

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: **Вплив додавання олій в технології виробництва
батону Студентського на параметри якості**

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

181- Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Лановий Р. Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Вічко О. І.

(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

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Покотило О.С.

(підпис)

(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 Лановий Роман Богданович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Вплив додавання олій в технології виробництва
батону Студентського на параметри якості**

Керівник роботи Вічко Олена Іванівна, к.т.н., доцент
(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 Науково-технічна спеціальна література; нормативн-правові документи з обраної теми. Загально прийняті (стандартні) та спеціальні методики досліджень. Методи статистичної обробки даних.

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

1) Дослідження жирнокислотного профілю лляної і соняшникової олії для обґрунтування введення її у рецептурний склад батону Студентського;

2) Розроблення дослідних зразків батону Студентського з різною концентрацією лляної олії та лляного борошна;

3) Фізико-хімічна оцінка дослідних зразків тіста для виробництва батону Студентського підвищеної біологічної цінності;

4) Дослідження готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності за фізико-хімічними показниками;

5) Органолептична оцінка готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності.

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

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 роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	25.01.21 р. – 26.02.21 р.	
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)

Лановий Р. Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вічко О. І.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	10
1.1	Загальна характеристика насіння та олії з льону	10
1.1.1	Роль омега-3 жирних кислот продуктів з насіння льону для здоров'я споживачів	11
1.1.2	Функція омега-жирних кислот на клітини організму	13
1.1.3	Корисні властивості лляного насіння	14
1.1.4	Насіння льону в профілактиці деяких форм раку	15
1.2	Лляне насіння та продукти його переробки: потенційне джерело корисних інгредієнтів для харчових матриць	15
1.2.1	Біохімічні властивості насіння льону різних сортів	16
1.3	Використання продуктів переробки льону (олії і борошна) у хлібопекарському виробництві	18
1.5	Підсумки з огляду літератури	26
2	Матеріали і методи досліджень	27
2.1	Етапи проведення досліджень	27
3	Результати дослідження та їх обговорення	30
3.1	Дослідження жирнокислотного профілю лляної олії для обґрунтування введення у рецептурний склад батону Студентського	30
3.2	Розроблення дослідних зразків батону Студентського з різною концентрацією лляної олії	35
3.3	Фізико-хімічна оцінка дослідних зразків тіста для виробництва батону Студентського підвищеної біологічної цінності	37
3.4	Дослідження готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності за фізико-хімічними показниками	41

3.5	Дослідження готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності протягом зберігання	45
3.6	Органолептична оцінка готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності	48
	Висновки і пропозиції виробництву	51
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	53
4.1	Організація заходів щодо зпрофілактики травматизму та професійних захворювань на підприємствах	53
4.2	Дія працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації на підприємстві	54
	Список використаних джерел	57
	Додатки	65

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 69 с., 12 рис., 3 табл., 75 джерел.

БАТОН СТУДЕНТСЬКИЙ, ЛЯНА ОЛІЯ, ЛЛЯНЕ І ПШЕНИЧНЕ БОРОШНО, ТЕХНОЛОГІЯ СТУДЕНТСЬКОГО БАТОНУ.

Об'єкт дослідження: жирнокислотний профіль лляної і соняшникової олії, технологія батону Студентського з лляним борошном і лляною олією.

Метою роботи було обґрунтувати та здійснити дослідження щодо технології виробництва батону студентського підвищеної біологічної цінності шляхом збагаченням лляною олією і лляним борошном.

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

Встановлено, що у лляній олії переважає ліноленова кислота, кількість, якої становить $- 54,52 \pm 0,87 \%$, а на частку лінолевої кислоти припадає $12,81 \pm 0,24 \%$. Водночас у соняшниковій олії найбільшу кількість припадало на лінолеву кислоту $- 62,71 \pm 0,83 \%$, а есенціальна ліноленова кислота, становила $0,08 \pm 0,01 \%$ від усіх поліненасичених кислот. Розроблено рецептурний склад батону Студентського з підвищеним вмістом біологічно цінної ліноленової кислоти шляхом збагачення лляною олією та лляним борошном. Встановлено, що по мірі збільшення кількості лляного борошна у тісті для виготовлення батону Студентського знижується його кислотність та зменшується питомий об'єм. Виявлено, що при заміні маргарину на лляну олію та збільшені вмісту лляного борошна у студенському батоні вологість готових виробів поступово зростає. Також виявлено зниження на 1,4, 18,0 та 2,5 % величини пористості у батоні Студенському виробленому на лляній олії та збагаченим лляним борошном. Виявлено, що найповільніше зростав показник крихкуватості у дослідних зразках батону Студентського (№3, №4 і №5) із додатковим збагаченням його лляним борошном. Також у даних зразках батону протягом 72 год зберігання коефіцієнт набрякання був на 17,1, 23,7 і 32,3 % менший, порівнюючи з контрольним зразком.

Вступ

Актуальність теми. Виробництво дієтичних продуктів харчування з використанням як сировини овочів, фруктів є однією з головних цілей у галузі «здорової» їжі. Тому нині вже стало характерним створювати продукти харчування для звичайного та спеціалізованого харчування на основі сировини отриманої з різноманітних злакових культур та дикорослих форм рослин. Комбінації численних фізіологічно активних сполук зерна, фруктів, овочів і рослинної маси ймовірно спричиняють синергізм з основними поживними речовинами (ще не в повній мірі вивчені), які забезпечують достатнє позитивне сприйняття споживачами цих продуктів. Одним із найдавніших і економічно важливим насінням, яке розповсюджене в багатьох регіонах Європи є льон. Завдяки своєму хімічному складу лляне насіння стає важливим функціональним інгредієнтом харчових продуктів, оскільки містить олію багату омега-3 жирними кислотами, засвоювані білки та лігнани. Крім того, що льон є один із найбагатших джерел α -ліноленової кислоти та лігнанів, лляне насіння є незамінним джерелом високоякісного білка і розчинної клітковини та має значний потенціал як джерело фенольних сполук [1]. Для споживання людиною використовують лляне борошно у вигляді меленого зерна у вакуумній упаковці або продукти збагачені насінням льону. Наприклад, лляне насіння можна включити в традиційні харчові матриці на основі зернових культур у вигляді хліба та макаронних виробів, у яєчні продукти, у готові закусочні продукти, так як проявляє високу споживчу сприйнятливості [2]. З усіх ліпідів у насінні льону (приблизно 30 %) 53 % припадає на α -ліноленову кислоту, 17 % на лінолеву, 19 % на олеїнову, 3 % – стеаринову і 5 % – пальмітинову кислоту, яка забезпечує чудове n-6 співвідношення до n-3 жирних кислот, приблизно 0,3:1 [3]. Тому насіння може бути альтернативою для забезпечення населення цією жирною кислотою в регіонах світу, де немає значного доступу до морських продуктів, які є найкращим джерелом n-3 жирних кислот.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи було обґрунтувати та здійснити дослідження щодо технології виробництва батону студентського підвищеної біологічної цінності шляхом збагаченням лляною олією і лляним борошном.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні завдання:

- 1) Дослідження жирнокислотного профілю лляної олії для обґрунтування введення у рецептурний склад батону Студентського;
- 2) Розроблення дослідних зразків батону Студентського з різною концентрацією лляної олії;
- 3) Фізико-хімічна оцінка дослідних зразків тіста для виробництва батону Студентського підвищеної біологічної цінності;
- 4) Дослідження готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності за фізико-хімічними показниками;
- 5) Органолептична оцінка готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності.

Об'єкт дослідження – жирнокислотний профіль лляної і соняшникової олії, технологія батону Студентського з лляним борошном і лляною олією.

Предмет дослідження – зміни показників опари, тіста та у студенському батоні збагаченого лляним борошном і олією.

Методи досліджень: хроматографічні, фізико-хімічні, органолептичні, статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено рецептурний склад батону Студентського з підвищеним вмістом біологічно цінної ліноленової кислоти шляхом збагачення лляною олією та лляним борошном. Встановлено, що по мірі збільшення кількості лляного борошна у тісті для виготовлення батону Студентського знижується його кислотність та зменшується питомий об'єм. Виявлено, що при заміні маргарину на лляну олію та збільшені вмісту лляного борошна у студенському батоні вологість готових виробів поступово зростає. Виявлено, що найповільніше зростає показник крихкуватості у дослідних зразках батону Студентського (№3, №4 і

№5) із додатковим збагаченням його лляним борошном. Також у даних зразках батону протягом 72 год зберігання коефіцієнт набрякання був на 17,1, 23,7 і 32,3 % менший, порівнюючи з контрольним зразком.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано батон Студенський підвищеної біологічної цінності, який містить 10 % лляного борошна та у ньому замінено маргарин на лляну олію.

Особистий внесок здобувача. Проведено опрацювання літературних джерел та методик дослідження, проведено лабораторні дослідження та сформовано кваліфікаційну роботу.

Апробація результатів. Виступ на міжнародній науковій конференції «Сучасні досягнення в органічному синтезі, хімії полімерів та харчових добавок», присвячена світлій пам'яті та 80-річчю від дня народження д.х.н., проф. Воронова Станіслава Андрійовича / Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (м. Львів, 7-8 грудня 2021 року) (Додаток А).

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах: Лановий Р. Б. «Перспективність застосування насіння льону та продуктів його переробки у технології хлібобулочних виробів». Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (м. Львів, 7-8 грудня 2021 року (Додаток А), 2021, С 117. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота побудована із таких розділів: основної частини (огляд літератури, матеріали і методи результати досліджень); охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, списку літератури та додатків. Роботу написано на 69 сторінках і містить 12 рисунків та 3 таблиці. Список літератури має 75 посилань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика насіння та олії з льону

Ляне насіння (також відоме як насіння льону) є важливою олійною культурою, що культивується в усьому світі для отримання олії та волокна; ляне насіння є однорічним сортом *Linum usitatissimum* і представник сімейства *Linaceae* (Freeman et al., 1995) [4]. Приблизно 200 видів льону відомо у світі (Carter, 1993) [5]; воно культивується в більшій кількості ніж 50 країн. Канада є основним виробником насінням льону, потім Китай, США і Індія (Rubilar et al., 2010) [6]. Ляне насіння містить близько 36–40 % олії, що використовується для виготовлення фарби, лаків, чорнила, мила тощо (El-Beltagi et al., 2007) [7]. Однак останнім часом, ляна олія стає все більш популярною, як функціональний продукт на ринку здорового харчування через його користь для здоров'я та профілактику низки захворювань, а саме: ішемічна хвороба серця, деякі види раку, неврологічних і гормональних розладів (Herchi та ін., 2010) [8, 9, 10, 11].

