість води, що залишилася. Колбу закривають корком і енергійно струшують протягом 3 хвилин. Після цього суміш залишають у стані спокою впродовж 10 хвилин. Шар рідини, що

відстоявся, обережно зливають у склянку через марлю. Зі склянки відбирають 50 мл розчину в конічну колбу місткістю 100-150 мл, додають 2-3 краплі 1% спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 Н розчином їдкого натру або їдкого калію до появи блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає у спокійному стані протягом 1 хвилини.

Кожний вид хліба має свою кислотність. Відомо, що кислотність для житнього хліба не повинна бути більшою за 12 градусів, а житньо-пшеничного – 11, тоді як для пшеничного – 3-4 градуси [2].

Визначення пористості досліджуваного хліба. Пористість хліба є дуже важливим показником, який також свідчить про його якість. Пористість визначається за відомою формулою: $P = (1 - m / (\rho V))$, де m та V – маса та об'єм виїмок, де показник ρ – густина. Серед найбільш важливих органолептичних ознак пористості треба визначити величину а також і рівномірність розміщення пор та товщину їх стінок. Тому за величиною пор хліб може класифікуватися як дрібно-, середньо- а також як крупнопористий. За рівномірністю розташування пор хліб поділяється на рівномірно та нерівномірно пористий. За товщиною стінок хліб поділяється на тонкостінний і товстостінний щодо пор. Як відомо, дослідити пористість можна за допомогою приладу Журавльова. Для цього із зразку хліба відрізають скоринку. Потім гострим боком циліндру приладу роблять відбір м'якушки приблизно на відстані, яка є не менше, аніж 1 см. від самою скоринки. Потім заповнений м'якушкою циліндр ставлять на лотку таким чином, щоб його ободок щільно заходив у розріз лотка. В подальшому дерев'яною втулкою витискають м'якушку із вказаного циліндра на 1 см, а утворені при цьому нерівні краї відрізають ножем. Потім ту м'якушку, яка залишилася в циліндрі, витискають втулкою таким чином, щоби вона уся торкалася стінки лотка та відрізають вже біля краю самого циліндра [3].

Одержані цифрові дані з експериментальних досліджень опрацьовували статистично, застосовуючи коефіцієнта Стьюдента і використовували стандартну методику.

РОЗДІЛ 3.

ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Результати власних досліджень та їх обговорення

На даному етапі виконання магістерської роботи нами було проведено ряд досліджень до і під час виготовлення хліба «Козацького», а також після виготовлення, зокрема дослідження органолептичних показників. В цілому, нами було зроблено дві серії, з яких першою була із стандартними зразками хліба «Козацького» без додавання йоду, а друга із додаванням біологічно активного йоду і селену із використанням «Йодіс-концентрату», який містив 40 мкг йоду і 15 мкг селену в 1 мл.

3.2. Технологічна схема виробництва хліба «Козацького» збагаченого йодом.

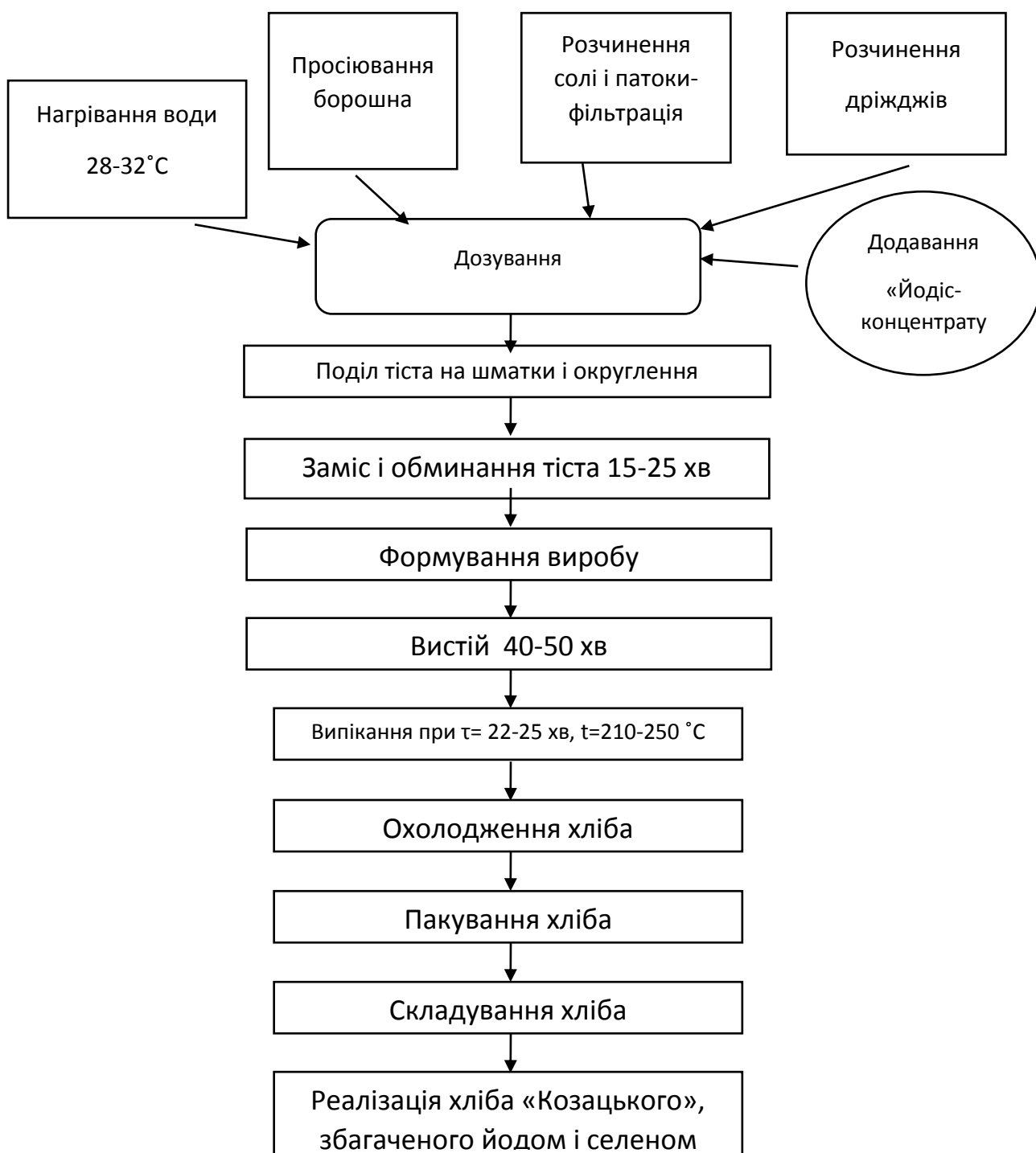
Відомо, що хліб можна приготувати як опарним так і без опарним, так і на заквасці способами. При опарному способі утворені вироби мають більш пухку структуру, а при способі приготування на заквасці готують вироби вищої енергетичної цінності. Особливістю даної технології є процес бродіння нормалізованої суміші при температурі 40-45°C впродовж 15-45 хв. До утворення великої кількості CO₂. Після вистоюють у термостатах та випікають при температурі 130°C. Далі направляють на фасування. При

необхідності виробу ріжуть на шматки [7].