Ляна олія є найбагатшим джерелом альфа-ліноленової кислоти, що становить близько 55 – 60 % від загальної кількості жирних кислот (Bozan і Темеллі, 2002) [12]. Однак цей високий вміст Омега-3 жирних кислот робить ляну олію дуже чутливою до тепла, кисню і світла (Choo et al., 2007) [13].

Насіння льону споживали століттями через його гарний смак і поживні властивості. Ляне насіння багате жирами, білками та харчовими волокнами. Містить 40% олії, 30 % клітковини, 20 % білка, 4 % золи і 6 % вологи (Zhang, et al., 2008; Wang et al., 2008) [14, 15]. Склад насіння льону залежить від виду і методу аналізу. Ляна олія має дуже «здоровий» профіль жирних кислот з низьким вмістом (приблизно 9 %) насичених жирів, помірно насичених близько (18 %,) мононенасичених жирів у високій концентрації (73 %) поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Серед вмісту ПНЖК близько 16 %

становить омега-6 жирні кислоти, в першу чергу така як лінолева кислота (LA), і 57 % альфа-ліноленової кислоти (ALA C18:3n-3) – омега-3 жирна кислота (Daun et al., 2003) [16, 17, 18].

1.1.1 Роль омега-3 жирних кислот продуктів з насіння льону для здоров'я споживачів

Омега-3 жирні кислоти все більше пропагується, як важливі харчові компоненти для здоров'я та профілактики захворювань (Lee KW et al., 2003); Whelan J та ін., 2006) [19, 20]. Збільшується кількість продуктів, які не є традиційними джерелами омега-3 жирних кислот, зокрема такі як, молочні та хлібобулочні вироби, на даний час збагачуються невеликою кількістю жирних кислот [21, 22]. Ймовірно, таке активне впровадження омега-3 жирних кислот відбулося завдяки рекомендацій, щодо їх споживання науковими групами, такими як Американська асоціація серця (Kris-Etherton PM, et al., 2002) [23]. Пошук молекулярного і клітинних механізмів, за допомогою яких омега-3 жирні кислоти впливають на здоров'я та захворювання, мають великі докази, які свідчать про те, що ці харчові ліпіди модулюють численні процеси, включаючи розвиток мозку та зору, запальні реакції, тромбоз та канцерогенез (Marchioli et al., 2008) [24].

Зазвичай харчові продукти містять складну суміш жирів і олій основними структурними компонентами, яких є жирні кислоти, які класифікуються як насичені, мононенасичені і поліненасичені та мають значний вплив на організм, включаючи β-окислення для отримання енергії, зберігання в депо-жиру або включення до фосфоліпідів, які утворюють основні структурні компоненти всіх мембран клітин. Однак, не всі жирні кислоти харчових продуктів є такими, що позитивно впливають на функціонування клітин. Тому омега-3 жирні кислоти мають надходити в організм з харчовими продуктами, адже вони не синтезують в клітинах людини. Навіть серед харчових поліненасичених жирних кислот, існують різні сімейства сполук, і це лежить в основі різниці між омега-3 жирними кислотами та іншими харчовими ліпідами. Омега-3 жирні кислоти зазвичай становлять

невелику частку від загального добового споживання жирних кислот у країнах Європи (Whelan J, 2006; Taber L, et al., 1998) [20, 25]. Хоча в організмі харчова α -ліноленова кислота перетворюється в ейкозапентаєнову, докозапентаєнову і докозагексаєнову кислоти. Спосіб перетворення наведено на рис. 1.1.

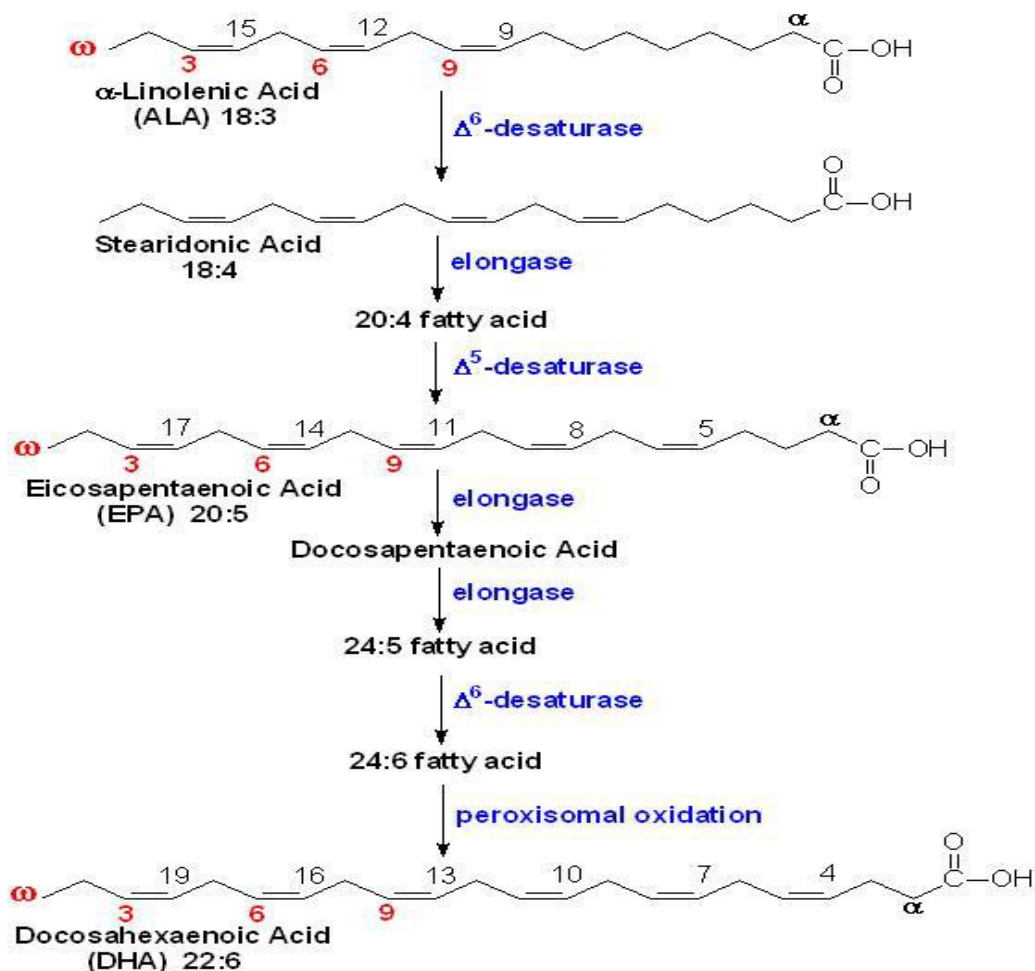


Рис. 1.1. Шлях перетворення α -ліноленової кислоти в ейкозапентаєнову, докозапентаєнову і докозагексаєнову кислоти [2]

Виявлена певна користь омега-3 жирних кислот рослинного походження на біологічні процеси; однак пов'язана з цим користь для здоров'я ймовірно незалежала від перетворення α -ліноленової кислоти до ейкозапентаєнову, докозапентаєнову і докозагексаєнову кислот. Крім того, дієтичні масла, які є багаті α -ліноленовою кислотою, здебільшого, не відтворюють біологічну активність (Кріс-Етертон РМ, et al., 2002) після споживання омега-3 жирні кислоти вбудовуються в клітинні мембрани у всіх тканинах організму.

Клітинні мембрани в деяких тканин (наприклад, сітківки, мозку та міокарда) особливо збагачені ними жирні кислоти. Наприклад, близько 30 % від всіх жирних кислот в зовнішньому сегменті мембрани сітківки фоторецепторів – це омега-3 жирні кислоти (Bazan et al., 1990) [26]. Справа в тому, що ці та інші клітини розробили такий клітинний механізм свого функціонування, який передбачає включення даних поживних речовин у мембрани, що вказує на те, що ці жирні кислоти відіграють важливу роль у належній функції клітини. Насправді більшість клітинних мембран накопичують омега-3 жирні кислоти в таких кількостях, які значно переважають їх добове надходження з продуктами харчування, тому це вказує на необхідність включення поліненасичених жирних кислот групи омега-3 в середній раціон.

1.1.2 Функція омега-жирних кислот на клітини організму

Зміни щодо складу поліненасичених жирів у продуктах харчування змінюють жирнокислотний склад мембран клітини, частково через це жирні кислоти являють собою резервуар молекул, які відіграють важливу роль у міжклітинних або внутрішньоклітинних сигнальних шляхах. Зокрема, дієтичні омега-3 жирні кислоти конкурують з сімейством омега-6 дієтичними поліненасиченими жирними кислотами для побудови всіх клітинних мембран (Calder PC, et al., 2006; Nealy DA, et al., 2000) [27, 28]. Мабуть, найбільш важливий з усіх клітинних поліненасичених жирних кислот є члени сімейства омега-6 – арахідонова кислота. Коли клітини активуються зовнішніми подразниками, арахідонова кислота вивільняється з клітинних мембран і перетворюється на потужні клітинні медіатори, такі як тромбоксани, простагландини і лейкотрієни (Funk CD, 2001) [29, 30].

Вважається, що метаболізм арахідонової кислоти є мішенню нестероїдних протизапальних засобів (наприклад, ацетилсаліцилова кислота, ібупрофен), циклооксигеназа-2 інгібітори (ЦОГ-2) (наприклад, рофекоксиб, целекоксиб) (Loewen PS, 2002) [31] і антагоністи лейкотрієнів (наприклад, монтелукаст, зафірлукаст) (Riccioni G, et al., 2007) [32]. Омега-3 жирні кислоти в їжі впливають безпосередньо на метаболізм арахідонової кислоти, оскільки

вони витісняють арахідонову кислоту з мембран і конкурують з арахідоновою кислотою за ферменти, які каталізують біосинтез тромбоксанів, простагландинів та лейкотрієнів [27].

Здатність омега-3 жирних кислот втручатися в метаболізм арахідонової кислоти в серці сприяє пропонуванню їх як протизапальних засобів при серцевих хворобах. Омега-3 жирні кислоти також можуть впливати на функцію мембранно-асоційованих білків, що знаходяться в безпосередньому контакті з ліпідним бішаром клітинної мембрани. Білок сітківки родопсин – це приклад цього явища (Sangiovanni JP, et al., 2005) [33].