Рис. 2.1. Схема виконання експериментальної частини кваліфікаційної роботи

Принципова технологічна схема виготовлення хліба «Козацький», збагаченого біологічно активним йодом



3.3. Дослідження амінокислотного складу борошна

На першому етапі виконання магістерської роботи спочатку було проведення дослідження біологічної цінності борошна. Зокрема, досліджували кількість амінокислот та вітамінно-мінеральний склад у борошні.

Результати дослідження амінокислотного складу борошна наведено у табл. 3.1.

Аналіз даних представлених у таблиці 3.1. свідчить про досить оригінальний амінокислотний склад борошна, взятого для приготування хліба «Козацького». Дано борошно характеризується домінуючим відносним вміст глютамінової кислоти. Також варто відмітити високий вміст таких амінокислот як лейцин, валін, фенілаланін, аргінін, гліцин. В цілому у досліджуваному борошні є в достатній кількості як замінні, так і незамінні амінокислоти. Очевидно, як це випливає із таблиці 3.1. є певні розбіжності у відносному вмісті окремих амінокислот у порівнянні із шкалою FAO.

Отримані нами результати досліджень добре узгоджуються із даними українських та закордонних вчених [1, 73] і свідчать про вміст доволі значної кількості таких амінокислот, як метіонін і лізин. Це в цілому говорить про високу біологічну цінність продукту, який буде зроблено із такого борошна.

Варто зауважити також, що у даному дослідженні було взято цільнозернове пшеничне борошно, яке, як відомо, характеризується відносно більшим вмістом амінокислот, в тому числі незамінних, якщо порівнювати із борошном вищого або навіть першого сортів.

Таблиця 3.1

**Дослідження амінокислотного складу борошна для хліба
«Козацького», $M \pm m$, $n=3$**

Амінокислоти	Шкала FAO	Борошно	
		к-сть, мг/100 г	СКОР, %
Треонін	4,0	3,14 ± 0,06	83
Метіонін	3,5	2,11 ± 0,04	62
Валін	5,0	6,10 ± 0,05	125
Цистеїн	3,5	2,76 ± 0,04	74
Ізолейцин	4,0	6,04 ± 0,08	152
Лейцин	7,0	9,12 ± 0,21	141
Тирозин	6,0	4,43 ± 0,12	61
Лізін	5,5	3,79 ± 0,04	69
Фенілаланін	6,0	6,51 ± 0,16	109
Аспаргінова кислота		7,13 ± 0,13	
Глютамінова кислота		32,06 ± 0,92	
Серин		5,15 ± 0,13	
Пролін		1,63 ± 0,14	
Аланін		4,17 ± 0,08	
Гліцин		6,18 ± 0,11	
Гістидин		3,64 ± 0,16	

Аргінін		7,28 ± 0,13	
---------	--	-------------	--

3.4. Дослідження вмісту поживних речовин у борошні

Окремим дослідженням було визначено вміст поживних речовин у борошні. Ці поживні складові характеризують як харчову, так і біологічну цінність борошна і відповідно, опосередковано можна говорити і про таку цінність хліба, який буде виготовлено з цього борошна.

Дані щодо вмісту білків, жирів, вуглеводів та золи у борошні представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Відносний вміст поживних складових борошна, $M \pm m$, $n=3$

Поживні складові	Борошно, % від сухої речовини (суцільнозмелене)
Білки, г	13,5 ± 0,1
Жири, г	2,1 ± 0,1
Вуглеводи	81,6 ± 0,2
Зола, г	1,8 ± 0,1

Як видно з представлених у таблиці 3.2., досліджене борошно характеризується високим вмістом вуглеводів, достатнім вмістом білка та жиру.

3.5. Дослідження мінерального складу борошна

Окремо нами було досліджено мінеральний склад борошна, який представлено у таблиці 3.3.

Щодо мінерального складу борошна, то слід відмітити високий відносний вміст фосфору, калію та магнію.

Таблиця 3.3.

Мінеральний склад борошна, $M \pm m$, $n=3$

Мінеральні речовини, мг/100г борошна	Відносний вміст, %
Кальцій	$50,3 \pm 0,1$
Калій	$311,4 \pm 0,6$
Магній	$101,4 \pm 0,5$
Залізо	$4,38 \pm 0,2$
Фосфор	$319,5 \pm 0,5$
Цинк	$1,9 \pm 0,1$
Мідь	$0,52 \pm 0,06$

3.6. Розроблення експериментальних зразків хліба «Козацького»

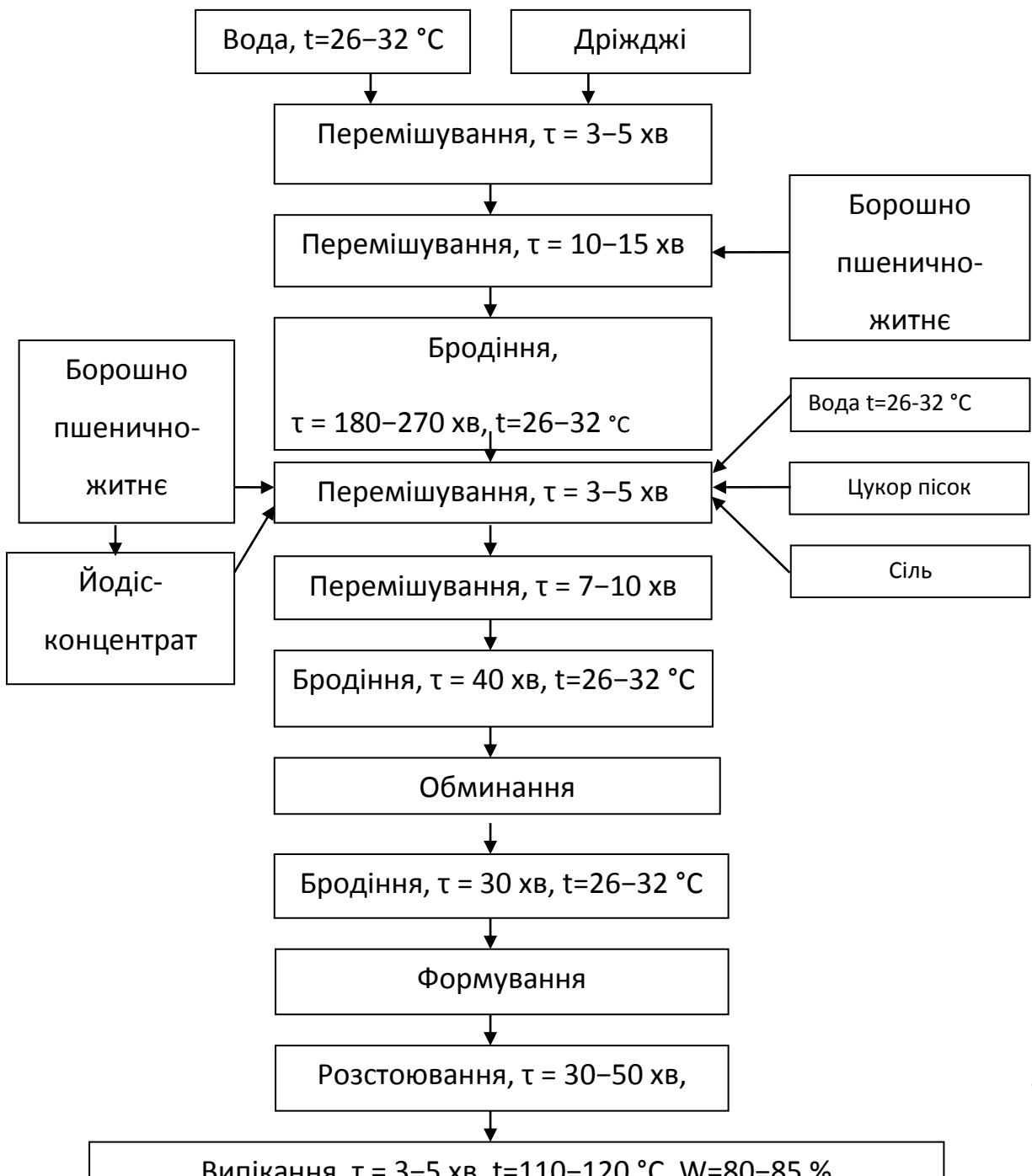
Наступним етапом виконання кваліфікаційної магістерської роботи було розробити рецептуру хліба, збагаченого біологічно активним йодом і селеном. Для цього було розроблено експериментальні зразки хліба із різним вмістом біологічно активного йоду і селену, джерелом якого послужив «Йодіс-концентрат». Схема розподілу «Йодіс-концентрату», йоду і селену у досліджуваних зразках відображена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. **Вміст «Йодіс-концентрату», Йоду та Селену в досліджуваних зразках з розрахунку на 1 кг борошна**

№ з/п зразку	Вміст		
	Кількість «Йодіс-концентрату», мл	Йод, мкг	Селен, мкг
1 Контроль	0	0	0
2	1	40	15
3	3	120	45
4	5	200	75
5	7	280	105
6	9	360	135

З даних табл. 3.5. видно, що нами розроблено чотири експериментальних зразки хліба з різним вмістом «Йодіс-концентрату», йоду і селену. Перший зразок послужив контролем, в якому була відсутня харчова добавка «Йодіс-концентрату» із йодом та селеном. В другий дослідний зразок до борошна на етапі перемішування після бродіння додавали 1 мл «Йодіс-концентрату», в третій зразок додавали 3 мл, а в четвертий – 5 мл «Йодіс-концентрату», в п'ятий зразок – 7 мл і з розрахунку, що 1 мл «Йодіс-концентрату» міститься 40 мкг йоду та 15 мкг селену. Також відомо, що рекомендована ВООЗ добова потреба йоду та селену становлять в середньому для дорослої здорової людини відповідно 200 мкг і 60 мкг.

Рис. 3.1. Векторна схема виробництва хліба «Козацький»



З рисунку 3.1. видно, що виготовлені нами експериментальні зразки пшенично-житнього хліба «Козацький» здійснено опарним способом. В такому способі використано класичні технологічні операції. Додатково з інгредієнтів було додано, окрім пшеничного і житнього борошна, ще цукор, сіль і воду. Пізніше приготовлене в такий спосіб і з такими інгредієнтами тісто було оцінено за фізико-хімічними параметрами.

3.7. Фізико-хімічна оцінка тіста приготовленого за різного співвідношення «Йодіс-концентрату», йоду і селену

Як видно із рис. 3.1. після приготування тіста відповідно до описаного вище рецептурного складу з різним вмістом «Йодіс-концентрату», йоду і селену його залишали на бродіння при температурі 26 – 32°C впродовж 180 – 270 хв. Щоб контролювати бродильні процеси визначали кислотність у градусах спочатку і в кінці визначеного періоду часу бродіння. У зв'язку з тим, що нами замінено вміст «Йодіс-концентрату», йоду і селену у досліджуваних зразках одним із завдань було встановити як впливає «Йодіс-концентрат», йод і селен на активність бродіння у тісті. Відомо, що кислотність у тісті формується через розмноження саме дріжджової мікрофлори. Остання розкладає вуглеводи борошна і при цьому утворюються різні органічні кислоти (молочна, ацетатна, метанова, лимонна, винна та інші). Також відомо, що загальна кислотність тіста, яке виготовляється з пшеничного борошна вищого і першого гатунків має знаходитися в межах 2,5 – 3,5°. Отримані нами результати досліджень відображено на рис. 3.2.

З представлених на рис.3.2 даних видно, що спостерігаються два загальні процеси. Перший процес – це поступове збільшення градуса

кислотності практично в усіх експериментальних зразках тіста – це власне і вказує на високу активність дріжджів. Другий процес – по мірі збільшення кількісного вмісту «Йодіс-концентрату», йоду і селену у тісті процеси наростання градуса кислотності незначно, недостовірно і поступово знижуються, якщо порівнювати із контрольним зразком тіста, у якому не використано «Йодіс-концентрату», йоду і селену (це експериментальний зразок №1 або контрольний).