Харчові джерела незамінних жирних кислот омега-3 включають:

Ляна олія (ляна олія) - найбагатше природне джерело; Насіння льону; Конопляна олія (найкращий баланс омега 6:3); Ріпакова олія; Гарбузове насіння; Соєва олія (багача омега-6); Олія волоського горіха (багача омега-6); Волоські горіхи; Жирна риба.

1.1.3 Корисні властивості лляного насіння

Омега-3 жирні кислоти відіграють балансову роль у харчуванні [34, 35]. Вони коригують дисбаланс у сучасних дієтах, які вирішують проблемм зі здоров'ям. Ми можемо збалансувати своє споживання омега-3 жирних кислот шляхом додавання лляного насіння у вигляді лляної олії в раціон. Лляне насіння забезпечує наступний вплив на здоров'я: нижчий ризик серцевих захворювань –ляна олія допомагає запобігти атеросклерозу. Це робить тромбоцити менш липкими завдяки перетворенню альфа-ліноленової кислоти лляної олії в ейкозапентаєнову кислоту (ЕРА) і 3-простагландини.

Ляна олія знижує підвищений рівень кров'яного тиску при гіпертонії, який виникає через наявність речовини, дуже схожої за хімічним складом до простагландин Е1.

Дослідження показують, що дієта з високим вмістом альфа-ліноленової кислоти знижує ризик виникнення захворювання серця за рахунок зниження рівня холестерину і шляхом запобігання накопиченню шкідливих відкладень на артеріях. Епідеміологічні та експериментальні дані надали докази

сприятливого впливу омега-3 жирних кислот в профілактиці серцево-судинних захворювань. У 2002 р. Аамериканська Асоціація серця опублікувала наукову заяву щодо схвалення використання омега-3 жирних кислот для первинної та вторинної профілактики [23]. Протиартеріосклерозний ефект омега-3 жирних кислот піддавався інтенсивному дослідженню. Виявлено, що дози 2–6 г/день омега-3 жирних кислот виявляється здатними знижувати рівень тригліцеридів у плазмі крові і холестерину, які залишаються постійними або навіть зменшуються незначно (Mensink R P, et al., 1990).

1.1.4 Насіння льону в профілактиці деяких форм раку

Ляне насіння містить харчові волокна та омега-3 жирні кислоти у формі альфа-ліноленової, яка може допомогти зменшити ризик розвитку рак. Крім того, нове дослідження на жінках з діагнозом рак молочної залози показало уповільнення росту пухлини з додаванням насіння льону або лляної олії до їхнього раціону. У 2009 році судовий розгляд встановив, що добавка ейкозапентаєнової кислоти в дієту хворим на рак дозволяє зберігати м'язову масу (Ryan AM, et al., 2009) [37]. Крім того, повідомляється, що експресія деяких онкогенів модулюється омега-3 жирними кислотами (Fernandes G, et al., 1990) [38]. У 2007 році встановлено, що пероральний прийом омага-3 жирних кислот у формі добавок приносять користь хворим на рак (Colomer R, et al., 2007) [39]. Загалом це сприяє до зменшення асоційованих біохімічних факторів раку (Kimura Y, et al., 2001) [40].

1.2. Ляне насіння та продукти його переробки: потенційне джерело корисних інгредієнтів для харчових матриць

Насіння льону є однією з найважливіших олійних культур для промислових, а також харчових і кормових цілей. Майже кожна частина рослини льону використовується в комерційних цілях безпосередньо або після обробки. Стебло дає високоякісне волокно, яке має високу міцність і

довговічність. Насіння містить масло, багате омега-3 жирними кислотами, легкозасвоюваними білками та лігнанами [1, 41]. Окрім того, що лляне насіння є одним з найбагатших джерел олії та лігнанів, α -ліноленової кислоти, воно є важливим джерелом високоякісного білка та розчинної клітковини та має значний потенціал, як джерело фенольних сполук [1, 42]. Лляне насіння стає важливим функціональним харчовим інгредієнтом через багатий вміст α -ліноленової кислоти, лігнанів і клітковини. Лігнани є антиканцерогенними сполуками. Фітоестрогени, омега-3 кислоти і лігнани з насіння льону є в центрі уваги багатьох досліджень через їх користь для широкого спектру станів здоров'я і можуть володіти хіміозахисними властивостями у тварин і людей [43].

1.2.1 Біохімічні властивості насіння льону різних сортів

Білковий комплекс

При визначанні біохімічних показників насіння льону досліджено його намтупні олійні сорти «Білосніжка», «ЛМ 98», «ЛМ 97» і канадський сорт «Норлін» [3]. Встановлено, що всі вивчені сорти насіння льону були близькі за структурою, а співвідношення основних білкових компонентів - 11 s і 7 s глобуліни. Можна помітити деякі відмінності у другорядних компонентах альбумінової фракції. Сорти ЛМ 98 і «Білосніжка» виявилися ідентичні за другорядними компонентами, які представляють фракцію альбуміну. Відрізняється сорт «Норлін» з них за наявністю поліпептидів 1 і 2 у фракції альбуміну, і відсутність компонента 5 у сорті «ЛМ 97», який відрізняється від перших двох слабкістю прояву компонента 4 у фракції альбуміну і сильніший прояв компонента 3.

Ліпідний комплекс

Ліпідний комплекс досліджуваних зразків насіння визначався на основі загального жирнокислотного складу кислот. Ліпіди насіння сорту «ЛМ 98» мають високий вміст ліноленової кислоти (67,3 %), ліпідні комплекси насіння «ЛМ 97», «Білосніжка» і «Норлін» характеризуються високим вмістом

лінолевої кислоти (60,1 %, 53,7 % і 61,5 % відповідно). Оптимальне співвідношення омега-3 і омега-6 жирних кислот (ω -6/ ω -3), який рекомендований Інститутом харчування в раціоні здорової людини має бути (5–10):1 і в профілактичному харчуванні – (3–5):1 (Іпатова та ін., 2009) [44]. Жоден з чотирьох досліджуваних насіннь льону не відповідають оптимальному співвідношенню омега-3 і омега-6 жирних кислот ω -6/ ω -3. Отримана олія з насіння «Білосніжка», «ЛМ 97» і «Норлін» мають схоже співвідношення ω -6/ ω -3 (0,25:1–0,28:1). Олія з льону насіння «ЛМ 98» істотно відрізняється від попередніх трьох, що мають співвідношення ω -6/ ω -3 (25:1). Для отримання ліпідного комплексу з рекомендованим оптимальним співвідношенням поліненасичених жирних кислот ω -6/ ω -3 в продуктах, вироблених з цього насіння льону рекомендується використовувати змішування ліпідів насіння «ЛМ 98» з ліпідами насіння «Білосніжка», «ЛМ 97» і Норлін [3].

Реологічні властивості гелів насіння залежать від складу і хімічної структури, деякі раніше опубліковані дані (Красильников і Кіреєва, 2011, Кіреєва і Алексєєв, 2014) [45, 46] показують, що гелі з льону характеризуються підвищеним вмістом нейтральної фракції, високим вмістом ксилози в полісахаридах, причому мають помірне співвідношення рамнози до ксилози. В загальному полісахариди мають високі в'язкі характеристики дисперсій. На основі наших експериментальних даних отримані гелі з досліджених сортів насіння можна класифікувати за їх впливом на в'язкість водних дисперсій, як сліди «Норлін» > «Білосніжка» > «ЛМ 97» > «ЛМ 98».

Отже, на основі оцінених біохімічних властивостей різних сортів насіння льону, встановлено, що насіння льону можна розглядати як сировину або як ефективну харчову добавку, що регулює харчову цінність, консистенцію, органолептичні властивості та термін зберігання борошняних кондитерських виробів для нормального і спеціалізованого (дієтичного) харчування. Проведене дослідження показує високу мінливість насіння льону різних сортів за вмістом і хімічним складом основних поживних речовин, особливо ліпідної фракції. Співвідношення ω -6/ ω -3 жирних кислот в ліпідах

коливається в межах 0,25-25. Показано, що в'язкість тіста, приготовленого з повножирного лляного борошна збільшується пропорційно збільшенню вмісту ксилози в некрохмальних полісахаридах насіння льону. Було показано, що загальна деформація бісквітів, випечених з лляного борошна, зменшується пропорційно зниженню співвідношення арабінози до ксилози в некрохмальних полісахаридах. Пружна деформація тіста зменшується до пропорційно зменшенню кількості пентоз в некрохмальних полісахаридах, а також у пропорції до зниження співвідношення галактоза-ксилоза, і глюкози в ксилозу. В результаті поточного дослідження, технологія приготування бісквітних коржів з льону збагачує його поліненасиченими жирними кислотами і харчовими волокнами, що робить продукт призначений для спеціалізованого харчування [3].

1.3. Використання продуктів переробки льону (олії і борошна) у хлібопекарському виробництві

Також, дослідники (Бондаренко Ю. В., та ін., 2020) [48] вивчали можливість впровадження лляного борошна у технологію виробництва булочних виробів, бубликів, хлібних паличок та хліба. У результаті досліджень виявили, що введення у склад лляного борошна із насіння льону до 20 % від загальної кількості всього борошна або введення у склад цілого насіння до 15 % від кількості борошна є цілком можливим. Водночас під час виробництва листових виробів можливе застосування побібненого льону до 15 %. При цьому за такого вмісту виявлено необхідність зменшити кількість доданого жиру з 35 % до 20 %, що носить економічний ефект. Під час розроблення технології хлібних паличок встановлено можливість введення борошна із льону до 25 %, за такої його кількості покращується органолептична оцінка виробу та біологічна цінність. Під час виробництва сушки (бубликів) максимально можливе введення насіння льону до 15 % від загальної кількості борошна. Автори вважають, що за такої кількості

подрібненого насіння чи борошна значно підвищується поживність готових виробів, а органолептичні властивості суттєво не погіршуються.

У дослідженнях (Радькової В. Є., 2013 [35]) наводяться дані про рецептуру дослідних зразків та споживчі його властивості хліба із вмістом лляного борошна. Виявлено, що 65 % споживачів готові вибирати хлібобулочні вироби, які мають підвищену біологічну цінність за рахунок вмісту борошна чи олії з насіння льону. При цьому дослідники виготовили хліб із лляним борошном і за фізико-хімічними властивостями він проявляв меншу формостійкість, а за органолептичними властивостями з вмістом борошна льону до 30 %.

У технології включення насіння льону у хлібопекарську галузь виникає проблема його подрібнення через високий вміст жироподібних речовин. Дослідники (Ziemichód A., et al., 2020) [49] вивчали різні способи подрібнення льону та вплив його на фізичні та сенсорні властивості безглютенового хліба з додаванням цілого і меленого насіння льону. Як результати даних досліджень було встановлено, що незважаючи на більшу енергоємність процесу кульового подрібнення насіння льону було помічено різні переваги, такі як збільшення виходу тіста (з 230 % до 260 %) і питомого обсягу хліба (з 1,49 до 1,74 см³ г) та зниження кришіння хліба (з 1,8 % до 0,8 %) при цілому насінні льону та подрібненому, яке потім використовуються в рецепті хліба. Слід зазначити, що відбулося значне покращення виходу тіста, кольору хліба, об'єму, текстури та сенсорна оцінка після використання цілого та меленого насіння льону. В додаток, ці показники якості були значно кращими для безглютенового хліба з меленим лляним борошном в порівнянні з цілим насінням льону. Індекс осипання, розроблений у цих дослідженнях, тісно пов'язаний з органолептичною оцінкою текстури ($r = 0,97$), і тому може використовуватися для оцінки якості хліба.

Ляне волокно є багатим природним джерелом харчових волокон. У дослідженнях (Marie H., et al, 2017) [50] повідомлено, що додавання лляної клітковини за концентрації 2,5 і 5,0 % змінюють в'язкість пшеничного

борошна, а також реологічні властивості неферментованого і ферментованого тіста. Відмінності, зафіксовані між волокном із золотистого та бурого насіння льону (ЗН та БН відповідно), проте вони не були значущими. Буре насіння викликало більш сильне підвищення еластичності неферментованого тіста. Додавання обох видів насіння скорочувало час бродіння та частково зменшувало об'єм тіста протягом трьох фаз ферментації.

Результати тесту на випікання відповідали змінним реологічним параметрам тіста. На основі принципу компонентного та кластерного аналізу, були визначені репрезентативні ознаки для кожного реологічного тесту: максимум амілографу (тест на амілограф), температура склеювання (тест RVA), ступінь розм'якшення тіста (тест на фаринографі), коефіцієнт екстензиграфа (тест екстензиграфа) були обрані як репрезентативні ознаки. Для оцінки поведінки ферментованого тіста, композиції з пшеничного борошна та лляного волокна можна диференціювати за часом ферментації (тест на ферментографі) і об'єм тіста (тест OTG).

Дослідники (Zhu F. et al., 2019) [51] проводили дослідження з введенням у склад національного китайського парового хліба насіння льону, який є основним продуктом харчування серед азіатського населення. Насіння льону (*Linum usitatissimum*) – це новий «здоровий» харчовий інгредієнт, багатий рядом біологічно активних компонентів. Мелені насіння льону були включені в рецептуру парового хліба у північному стилі до 20 %. Досліджено різні фізико-хімічні, харчові та сенсорні властивості отриманого готового виробу. Виявлено, що додавання насіння льону знижувало питомий об'єм і коефіцієнт розпливання парового хліба, одночасно збільшуючи твердість і жувальну здатність залежно від дози. Додавання насіння льону до 15 % мало впливало на загальну сенсорну прийнятність готового виробу. З точки зору харчування, додавання насіння льону підвищило антиоксидантну активність китайського парового хліба *in vitro*, одночасно знижуючи засвоюваність крохмалю *in vitro* та очікуваний глікемічний індекс. Автори зробили висновок, що лляне насіння

має потенціал для підвищення харчової якості китайського парового хліба без негативного впливу на його якість.

Насіння льону є однією з найважливіших олійних рослин. Екстракція лляної олії дає побічні продукти з високою харчовою цінністю. Вчені (Wirkiowska A. et al.) [52] проводили дослідження з метою оцінки можливого використання побічних продуктів лляної промисловості (борошно (БЖ) та жмихи (ТМ)), як функціональної сировини для виробництва хліба. Пшеничний хліб збагачували додаванням 5, 10 і 15 % субпродуктів з насіння льону. Досліджено вплив добавок борошна та жмихів на якість хліба, хімічний склад та сприйняття продукції споживачами. Отримані дані дослідження свідчать, що додавання лляного борошна та жмихів збільшує вихід хліба на 146,6 та 148,4 % відповідно, для зразків із 15 % додавання борошна та жмихів, порівняно з контрольним хлібом (137,5 %). Аналіз текстури показав, що обидва побічні продукти змінюють середні значення твердості, еластичності, жовкості та кольору м'якушки. Побічні продукти насіння льону сприятливо впливають на вологість м'якуша, але негативно впливають на питомий об'єм і пористість, а додавання жмихів викликає менші зміни. Додавання компонентів льону підвищило харчову цінність хліба, одночасно знижуючи його калорійність. Дослідження показали, що 10 % додавання лляного борошна дає хліб з високою харчовою цінністю та прийнятними сенсорними властивостями.

Під час вивчення структурно-механічних властивостей технології виробництва пшеничного хліба (Cappa et al., 2013, Sciarini et al., 2010) [53, 55], Zannini et al., 2012) [56] було встановлено наступне. Кількість і якість клейковини, що міститься в пшеничному борошні, має значний вплив на її хлібопекарські властивості, а отже, і на якість одержуваного хліба. Під час змішування клейковини білки утворюють безперервну когезійну в'язкопружну мережу, здатну утримувати вуглекислий газ, що утворюється під час ферментації та початкового випікання, що є вирішальним для кінцевого об'єму хліба та структури м'якушки. Заміна цього важливого білка,

що формує структуру, є серйозною технологічною проблемою, оскільки хліб без глютену зазвичай має низьку технологічну якість, малий об'єм, високу твердість м'якушки та високу швидкість черствіння. Гідроколоїди, які використовуються як замітники глютену в продуктах без глютену, включають гідроксипропілметилцелюлозу, метилцелюлозу, карбоксиметилцелюлозу, ксантан, гуарова камедь, пектин, камедь рожкового дерева, трагакант, карагенан, агар, коньякова камедь, камеді або камеді β -глюкан (Anton and Artfield, 2008 [57], Lazaridou et al., 2007 [58], Pruska-Kędzior et al., 2008 [59]).

Ляне насіння містить приблизно 6 % слизу, який переважно (75 %) складається з арабіноксиланів (Guilloux et al., 2009 [60], Thakur et al., 2009 [61]). Ці некрохмальні полісахариди можна знайти в багатьох типах рослин, включаючи злаки, такі як пшениця або жито. Їх хребет утворений β -1-4 д-ксилопіранозильними залишками, заміщеними різною мірою l-арабінозою та іншими моносахаридами, включаючи d-глюкозу, d-глюкуронову кислоту та d-галактозу. Чим вище рівень заміщення l-арабінози, тим більш розчинними є арабіноксилани. У воді вони можуть утворювати високов'язкі розчини – приблизно дві третини внутрішньої в'язкості екстрактів пшеничного борошна приписують арабіноксиланам, які екстрагуються водою, тому вони діють так само, як і глютен під час ферментації, оскільки сповільнюють швидкість дифузії вуглекислого газу з тіста, сприяючи утриманню газів. Під час початкової фази випікання арабіноксилани, що екстрагуються водою, стабілізують газові клітини пшеничного тіста, що подовжує підйом у духовці та покращує характеристики хліба (твердість, структуру та текстуру, об'єм хліба) (Goesaert et al., 2005) [62]. Тому можна покращити погану хлібопекарську якість пшеничного борошна шляхом додавання невеликої кількості водорозчинних арабіноксиланів, як показали у своїх дослідженнях (Biliaderis, Izydorczyk, and Rattan, 1995) [63].

У дослідженнях вчених (Wirkiјowska A., et al., 2020) [64] було вивчити вплив слизу, вилученого з насіння льону, на реологічні властивості тіста на основі крохмалю, а також якість і швидкість черствіння безглютенового хліба,

виготовленого з їх додаванням. У даних дослідженнях було застосовано водний екстракт насіння льону як структуроутворювача при безглютенівій випічці та оцінка їх впливу на реологічні властивості тіста та якість хліба, особливо на швидкість його черствіння. Аналіз реологічних властивостей тіста, структурованого з лляного слизу, показав, що за відсутності зовнішнього напруження системи виявляють реологічні властивості, які можна порівняти з контрольним зразком. Однак вони набагато більш сприйнятливі до механічних навантажень. Заміна гуарової камеді та пектину лляною слизу покращила сенсорне сприйняття хліба та мала обмежений вплив на текстуру та черствіння хліба. Результати щодо органолептичних та фізико-хімічних показників хліба свідчать про те, що ліофілізований екстракт насіння льону може бути використаний як природний та ефективний структуроутворювач у цьому типі хлібобулочних виробів.

У дослідженнях (Švec, I., & Hrušková, M. 2018) [65] з вивчення впливу золотистого та коричневого лляного волокна на клейстер з пшеничного борошна, властивості тіста та якість хліба, використовували пшеничне борошно, яке було підсилене лляним волокном з грануляцією 500–700 мкм. Використовуючи насіння врожаю льону 2015 року, було отримано волокно льону з двох золотистих та одного коричневого сортів льону «Amon», «Raciol» та «Recital» відповідно. Додатки на рівнях 2,5 % і 5,0 % м'яко вплинули на активність амілаз і технологічну якість білка, оцінені за допомогою тестів Falling Number і Zeleny, відповідно. І коричневе, і жовте лляне волокно значно підтримувало еластичність неферментованого тіста на екстензографі. Потенціал випікання тестованих композитів оцінено як енергія екстензографа значно зменшилася приблизно на 7–18 %, ймовірно, через розведення клейковини тіста. Склеювання борошняних композитів відображало гідрофільний характер нетрадиційного матеріалу – в'язкість амілографа була підвищена з 590 одиниць до приблизно 700 одиниць за допомогою волокна з сортів льону Amon і Recital і приблизно до 930 одиниць з волокном сорту Raciol. Склеювання профілів борошняних композитів, зафіксованих за

допомогою Rapid Visco Analyser, підтвердило цей висновок. Бродіння тіста було представлено тестом матурографа, під час якого досліджувані зразки частково диференціювали за стійкістю тіста. Відображаючи невеликі зміни в'язко-еластичних властивостей тіста, питомі об'єми булочок були подібними для всього набору зразків. Слабке погіршення склепіння булочок відображало часткове порушення скелета клейковини тіста. Споживчу якість усіх покращених варіантів хліба оцінювали за категорією прийнятний, що визначається як проникнення крихти (значення вище 20 мм).