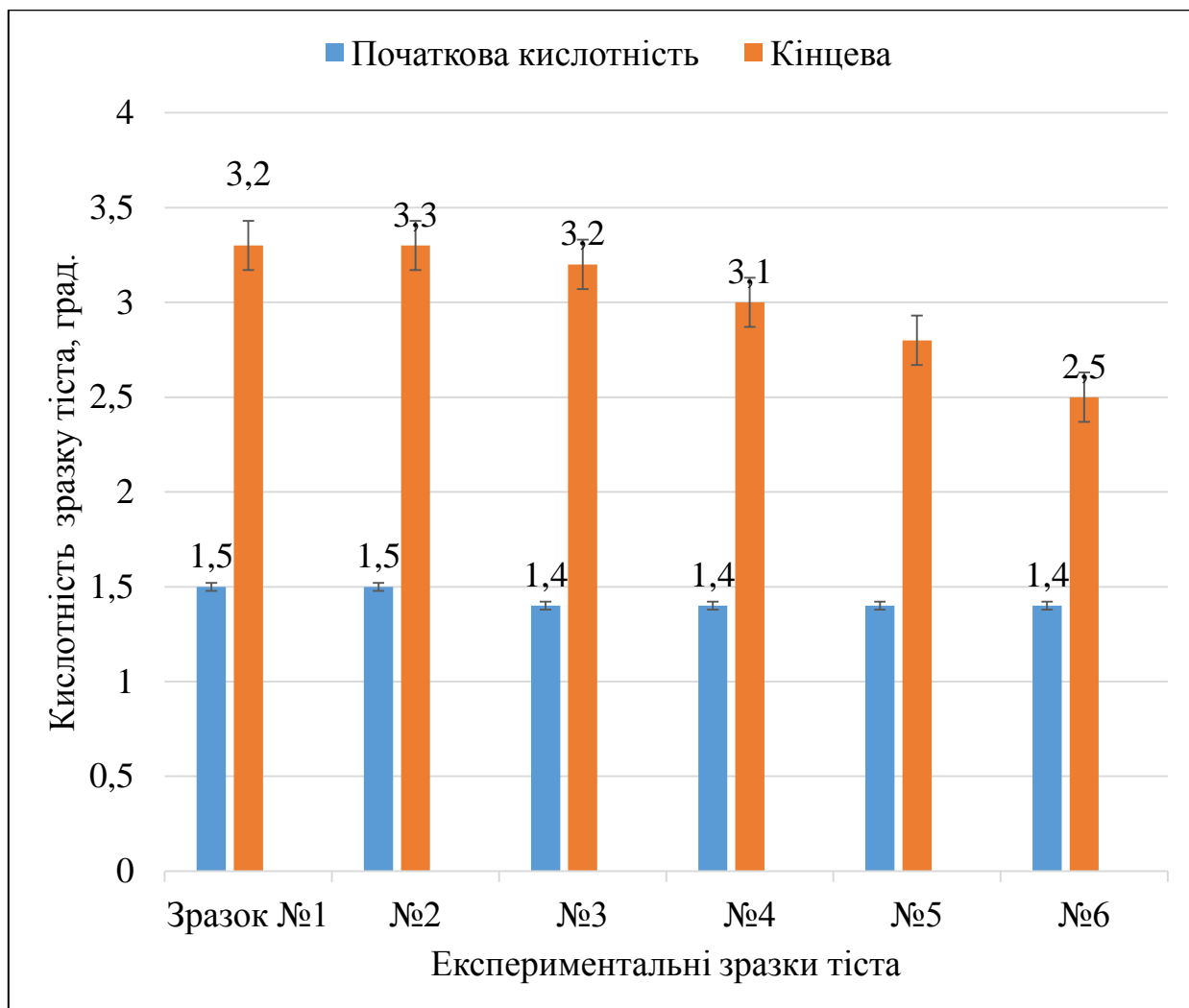


Рис. 3.2. Кислотність експериментальних зразків тіста з різним вмістом «Йодіс-концентрату», йоду і селену.

Аналізуючи дані рис. 3.2. видно, що відбувається поступовий достовірний процес зниження бродіння у зразках тіста. Він обумовлений збільшенням додавання Йодіс-концентрату, як джерела йоду та селену до зразків тіста. Особливо цей процес зниження бродіння помітний у 4-му

зразку, де до тіста додавали 5 мл «Йодіс-концентрату», що становило 200 мкг йоду та 75 мкг селену.

При цьому, як видно із рис. 3.2., кислотність у даному зразку становила $3,0 \pm 0,1$ град, а це на 0,3 град менше, ніж у контрольному зразку тіста.

Збільшення «Йодіс-концентрату» у складі тіста до 7 мл (зразок №5) зумовило істотне збільшення градуса кислотності через три години бродіння аж до $2,8 \pm 0,1$ град, тобто на 0,5 град менше, а ніж у контрольному варіанті №1. Дослідження кислотності у зразку № 6 показало, що вона знаходилася на гранично допустимій для пшеничного тіста нижній межі у 2,5 град. При цьому саме ця величина кислотності на 0,8 град була меншою, ніж у зразку №1 – контрольному. Таким чином, встановлене зниження величини кислотності свідчить про ослаблення інтенсивності бродіння. Одночасно це свідчить і про те, що вже готові вироби можуть зазнавати швидкого псування через розвиток спорової мікрофлори. Остання, як відомо, є збудником картопляної хвороби хліба.

Підсумовуючи наведене вище, можна сказати, що збільшення частки «Йодіс-концентрату» до 5-7-9 мл на кг борошна призводить до негативного впливу, а саме зниження інтенсивності бродіння, що є небажаним ефектом в технології виробництва хліба. Отже, оптимальною кількістю «Йодіс-концентрату», як джерела йоду і селену, яку можна додавати в процесі виготовлення хліба «Козацького» можна вважати є 3 мл.

3.8. Органолептичні показники хліба «Козацького» з йодом і селеном

Оцінку таких показників органолептики як колір, запах та смак продукту проводили у відповідності до вимог ТУ У 25027034–012–99.

Таблиця 3.1

Порівняльна характеристика хліба «Козацького» з йодом і селеном

	Хліб без додавання йоду	Хліб, збагачений біологічно активним йодом і селеном
Колір хліба	Жовто-сіруватий, який властивий хлібу	Жовто-сіруватий, який властивий хлібу
Запах хліба	Властивий житньо-пшеничному хлібу	Властивий житньо-пшеничному хлібу
Смак хліба	Властивий житньо-пшеничному хлібу	Властивий житньо-пшеничному хлібу
Форма хліба	Властивий подовому хлібу	Властивий подовому хлібу

З аналізу результатів вказаної таблиці можна зробити висновок про те, що особливо виражених впливів йоду у виробі не відчувається. Смак, запах та колір хліба залишаються не змінними при додаванні йоду.

✓ Методики дослідження органолептичних і фізико-хімічних показників. Досліджувані зразки хліба переносять в чисту ємність, з якої після перемішування відбирають призначену для аналізів пробу.

✓ Органолептичні показники. Оцінку кольору, запаху, смаку та стан консистенції продукту, а саме хліба проводять у відповідності до вимог ТУ У 25027034-012-99.

✓ Визначення температури. Температуру продукту визначають за допомогою скляних рідинних термометрів з шкалою вимірювання 0-50, 0-1,0°C. Перед вимірюванням температури зразки перемішують. Вимірювання проводять безпосередньо в ємностях і споживчій тарі, печах і упаковці. Занурюють термометр в продукт чи напівфабрикат до нижньої оцифрованої

позначки, витримуючи в ньому до 2 хв. Показники знімають, не виймаючи термометр з продукту чи напівфабрикату.

Визначення кислотності у хлібобулочних продуктах проводять титриметричним методом. Бюретку наповнюють 0,1% розчином NaOH, встановивши її на нульовій поділці. У колбу конічної форми і ємкістю 150-200 мл відміряють піпеткою 10 мл продукту, а потім додають 20 мл дистильованої води і ще додатково три краплі 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну. Отриману таким чином суміш ретельно перемішують і в подальшому титрують 0,1 н розчином NaOH до появи слабо-рожевого забарвлення, яке не повинно зникати впродовж 1 хв. Тоді за шкалою бюретки відраховують кількість лугу (мл), яка пішла на титрування 10 мл продукту, вираженої в градусах Тернера, а це в свою чергу відповідає кількості мл 0,1 н розчину NaOH, які пішли на нейтралізацію 10 мл продукту, помноженого на 10. Відхилення між паралельними визначеннями повинно бути не більше 1 о Т.

Для проведення запланованого магістерського дослідження ми використовували лабораторні зразки хліба, які були розроблені на основі житнього обдирного борошна за ДСТУ 8791:2018, а також пшеничного борошна другого сорту, яке відповідає ДСТУ 46.004.99; дріжджів пресованих, що відповідають ДСТУ 4812:2007, води за ДСТУ 8791:2018, солі за ДСТУ 3583:2015 та патоки (ДСТУ 4498:2005). Хліб, виготовлений із таких компонентів, містить усі стандартизовані відповідні для промислового виробництва, а саме борошно, дріжджі, воду, сіль, патоку. Разом з тим, додатково хліб містить функціональний компонент з біологічно активним йодом – «Йодіс-концентрат», як джерело біологічно активного йоду та селену.