Вплив різної пропорції порошку детоксикованого лляного борошна на реологічні властивості тіста та хлібопекарські властивості було досліджено вченими (Ming, L. C. M. 2007) [66] шляхом його екструзійної обробки. Встановлено, що зі збільшенням доданої детоксикованої лляного борошна збільшується водопоглинання і м'якість комплексного борошна; час формування тіста, час стійкості та значення валориметра знижується; також зменшується максимальна стійкість до розтягування, розтяжність і енергія розтягування тіста. Із збільшенням додавання детоксикованої лляної муки зменшується питомий об'єм хліба, виготовленого з комплексного борошна (пшеничного і лляного), але суттєво не змінюється показники відчуття, твердість і пружність. Найоптимальніші випічки хліба відмічалися, коли рівень включення детоксикованого лляного зерна знаходився в межах 5 %.

Рослинні олії, крім лляної і канולי містять низький вміст α -ліноленової кислоти. Лляна олія легко окислюється, якщо не зберігати належним чином через високий рівень ліноленової кислоти. Вона має якість зменшувати рівень холестерину та ліпідів низької щільності у ссавців, особливо у жінок [11].

Пшениця є основним зерном, що забезпечує найвищий білок і енергію порівняно з будь-якою іншою крупою. Печиво є концентрованим джерелом енергії і дає вдвічі більше енергії, ніж хліб. Вони найкращі в дієтичному харчуванні значущість, смачність, компактність і зручність [12]. Ціле, а також мелене лляне насіння входить до складу різноманітних хлібобулочних виробів. Воно надає специфічний горіховий аромат різним хлібобулочним

виробам, таким як хліб, вафлі, млинці при вживанні на рівні від шести до восьми відсотків від загальної кількості інгредієнтів в рецептурі [17]. Жири та олії є важливими інгредієнтами випічки залежно від типу хлібобулочних виробів. Специфічними властивостями тістечок і печива є залежать від жиру, оскільки вони містять велику кількість жиру. На в'язко-еластичність тіста впливають характер і кількість жиру.

Кількість жиру є критичною для правильного розвитку структури та зменшення кількості жиру або заміна зрідженої олії твердим жиром призвела до помітного зниження жорсткості тіста. Більш високий вміст жиру дає м'яке текстурне тісто в короткі тісто.

Сьогодні лляне насіння користується все більшою популярністю у всьому світі як функціональний продукт харчування. Нинішнє дослідження було заплановано для оцінки придатності лляної олії до печива і перевірити його вплив на фізико-хімічні характеристики печиво.

У дослідженнях (Masih S, et al., 2014) [44] вивчали вплив заміни соняшникової олії у технології виробництва печива на лляну олію. Готували п'ять зразків печива з різним вмістом лляної олії (0, 25, 50, 75 і 100 %). Виявлено, що ефект від використання лляної олії був значним під час зберігання, зокрема фізичні характеристики, наприклад, ширина істотного не змінювалася, по відношенню до контрольного печива. Однак печиво, яке готувалося із 100 відсотків лляної олії показало найвищу ширину (279 мм) і коефіцієнт поширення (46,39 мм), тоді як максимальна ширина (275 мм) була відзначена в стандартному зразку. За різної концентрації лляної олії у печиві та подальшого його зберігання виявили незначні відмінності за вмістом вологи, жиру та безазотистого екстракту, хоча були зафіксовані незначні відмінності щодо вмісту білка, клітковини та золи. Максимальне середнє значення білка (7,81%), золи (0,63%) та клітковини (0,22%) зафіксовано в печиві, яке приготоване за 50-відсоткової заміни лляної олії. Печиво приготовлене за стандартним рецептом мало максимальну вологість (3,06 %), тоді як максимальний вміст жиру (25,18 %) було зафіксовано для

приготованого печива з 25-відсотковою заміною лляною олією. Дані також показали, що вміст вологи збільшено, а вміст білка, золи, жиру, клітковини та зменшується зі збільшенням тривалості зберігання.

Підсумки з огляду літератури

З наведених вище наукових досліджень випливає, що науковці намагаються постійно підвищити біологічну цінність хлібобулочних виробів шляхом введення до їхнього складу насіння льону та продуктів його переробки. При цьому науковці відмічають високу поживну цінність продуктів лляної промисловості та значний їх вплив на різні органи та системи, як на «здоровий» організм, так і при різних патологіях. Особливо корисне насіння льону при серцево-судинних захворюваннях, які спричиняються «поганим» холестерином, завдяки високому вмісту омега-3 жирних кислот. Практично усі наукові дослідження повідомляють про необхідність розробки продуктів з льоном і позитивний вплив від збагачення насінням льону та продуктами його переробки пшеничного хліба та різних борошняних виробів.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Планування досліджень за темою магістерської роботи та проведення лабораторних експериментів виконано в наукових лабораторіях кафедри ХБ (харчової біотехнології і хімії) Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя.

Метою роботи було обґрунтувати та здійснити дослідження щодо технології виробництва батону студентського підвищеної біологічної цінності шляхом збагаченням лляною олією і лляним борошном.

Об'єкт дослідження: жирнокислотний профіль лляної і соняшникової олії, технологія батону Студентського з лляним борошном і лляною олією.

Предмет дослідження: зміни показників опари, тіста та у студентському батоні збагаченого лляним борошном і олією.

Методи досліджень: хроматографічні, фізико-хімічні, органолептичні, статистичні.

2.1 Етапи проведення досліджень

Детальна блок схема проведення лабораторних досліджень за етапами кваліфікаційної роботи представлена на рис. 2.1.

У процесі виконання експериментів досліджено три проби лляної та три проби соняшникової олії для порівняння їх жирнокислотного профілю, особливо за вмістом поліненасичених жирних кислот. На даному етапі використано хроматографічний метод визначення жирних кислот (хроматограф Hewlett Packard HP-6890 з капілярною колонкою SP-2560 [73].

На наступному етапі лабораторних досліджень (підрозділ 3.2) було розроблено чотири дослідних та один контрольний зразки батону Студентського з різною концентрацією лляного борошна та лляною олію.

На третьому етапі оцінки дослідних зразків батону з різною кількістю лляного борошна та на лляній олії було визначено інтенсивність

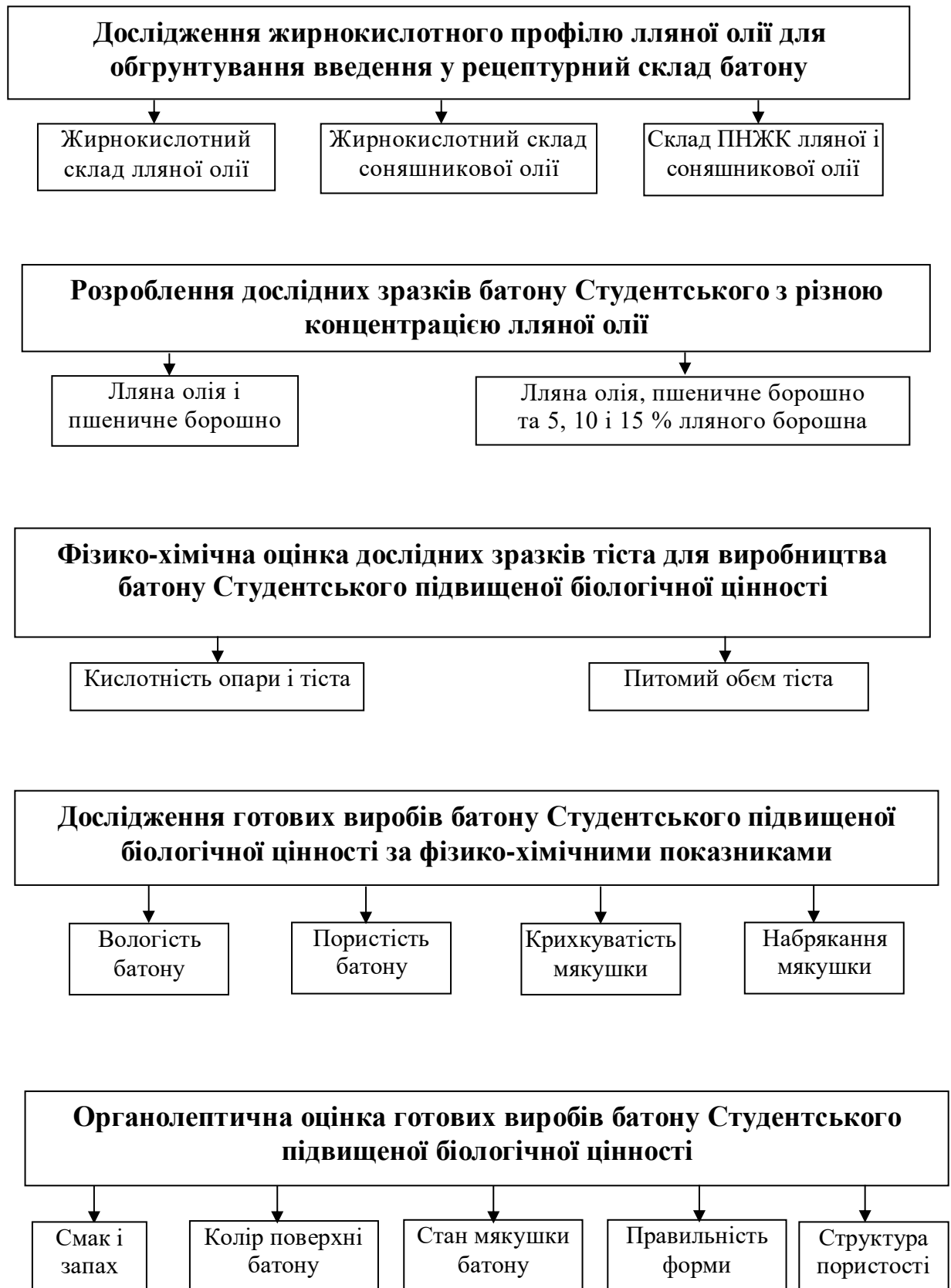


Рис. 2.1. Схема проведення досліджень за темою кваліфікаційної роботи

бродильного процесу у великій густій опарі за вмістом градус кислотності та зміни в тісті під час дозрівання за показником питомий об'єм тіста та кислотністю.

На даному етапі визначено загальноживані фізико-хімічні методи оцінки тіста. Зокрема, методи, які описані у методичних рекомендаціях (Каррук Н. В. 2016) [74] та лабораторному практикумі (Дробот В. І., та ін., 2006) [75].