3.9. Вологість мякуша експериментальних зразків хліба із додаванням «Йодіс-концентрату»

Вологість хліба (мякушки) – це вагомий показник. Саме він визначає відношення маси усієї води до загальної маси хліба. Він виражається у відсотках [35]. Зрозуміло, що чим більша вологість хліба, тобто більший вміст води, тим нижча його поживна, харчова і біологічна та енергетична цінність, а вихід хліба стає більший. Тому у ДСТУ 7517:2014 [22] визначають вологість, яка для пшеничного хліба з борошна вищого і першого гатунків має бути не більше 43 – 44%. В даній роботі результати експериментальних досліджень щодо вологості досліджуваних зразків хліба наведено на рис. 3. 5.

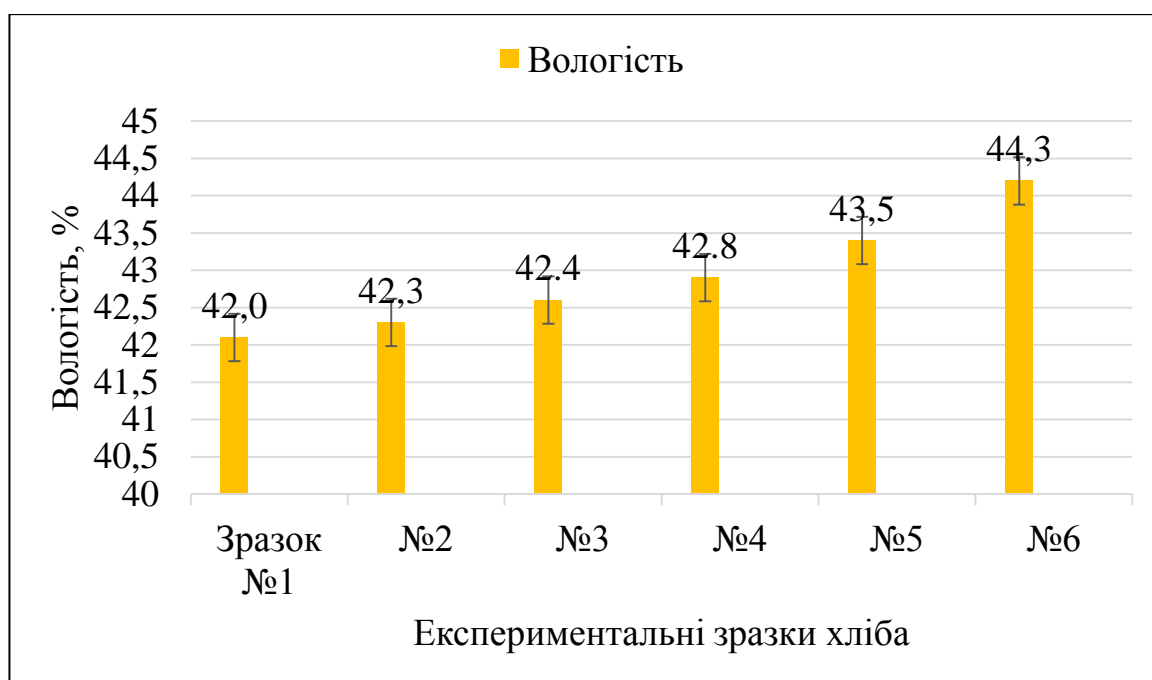


Рис. 3.5. Вологість мякуша експериментальних зразків хліба із додаванням «Йодіс-концентрату»

З аналізу даних досліджень (рис. 3. 5) зафіксовану чутку динаміку зростання показника вологості мякуша в досліджуваних зразках хліба з добавкою «Йодіс-концентрату». При цьому із збільшенням дозування «Йодіс-концентрату» у складі хліба вологість зростає, якщо порівняти із контрольним зразком пшеничного хліба. Також слід визнати, що у зразках хліба №2–№5 величина вологості була у межах рекомендованих значень, тобто не більше 44 %. Тільки у зразку хліба №6 величина вологості

становила $44,2 \pm 0,1$ %, що на 2,1 % більше, ніж у контрольному зразку хліба. І цей зразок за цим показником незначно перевищував допустиму стандартом норму.

Таким чином, вологість мякуша хліба пшеничного з додаванням борошна житнього зростає достовірно і знаходить ся в прямій кореляції.

3.10. Кислотність мякуша експериментальних зразків хліба з різним вмістом «Йодіс-концентрату»

Кислотність вже готових хлібобулочних виробів доброю мірою характеризує бродильні процеси в тісті. Якщо взяти до уваги випадок у якому значення градуса кислотності знаходяться нижче визначених нормативів, то це однозначно і насторожено вказує на виробництво хліба з погано виброженого тіста. Тому саме такий хліб вважається і менш поживним. Також він погано перетравлюється, а це може призвести до дискомфорту у споживачів. У зв'язку з цим вказаним стандартом передбачено оцінити мякуш хліба за даним показником. Результати наведено на рис. 3.6.

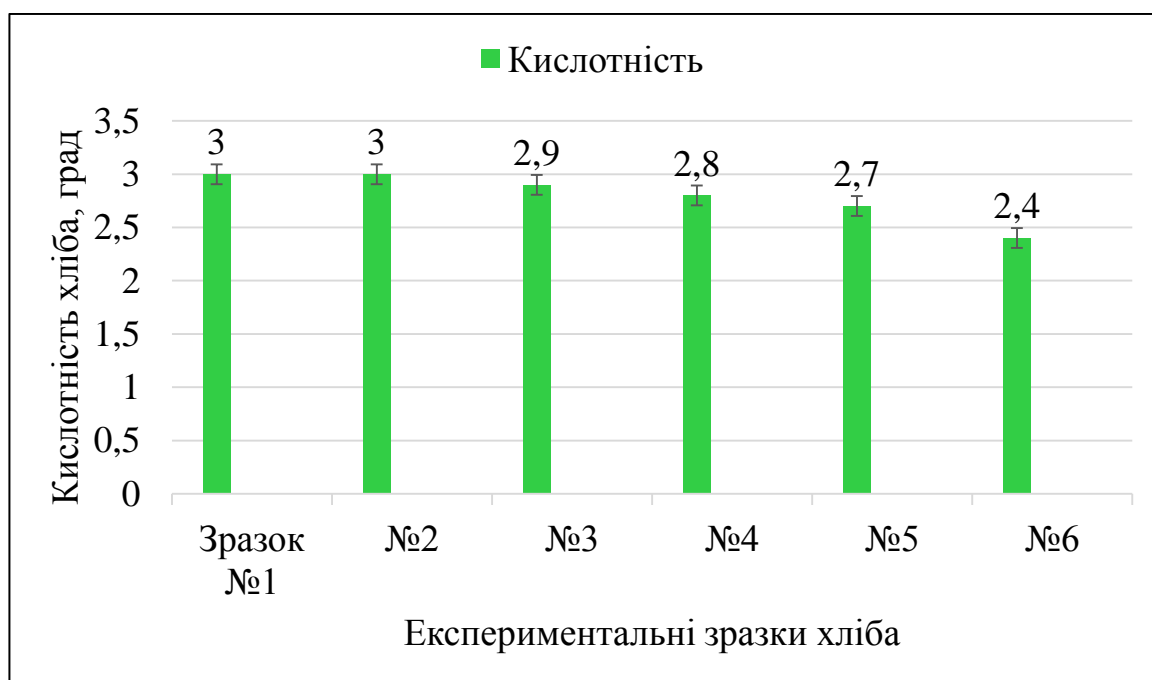


Рис. 3.6. Кислотність мякуша експериментальних зразків хліба з різним вмістом «Йодіс-концентрату», град

На рис. 3.6 є дані, які отримані при аналізі результатів (зразок №1). Однак дане значення кислотності відповідало встановленим вимогам [72] і відповідно до нормативних документів. З усіх груп лише у зразку №6 кислотність характеризувалася нижчим на 0,1 град значенням.

Наведені вище дані вказують, що зразки хліба №2 – №3 за показником градуса кислотності цілком можуть бути використані для подальших досліджень.

Величина пористості хліба очевидно має неабияке значення для оцінки його якості. Так, наприклад, зниження пористості нижче визначених стандартом величин вказує на умови порушення технологічного процесу, а саме операції з розстойки тіста. Крім того, зниження пористості відбувається за умови випікання хліба із добре невивіреного тіста. Згідно даних ДСТУ [4 із додаванням «Йодіс-концентрату» значення пористості для пшеничного хліба повинно бути не менше 65 %.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розроблено експериментальні зразки хліба на основі «Козацький» з різним вмістом йоду та селену при використанні їх джерела «Йодіс-концентрату».
2. Йод у досліджуваних зразках (№№2-6) додавався від 1 мл (40 мкг) до 9 мл (360 мкг) на кг борошна перед процесом перемішування борошна в принциповій технологічній схемі виготовлення хліба.
3. Селен додавався одночасно з йодом у досліджуваних зразках (№№2-6) додавався від 1 мл (15 мкг) до 9 мл (135 мкг) на кг борошна перед процесом перемішування борошна в принциповій технологічній схемі виготовлення хліба.
4. Додавання йоду і селену в кількості 1-3-5 мл на кг борошна не впливало на органолептичні характеристики вже приготовленого хліба.
5. Встановлено амінокислотний склад пшенично-житнього борошна, його мікроелементний склад і визначено вміст білків, жирів і вуглеводів.
6. Встановлено обернену кореляцію між збільшенням кількості «Йодіс-концентрату», а відповідно і йоду та селену у досліджуваних зразках у тісті із процесами градуса кислотності, яка поступово знижуються, порівнюючи з контрольним зразком тіста.
7. Збільшення частки «Йодіс-концентрату», а відповідно і йоду та селену у досліджуваних зразках у тісті провокує небажане сповільнення процесу бродіння тіста.
8. Таким чином, на основі проведених експериментальних досліджень рекомендовано для йодування і селенування хліба «Козацького» використовувати «Йодіс-концентрат», як джерело біологічно

активного йоду та селену в кількості від 1 до 3 мл на кг борошна в технології виготовлення хліба.

Отже, введення у рецептурний склад пшенично-житнього хліба «Козацький» рекомендується додавати «Йодіс-концентрат», як джерело йоду і селену, що підвищить біологічну цінність даного продукту.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

Додержання правил техніки безпеки і виробничої санітарії залежить не тільки від виконання власником або уповноваженим ним органом своїх обов'язків, а й від того, наскільки кожний працівник знає і виконує їх під час роботи. Законом України «Про охорону праці» на працівника покладається обов'язок знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведіння з машинами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту; додержуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства; проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди; співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці; особисто вживати посильних заходів щодо усунення будь-яких виробничих ситуацій, які створюють загрозу для працюючих.

Тому усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при виникненні аварій згідно з Типовим положенням, затвердженим наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 4 квітня 1994 р. № 30 із змінами і доповненнями, внесеними наказом від 23 квітня 1997 р. № 109.

Навчання та інструктаж працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці і провадиться з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організовуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для

перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії по перевірці знань з питань охорони праці, узгоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства. У складі комісії по перевірці знань з питань охорони праці повинно бути не менше трьох осіб, які у встановленому порядку пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються протоколом. Особам, які при перевірці знань показали задовільні результати, видаються посвідчення. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань, забороняється.

Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах – на керівників цих підрозділів. Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань з питань охорони праці здійснює служба охорони праці або працівники, на яких керівником підприємства покладені ці обов'язки.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж з питань охорони праці провадиться з усіма працівниками, які щойно прийняті на постійну чи тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади; з працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі; з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства; з учнями, вихованцями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики; з учнями, вихованцями та студентами в навчально-виховних закладах перед початком трудового і професійного навчання в лабораторіях, майстернях, на полігонах тощо.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству покладено ці обов'язки, а з учнями в

навчально-виховних закладах – викладач або особа, компетентна в питаннях охорони праці, на яку покладено ці обов'язки. На великих підприємствах окремі питання вступного інструктажу можуть висвітлювати відповідні фахівці.

Інструктаж провадиться в кабінеті охорони праці або приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання та наочних посібників за програмою, що розроблена службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма і тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства чи навчально-виховного закладу. Орієнтовний перелік для складання програми міститься в Типовому положенні.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж провадиться на робочому місці до початку роботи з працівником, новоприйнятим на підприємство постійно чи тимчасово; з працівником, який переводиться з одного цеху виробництва до іншого; з працівником, який виконуватиме нову для нього роботу; з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві; зі студентом, учнем чи вихованцем, який прибув на виробничу практику, перед виконанням ним нових видів робіт, перед вивченням кожної нової теми під час проведення трудового і професійного навчання в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, на ділянках, під час проведення позашкільного навчання в гуртках та секціях тощо.

Первинний інструктаж провадиться індивідуально або з групою осіб спеціального фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних актів про охорону праці, технічної документації і орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху, ділянки, узгоджується із службою охорони праці і затверджується

керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу.

Усі робітники, у тому числі випускники професійних навчальних закладів, після первинного інструктажу на робочому місці мають протягом 2 – 15 змін, залежно від характеру роботи та кваліфікації працівника, пройти стажування під керівництвом досвідчених, кваліфікованих робітників або спеціалістів, які призначаються наказом по підприємству. Керівник підприємства або структурного підрозділу має право звільнити від проходження стажування робітника, який має стаж роботи за своєю професією не менше трьох років, переміщується з одного цеху до іншого, де характер його роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюються.

Повторний інструктаж: провадиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою один раз у квартал, на інших роботах – один раз на півріччя. Він провадиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж: провадиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування, приладів та інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших чинників, що впливають на охорону праці; при порушенні працівником, студентом, учнем або вихованцем нормативних актів про охорону праці, що може призвести або призвело до травми, аварії чи отруєння; на вимогу працівників органу державного нагляду за охороною праці, вищої господарської організації або державної виконавчої влади у випадку, якщо виявлено незнання працівником, студентом або учнем безпечних методів, прийомів праці чи нормативних актів про охорону праці;

при перерві в роботі виконаних робіт більше як на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – не більше 60 днів.

Позаплановий інструктаж провадиться індивідуально або з групою працівників спільного фаху. Обсяг і зміст інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж провадиться з працівниками при виконанні разових робіт, не пов'язаних з їх безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства тощо); ліквідації аварії, стихійного лиха; проведенні робіт, на які оформляються наряд-допуск, дозвіл та інші документи; екскурсіях на підприємства; організації масових заходів з учнями та вихованцями (екскурсії, походи, спортивні змагання тощо). Проведення інструктажу фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. Інструктажі завершуються перевіркою знань усним опитуванням за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж.