На четвертому етапі проведено глибокі дослідження готових виробів спечених зразків батону Студентського з вмістом лляної олії та лляного борошна. При цьому якість визначали за величиною вологості та пористості мякуша відповідно до методичних рекомендацій (Каррук Н. В. 2016) [74].

Крім того було визначено процеси черствіння зразків батону протягом 72 годин зберігання за показником крихкуватість та коефіцієнтом набрякання мякушки. Для визначення даних показників використовували методики згідно (Ярошевич Т. С., та ін., 2016) [68] та практикуму (Дробот В. І., та ін., 2006) [75].

На останньому етапі (підрозділ 3.5) готові вироби батону зі лляною олією і лляним борошном підданно органолептичній оцінці. При цьому дегустаційна комісія визначала за кількістю балів такі показники: колір поверхні батону, смак і запах, стан мякушки та її пористість, форма виробу.

Усі лабораторні дослідження проведено у трьохразовій повторності та отримані експериментальні дані піддано статистичній обробці з використанням відповідних комп'ютерних, зокрема програм Statistica 10. Отриману різницю між порівнювальними значеннями приймали вірогідною за $p \leq 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Дослідження жирнокислотного профілю лляної олії для обґрунтування введення у рецептурний склад батону Студентського

Нині основними тенденціями на світовому ринку харчової промисловості є зростання сегменту харчових продуктів функціонального призначення, які широко використовують натуральні інгредієнти багаті на ті чи інші поживні речовини. З цією метою в харчовій промисловості впроваджується ряд нових технологій, які забезпечують формування функціональних властивостей харчових продуктів. Завдання забезпечення населення країни лікувальним та функціональними харчовими продуктами є надзвичайно актуальним. Виробництво цих продуктів вимагає нестандартного підходу. Дану проблему можна вирішити шляхом використання у виробництві хлібобулочних виробів продуктів переробки льону.

Льон (*Linum usitatissimum*) – це унікальний природний продукт, який в сучасному світі майже забутий, а виробництво лляної олії витіснили більш дешеві рослинні олії, хоча лляна олія вважається набагато кориснішою, порівняно з традиційними соняшnikовою та кукурудзяною. Застосування лляної олії має вплив на загальний імунітет організму, серцево-судинну систему, що дуже важливо в сучасному життєвому ритмі. Про позитивний вплив лляної олії на організм людини відомо досить давно (Tutelyan V.A. 2004) [67]. Деякі рослини з давніх часів служили людині їжею і ліками, і цей зв'язок був генетично закріплений тисячоліттями. Тому з метою зниження негативного впливу традиційних хлібобулочних виробів промислового виробництва, які все частіше і цілеспрямовано використовують у своїх технологіях різноманітні добавки та покращувачі необхідно вводити сировину, яка мінімізує їх шкідливу дію.

Отже, для розробки раціональної технології використання продуктів переробки льону у виробництві хліба та борошняних кондитерських виробів, на першому етапі нами було проведено дослідження з вивчення хімічного складу лляної олії з метою оптимального введення у рецептуру батона Студентського. На рис. 3.1 та 3.2 наведено результати отриманих даних щодо порівняння жирнокислотного складу лляної і соняшникової олії.

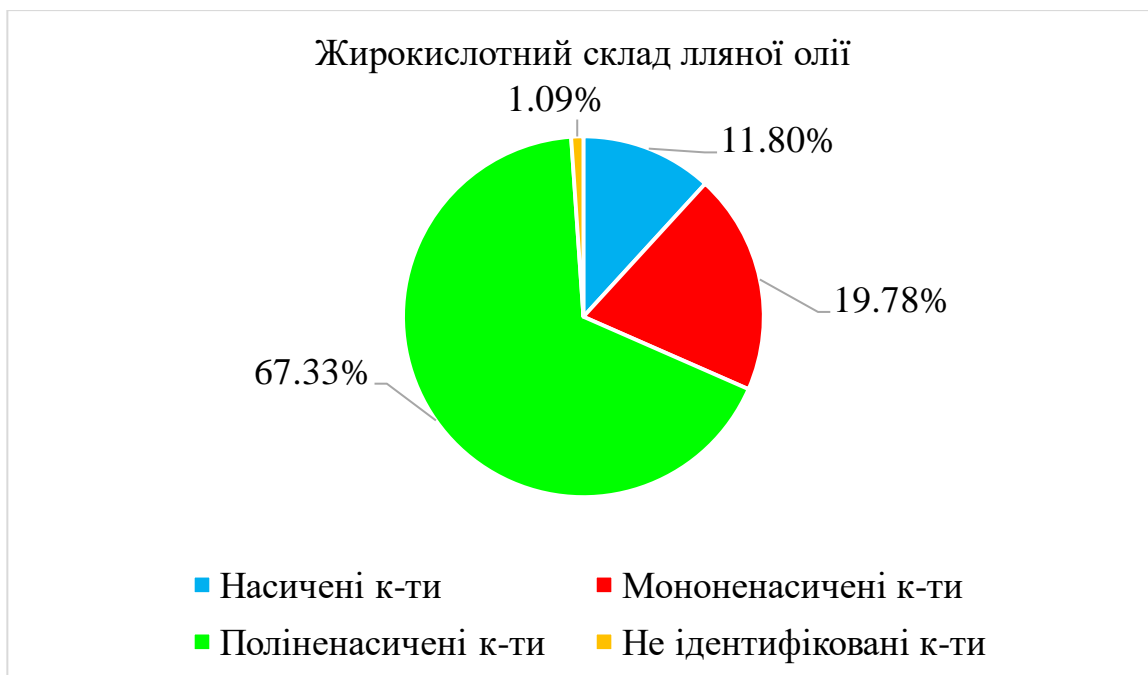


Рис. 3.1. Жирнокислотний склад лляної олії, $M \pm m$, $n=3$

З аналізу даних, що відображено на рис. 3.1 ми можемо констатувати, що жирнокислотний профіль дослідженої лляної олії, в основному представлений поліненасиченими жирними кислотами, на частку яких припадає $67,33 \pm 0,72$ % від усіх кислот. Частка мононенасичених жирних кислот становила $19,78 \pm 0,46$ %, що практично в 3,4 рази ($p \leq 0,5$) менше, ніж кількість поліненасичених кислот. Найменшу частину серед досліджених кислот лляної олії становили насичені жирні кислоти, їх частка була на рівні $11,80 \pm 0,35$ %. Дана кількість була в 5,7 рази ($p \leq 0,5$) менша за кількість поліненасичених жирних кислот та в 1,67 рази ($p \leq 0,5$) менша за вміст мононенасичених кислот.

Отже, з отриманих досліджень видно, що основу жирнокислотного складу олії з льону становлять поліненасичені жирні кислоти, саме за рахунок їх вмісту дана олія вважається високої біологічної цінності.

На рисунку 3.2 нами представлено дані щодо жирнокислотного профілю найбільш поширеної в Україні соняшникової олії, яка є складовою у переважній більшості хлібобулочних виробів, або входить до складу маргарину, який додають до борошняної продукції.

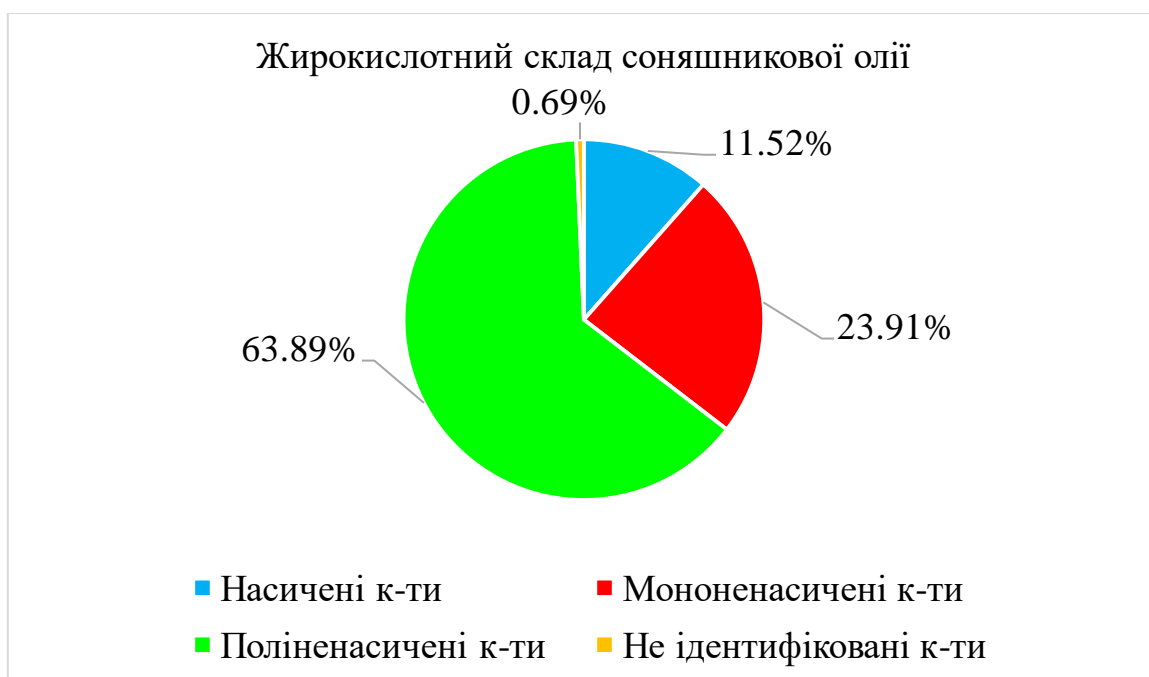


Рис. 3.2. Жирнокислотний склад соняшникової олії, $M \pm m$, $n=3$

З аналізу жирокислотного профілю дослідженої соняшникової олії (рис. 3.2) можемо констатувати, що у цієї олії співвідношення поліненасичених жирних кислот до мононенасичених і насичених практично аналогічне, як у лляної олії. Зокрема, найбільше припадало на частку поліненасичених кислот – $63,89 \pm 0,91$ %, на 2,6 раза ($p \leq 0,5$) менше припадало на мононенасичені жирні кислоти ($23,91 \pm 0,63$ %). Закономірно найменшу частку у олії становили насичені жирні кислоти – $11,52 \pm 0,34$ %, що практично в 2,1 раза менше ($p \leq 0,5$), ніж мононенасичених кислот і в 5,4 раза ($p \leq 0,5$) менше проти поліненасичених кислот.

Отже, отримані дані вказують, що за вмістом поліненасичених та мононенасичених жирних кислот обидві дослідженні олії мають майже ідентичний склад.

Як відомо, що у рослинних олій важливе значення має вміст окремо взятої кислоти, адже саме від вмісту есенціальних кислот залежить цінність і важливість даної олії для організму споживачів. Нами проведено визначення кількісного вмісту поліненасичених жирних кислот у обох оліях (ляній і соняшниковій) результати наведено на рис. 3.3.

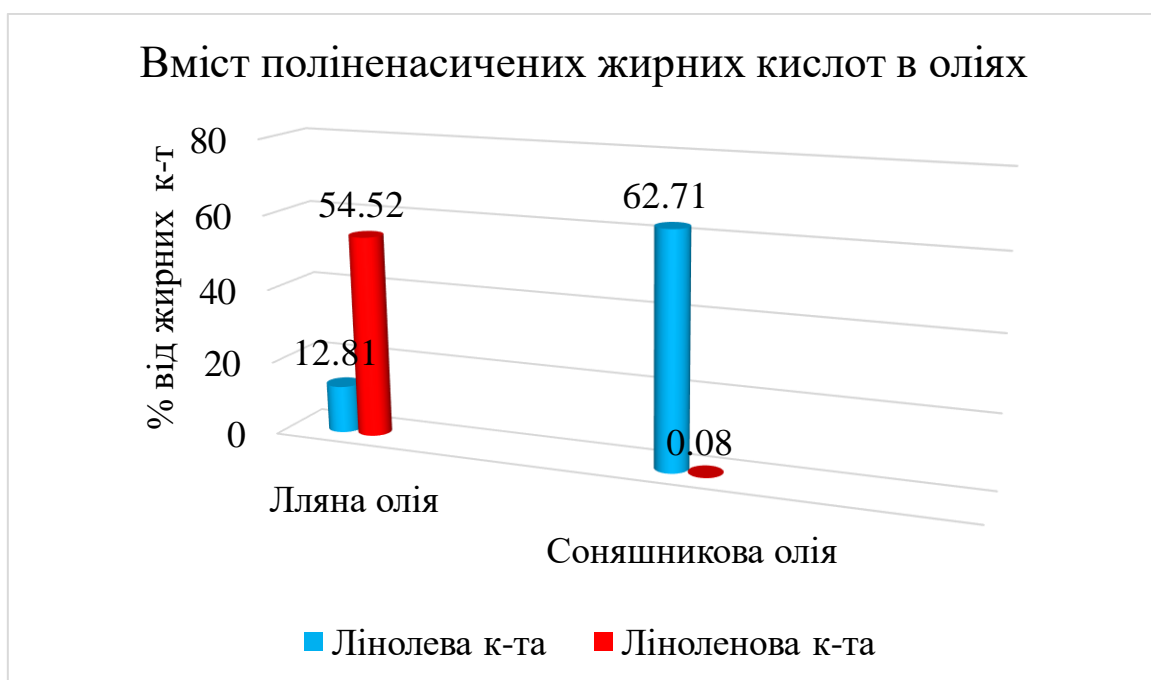


Рис. 3.3. Вміст поліненасичених жирних кислот у ляній і соняшниковій олії

З аналізу отриманих даних (рис. 3.3) можемо стверджувати, що незважаючи на практично однакову кількість поліненасичених жирних кислот у ляній і соняшниковій олії їх жирнокислотний склад значно відрізняється між собою. Зокрема, бачимо протилежні значення щодо кількісного вмісту лінолевої і ліноленової кислоти в обох оліях. Так у ляній олії переважає ліноленова кислота, кількість, якої становить – $54,52 \pm 0,87$ %, а на частку лінолевої кислоти припадає $12,81 \pm 0,24$ %. Водночас у соняшниковій олії

найбільшу кількість припадало на лінолеву кислоту – $62,71 \pm 0,83$ %, а есенціальної ліноленової кислоти, практично не має, за нашими даними її кількість становила $0,08 \pm 0,01$ % від усіх поліненасичених кислот. В той же час, саме даної ліноленової кислоти не вистачає у більшості традиційних харчових продуктах, як тваринного (молочні, м'яси), так рослинного походження (овочі, фрукти, хлібобулочні вироби, тощо). Тому продукти із вмістом даної кислоти розглядаються, як цінним для організму людини.

Отже, ліноленова кислота в лляній олії становила $54,52 \pm 0,87$ % від загальної кількості жирних кислот поліненасиченої групи, що дозволяє розглядати її, як унікальний продукт, оскільки кількість цієї жирної кислоти в широко представленому на споживчому ринку рослинних олій коливається в середньому в межах $0,1 - 9,2$ %, що відносно її до дуже дефіцитних кислот (Tripathi V. et al., 2013 [2], El-Beltagi, H. S. et al., 2007 [7]).

Таким чином з отриманих даних щодо жирнокислотного складу лляної і соняшникової олії можна констатувати про необхідність її введення у рецептуру та в технологію приготування хлібобулочних виробів із пшеничного тіста. Це дозволить за нашими дослідженнями збагатити їх на цінні поліненасичені жирні кислоти (ліноленову), яка відноситься до омега-3 групи, що вкрай необхідні для повноцінного функціонування організму. Крім того дана жирна кислота являється необхідною у раціоні людей для попередження відкладення «шкідливого» холестерину і профілактики серцево-судинних захворювань (Kris-Etherton P. M. et al., 2002 [23], Pokotylo O. S. et al., 2015 [11]).

Наступним етапом наших досліджень за планом кваліфікаційної роботи було скласти рецептуру для виробництва батону Студентського із заміною вершкового масла або маргарину на лляну олію. При цьому ми вважаємо за необхідне визначити вплив часткової заміни вершкового масла на лляну олію та повної заміни на олію. При цьому в подальшому дослідити зміни, які відбуваються під час бродіння тіста, оцінити якість свіжих готових виробів та зміни (показники черствіння) під час їх зберігання.

3.2. Розроблення дослідних зразків батону Студентського з різною концентрацією лляної олії

Дослідні зразки рецептурного складу Студентського батону було розроблено з урахуванням максимального збагачення його ліноленовою кислотою за рахунок додавання лляної олії та лляного борошна. При цьому склад зразків дослідних варіантів батону з різним співвідношенням інгредієнтів наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Рецептурний склад інгредієнтів дослідних зразків батону Студентського з лляною олією лляним борошном

Дослідні зразки	Кількість заміненого маргарину на лляну олію, %	Кількість доданого лляного борошна, %
№1 (контроль)	—	—
№2	100 %	—
№3	100 %	5 %
№4	100 %	10 %
№5	100 %	15 %

З табл. 3.1 видно, що перший зразок було обрано, як контрольний, який виготовляли за класичним рецептом із пшеничного борошна першого сорту, дріжджів, маргарину, цукру, солі. У зразку №2 провели заміну маргарину на 100 % лляної олії, а в зразках №3, №4 і №5 крім лляної олії ще додатково додали 5, 10 та 15 % відповідно лляного борошна від загальної кількості всього борошна у рецептурному складі.

Загалом, отримали чотири дослідних зразки з продуктами переробки насіння льону та один зразок був використаний, як контрольний.

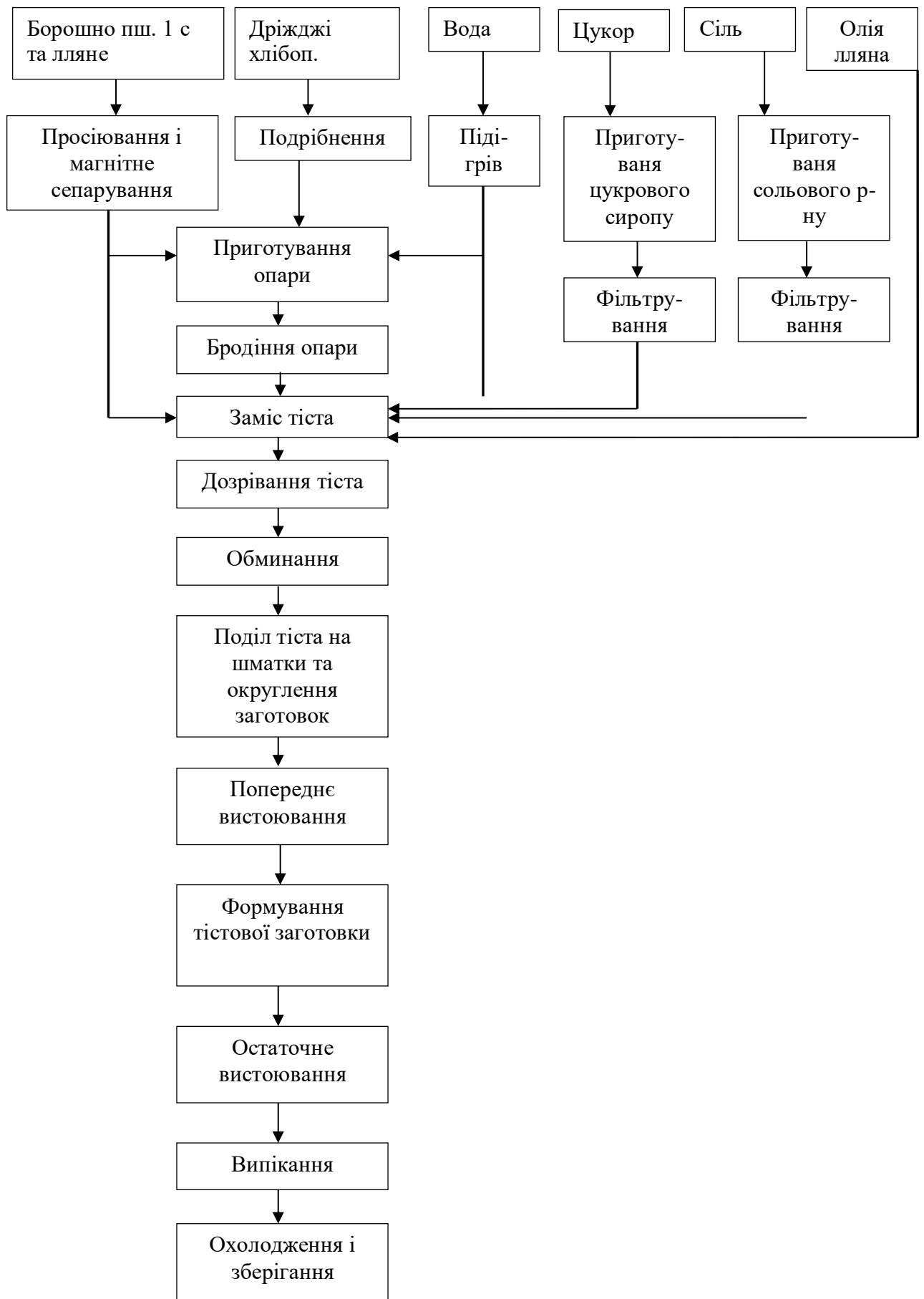


Рис. 3.4. Технологічна схема виробництва батону Студентського з лляною олією та лляним борошном

За таким рецептурним складом у лабораторних умовах було виготовлено дослідні зразки тіста на великій густій опарі та піданно його фізико-хімічним дослідженням.