Про проведення всіх видів інструктажу, стажування та допуску до роботи особа, яка проводила інструктаж, робить запис до журналу. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

В разі необхідності інструктаж і стажування працівник може проходити у встановленому порядку на іншому спорідненому за технологією підприємстві, де є необхідні для цього умови та спеціалісти. Проведена в такому випадку робота фіксується у журналі на підприємстві, де відбувався інструктаж чи стажування, а працівнику видається відповідна довідка, що

додається до особистої справи працівника на підприємстві, яке його відряджало.

Примірник інструкції з охорони праці повинен бути виданий працівникові за його професією або вивішений на його робочому місці.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на три роки проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві. У спеціалістів виробництва перевіряються знання тих нормативних актів по охороні праці, виконання яких входить до їх службових обов'язків.

Працівники, які показали незадовільні знання, повинні протягом одного місяця пройти повторну перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій на виробництві. Особи, які й при повторній перевірці знань показали незадовільні знання, працевлаштовуються згідно з чинним законодавством.

Керівники та інші посадові особи підприємств та об'єднань чисельністю понад 500 працюючих у випадках аварії чи катастрофи можуть проходити позачергове навчання та перевірку знань з охорони праці в науково-інформаційному та навчальному центрі охорони праці.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

У всіх навчально-виховних закладах системи освіти провадиться вивчення основ охорони праці за програмами, що розробляються і затверджуються Міністерством освіти України за погодженням з Комітетом по нагляду за охороною праці. Навіть учні загальноосвітніх шкіл вивчають спеціальний курс «Охорона життя та здоров'я дітей».

На підприємствах виробничої сфери з числом працюючих понад 50 чоловік власник зобов'язаний створити службу охорони праці, діяльність якої регулюється Типовим положенням про службу охорони праці, затвердженим Державним комітетом України по нагляду за охороною праці. При кількості

працюючих менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати у порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти з охорони праці мають право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків; одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці; вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або виконують нормативи з охорони праці; зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих; надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише керівник підприємства.

Ліквідація служби охорони праці допускається лише у разі ліквідації підприємства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Adamson P. (2004) Vitamin and Mineral Deficiency: A Global Progress Report (Micronutrient Initiative, UNICEF, Ottawa).
2. Alexeev, G. V., Krasilnikov, V. N., Kireeva, M. S., & Egoshina, E. V. (2015). Use of flaxseeds in the flour confectionery. *International food research journal*, 22(3), 117–123.
3. Burk R.F, Hill K.E, Selenoprotein P. An extracellular protein with unique physical characteristics and a role in selenium homeostasis // *Annu Rev. Nutr.* 2005;25:215–35.
4. Burk RF, Norworthy BK, Hill KE, Motley AK, Byrne DW. Effects of chemical form of selenium on plasma biomarkers in a high-dose human supplementation trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2006;15:804–10.
5. Ducros V., Laporte F., Belin N., David A., Favier A. Selenium determination in human plasma lipoprotein fractions by mass spectrometry analysis // *J. Inorg Biochem.* 2000;81:105–9.
6. Fernandez-Martinez A, Charlet L (2009) Selenium Environmental Cycling and Bioavailability: A Structural Chemist Perspective. *Rev Environ Sci Biotechnology* 8 (1): 81-110.
7. Finley J.W. Selenium accumulation in plant foods // *Nutr Rev.* 2005; 63:196–202.
8. Fordis FM (2013) Selenium deficiency and toxicity in the environment. *Fundamentals of Medical Geology*, Ed Celineus, et al.
9. Ganther H.E. Pathways of selenium metabolism including respiratory excretory products // *Int. J. Toxicol.* 1986;5:1–5.
10. Gao Y., Liu Y., Den G., Wang Z. Distribution of selenium-containing proteins in human serum // *Biol Trace Elem Res.* 2004;100:105–15.
11. Gerrad D. Jones, Boris Droz, Peter Greve, Pia Gottschalk, Deyan Poffet, Steve P. McGrath, Sonia I. Seneviratne, Pete Smith, and Lenny H. E. Winkel //

Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change / PNAS. – 2017.- 114 (11). – P. 848-2853; <https://doi.org/10.1073/pnas.1611576114>

12. Jones DL, et al. (2013) Review: Nutrient Clearing: The Global Mismatch between Food Security and Soil Nutrient Stocks. *J Appl Ecol* 50 (4): 851-862.
13. Kopchak N. H., Pokotylo O. S. Age-specific features of fatty acid composition of lipid serum in rats with obesity under the influence of iodine // *Медицина та клінічна хімія*. - 2018. - Vol. 3. iss. 20. P. 63-69.
14. Kopchak N.H., Pokotylo O. S. Indicators of enzyme antioxidant system of liver of rats on the background of experimental alimentary obesity under the influence of iodine. The Second International scientific congress of scientists of Europe. Proceedings of the II International Scientific Forum of Scientists "East–West" (Vienna, 10-11 May 2018) Vienna, 2018. P. 578-583.
15. Kopchak, N. H., Pokotylo, O. S., Kukhtyn, M. D., Yaroshenko, T. Ya., Kulitska, M. I., & Bandas, I. A. Age and sex characteristics of thyroxine and triiodothyronine content in the blood of white rats with experimental alimentary obesity under the influence of iodine // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. - 2018- 9(5). – P. 2392–2397.
16. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Pokotylo, O. S., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., & Pokotylo, O. O. (2017). Staphylococcal contamination of raw milk and handmade dairy products, which are realized at the markets of Ukraine. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, (3, Iss. 1), 12-16.
17. Liao X, Liu G, Sun G, Sun X, Liu T, Lu L, Zhang L, Zhang M, Guo Y, Luo X. Determination of optimal dietary selenium levels by full expression of selenoproteins in various tissues of broilers from 1 to 21 d of age. // *Anim Nutr*. 2021 Dec;7(4):1133-1144. doi: 10.1016/j.aninu.2021.02.009. Epub 2021 Sep 14.
18. Nataliia H. Kopchak, Oleh S. Pokotylo, Mykola D. Kukhtyn, Tetiana Ya Yaroshenko, Mariia I. Kulitska and Iryna A. Bandas. Age and sex

- characteristics of thyroxine and triiodothyronine content in the blood of white rats with experimental alimentary obesity under the influence of iodine // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9, iss. 5. P. 2392-2397.
19. Patterson B.H, Zech L.A. Development of a model for selenite metabolism in humans // J. Nutr. 1992;122:709–14.
 20. Patterson B.H, Zech L.A. Development of a model for selenite metabolism in humans // J. Nutr. 1992;122:709–14.
 21. Rayman M.P., Infante H.G., Sargent M. Food-chain selenium and human health: spotlight on speciation // Br. J. Nutr. 2008;100:238–53.
 22. Raymond F. Burk, Kristina E. Hill. Regulation of Selenium Metabolism and Transport // Annu Rev Nutr. – 2015. – 35. – P. 109-34. doi: 10.1146/annurev-nutr-071714-034250.
 23. Schiera G., Di Liegro C.M., Di Liegro I. Involvement of Thyroid Hormones in Brain Development and Cancer // Cancers (Basel). 2021 May 30;13(11):2693. doi: 10.3390/cancers13112693.
 24. Schrauzer G.N. Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity // J. Nutr. - 2000;130:1653–6.
 25. Schweizer U., Schomburg L., Savaskan N.E. The neurobiology of selenium: Lessons from transgenic mice. - J Nutr. - 2004;134(4):707.
 26. Steinbrenner H, Sies H. Selenium homeostasis and antioxidant selenoproteins in brain: implications for disorders in the central nervous system // Arch Biochem Biophys. 2013 Aug 15;536(2):152-7. doi: 10.1016/j.abb.2013.02.021.
 27. Stolfuss R J, Mallany L., Black RE (2004). Comparative quantitative assessment of health risks: global and regional burden of diseases related to selected major risk factors, eds Ezzati M, Lopez AD, Rogers A, Murray CJL (World Health Organization, Geneva), Volume 1, pp. 163-210.
 28. Suzuki K.T. Metabolomics of selenium: Se metabolites based on speciation studies // J. Health Sci. 2005;51:107–14.

29. Szybiński Z. Iodine deficiency in pregnancy--a continuing public health problem // *Endokrynol Pol.* 2005 Jan-Feb;56(1):65-71.
30. Thomson C.D. Selenium speciation in human body fluids. *Analyst.* 1998;123:827-31.
31. Trofimiuk-Mudlner M, Hubalewska-Dydejczyk A. Iodine Deficiency and Iodine Prophylaxis in Pregnancy // *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov.* 2017;10(2):85-95. doi: 10.2174/1872214811666170309151538.
32. WHO, UNICEF and ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. 2nd ed. Geneva, 2001.
33. Winkel LHE, and others. (2012) Research on ecological selenium: from microscopic processes to global understanding. *Environ Sci Technol* 46 (2): 571-579.
34. Zbigniew S. Iodine Prophylaxis in the Lights of the Last Recommendation of WHO on Reduction of Daily Salt Intake // *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov.* 2017;11(1):39-42. doi: 10.2174/1872214811666170608120810.
35. Арсеньєва Л.Ю., Герасименко Л.О., Антонюк М.М. Корекція мінерального складу хліба // *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства.* – 2003. – № 16. – С. 338–343.
36. Арсеньєва Л.Ю., Дробот В.І. Збагачений йодом хліб // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість.* – 2004. – № 1. – С. 11–12.
37. Арсеньєва Л.Ю., Дробот В.І., Герасименко Л.О. Збагачений йодом хліб // *Зерно і хліб.* – 2003. – № 1. – С. 26–27.
38. Арсеньєва Лариса Юріївна. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами : дис... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Національний ун-т харчових технологій. — К., 2007. — 360 арк.+ 317арк. (дод.) — Дві кн. одиниці. — *Бібліогр.:* арк. 325-360.
39. Вибір режиму пророщування зерна для забезпечення накопичення метаболізованого селену / М.М. Антонюк, Б.І. Хіврич, В.П. Стабніков,

- Л.Ю. Арсеньєва // Хранение и переработка зерна. – 2002. – № 9. – С. 52–53.
40. Голубець О. В. Визначення жирнокислотного складу ліпідів методом капілярної газорідинної хроматографії. Методичні рекомендації / О. В. Голубець, І. В. Вудмаска. Львів, 2015. 37 с.
41. Дробот, В. І., Арсеньєва, Л. Ю., Білик, Л. Ю. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва: навч. посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 341с.
42. Збагачення пшеничного хліба мікронутрієнтами / Л.Ю. Арсеньєва, Л.О. Герасименко, М.М. Антонюк, В.Ф. Доценко // Наукові праці НУХТ. – 2003. – № 14. – С. 51–53.
43. Kopchak N. H., Pokotylo O. S. Morfological state of the liver and thyroid gland of male and female rats with experimental obesity under iodine action. Sciences of Europe. 2018. Vol. 2. iss. 31. P. 3-10.
44. Копчак Н. Г., Покотило О. С., Кухтин М. Д., Коваль М. І. Вплив йоду на показники ліпідного профілю крові щурів різного віку при експериментальному ожирінні // Медична та клінічна хімія. - 2017. - № 4 (19). - С. 123-128.
45. Копчак Н.Г., Покотило О.С. Вплив йоду на статеві особливості метаболічного профілю крові білих щурів з експериментальним ожирінням. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. 2018. № 1(72). С. 97-102.
46. Копчак Н.Г., Покотило О.С., Назарко І.С., Білецька Г.А., Коваль М.І. Вплив йоду на показники ліпідного обміну у крові самок білих щурів різного віку з ожирінням // Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. - 2018. - № 82 (2). - С. 49–55.
47. «Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот». ДСТУ ISO 13903:2005

48. Краснов В.М. Здоровье и развитие детей, проживающих в йоддефицитном регионе с разной антропогенной нагрузкой. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2001.
49. Кулик, М. Ф., Кравців, Р.Й., Обертюх, Ю.В. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія. Вінниця: Тезис, 2003. 334 с.
50. М. П. Головка та ін. Удосконалення виробництва та дослідження якості хлібобулочних виробів, збагачених на йод // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – Т.3, № 3 (23). – С. 26–29.
51. Н. Г. Копчак, О. С. Покотило, М. Д. Кухтин, М. І. Коваль. Вплив йоду на показники ліпідного профілю крові щурів різного віку при експериментальному ожирінні // Медична та клінічна хімія. – 2017. – Т. 19. - №4. – С. 123-128.
52. Олег Покотило, Володимир Лиховида, Валерій Лазарюк. Функціональний йогурт із біологічно активним йодом. V Міжнародна науково-технічна конференція "Стан і перспективи харчової науки та промисловості" – Тернопіль, ТНТУ, 10-11 жовтня 2019р. – 146 с.
53. Свиначев М.Ю. Клинико-эпидемиологические особенности йодного дефицита у детей (диагностика, лечение, профилактика). Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2002.
54. Стеблюк МЛ. Цивільна оборона: Підручник. - 3-тє вид., перероб. і доп. - К.: Знання, 2004. - 490 с.
55. Таранушенко Т.Е. Йододефицитные заболевания у детей. Автореф. дис. ...докт. мед. наук. М., 1999.
56. Трошина Е.А., Абдулхабирова Ф.М., Скрынник Е.Н. Профилактика заболеваний, связанных с дефицитом йода, в группах высокого риска их развития. Consilium Medicum [женское здоровье]. 2010, 12 (6): 17-20.
57. Трошина Е.А., Платонова Н.М., Абдулхабирова Ф.М. и др. Профилактика йододефицитных состояний у подростков // Клин. и экспер. тиреоидол. 2009, 5 (2): 34-40.

58. Хліб із пшеничного борошна. ДСТУ 7517:2014. Загальні технічні умови.
59. Шилин Д.Е. Роль йодной профилактики в комплексной реабилитации часто болеющих детей. *Врач*, 2007, 10: 8-13.
60. Щеплягина Л.А. Особенности состояния здоровья детей из районов экологического неблагополучия. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1995.