Технологічна схема виробництва батону Студентського із вмістом лляної олії та лляного борошна наведена на рис. 3.4.

Як бачимо з схеми на рис. 3.4, що технологія виробництва батону передбачає готування його на опарній дріжджовій заквасці, тобто з двох операцій: 1) це власне приготування густої опари великого об'єму; 2) це приготування на вибродженій опарі тіста. Велику опару готують шляхом змішування частини борошна пшеничного першого сорту з дріжджами та водою. Після виброджування опари її змішують з рештою інгредієнтами другою частиною пшеничного та у деяких зразках лляного борошна (додають цукор, сіль та у нашому рецептурному складі – взамін маргарину додаємо лляну олію. Таким чином замішують тісто, яке ставлять для дозрівання. Після дозрівання, яке триває в середньому 40 хв проводять наступні стандартні технологічні операції такі як обминання, поділу тіста на шматки із заокругленням заготовок, потім попереднє вистоювання, формування заготовок, надалі остаточне вистоювання та випікання в середньому 20 хв.

3.3. Фізико-хімічна оцінка дослідних зразків тіста для виробництва батону Студентського підвищеної біологічної цінності

Відповідно до технологічної схеми нами було приготовлено дослідні зразки батону (тісто) з різним співвідношенням лляної олії та лляного борошна від загальної кількості всього борошна. У даних зразках тіста визначали інтенсивність бродильних процесів за величиною градуса кислотності, вологість його питомий об'єм та формостійкість.

У наукових публікація (Радькова В. Є., 2013) [35], Бондаренко Ю. В. та ін., 2020) [48] вказується, що додавання лляного борошна до пшеничного хліба

зумовлює зниження бродильних процесів та питомого його питомого об'єму, погіршується формостійкість за умови вмісту лляного борошна більше 25 – 30 % від загальної кількості. У наших дослідженнях ми пропонуємо максимум вводити у готовий виріб до 15 % лляного борошна, проте для підвищення кількості поліненасичених жирних кислот групи омега-3, замінюємо маргари на лляну олію.

На рисунку 3.5 представлено результати щодо визначення величини градуса кислотності приготовленої опари для батону Студентського

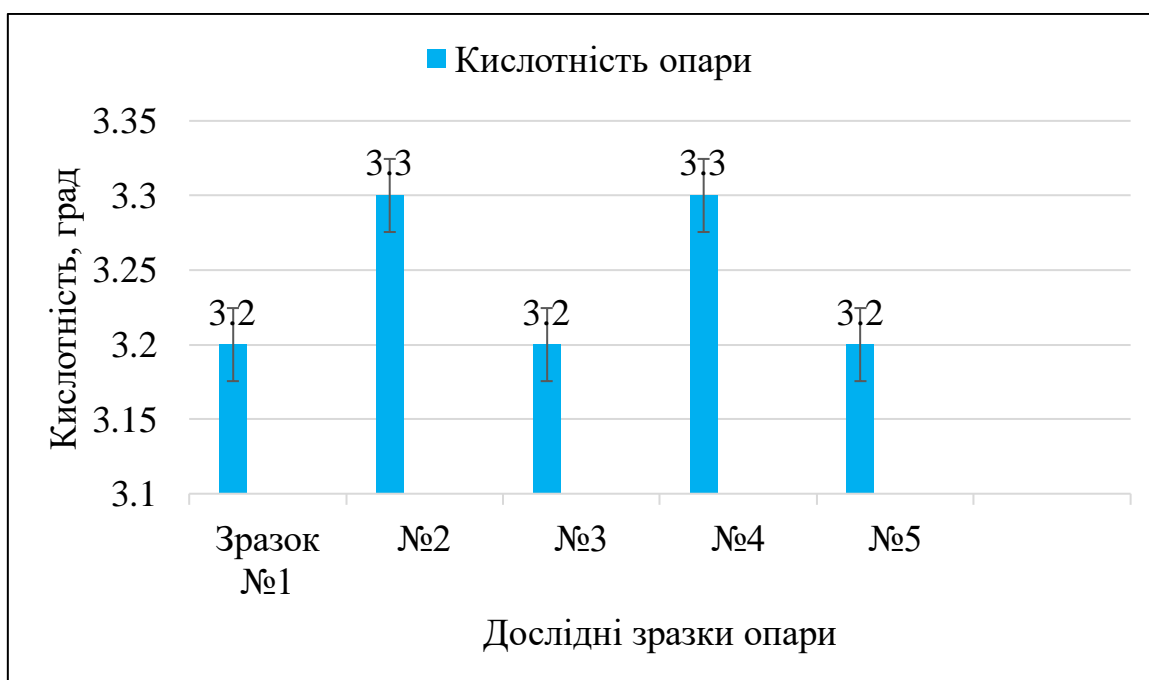


Рис. 3.5. Кислотність опари Студентського батону, $M \pm m$, $n=5$

З результатів досліджень (рис.3.5) бачимо, що приготовлена велика опара для приготування тіста була активна, так як на закінчення процесу бродіння, яке тривало 240 хв, градус кислотності у всіх зразках був в межах допустимих значень 3,0 – 3,5 град. Це вказує на високу поживність пшеничного борошна та біохімічну активність пекарських дріжджів.

Дані зразки вибродженої опари були використанні для приготування тіста відповідно до рецептурного складу з використанням лляного борошна в кількості 5 – 15 %, від всієї маси борошна та з 100 % лляною олією (табл. 3.1).

Результати дослідження щодо зміни значення градуса кислотності в зразках тіста під час дозрівання наведено на рис. 3.6

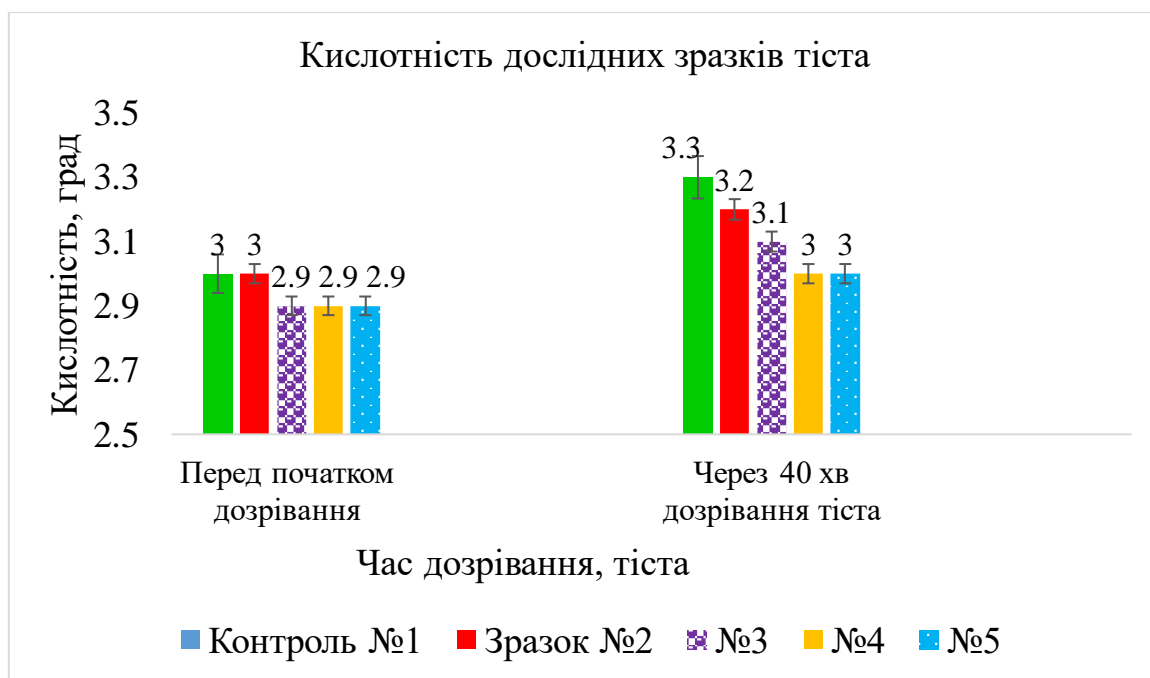


Рис. 3.6. Зміна градуса кислотності у зразках тіста з різним вмістом борошна і олії лляної під час дозрівання

З отриманих даних рис. 3.6, відмічаємо, що замішування тіста на великій опарі призвело до незначного зниження його кислотності у всіх дослідних зразках тіста, в середньому на 0,3 град. При цьому у контролі та зразку №2 приготовленого тіста градус кислотності становив $3,0 \pm 0,1$ град. Водночас у зразках №3, №4 і №5 до яких додано взамін пшеничного борошна 5, 10 і 15 % лляного борошна кислотність становила $2,9 \pm 0,1$ град, що достовірно не відрізняється від контролю.

Протягом 40-ка хвилинного дозрівання тіста спостерігаємо закономірність до дещо зниженої інтенсивності бродильних процесів у зразках тіста №3, №4 і №5, порівняно з контролем. Так, у контрольному зразку кислотність становила $3,3 \pm 0,1$ град, а в дослідних – №3, №4 і №5 вона була 3,1 та 3,0 град, відповідно, тобто в середньому на 0,2 град менша. Зниження кислотності у зразках з додаванням лляного борошна пояснюється властивостями корохмалю, який входить у лляне борошно, про що

повідомляють і інші дослідники (Радькова В. Є., 2013) [35], Бондаренко Ю. В. та ін., 2020) [48], Zhu F. et al., 2019) [51] Capra et al., 2013, Sciarini et al., 2010) [53, 55], які виявляли нижчу кислотність у пшеничному хлібі з насінням льону або продуктами його переробки, проти хліба пшеничного.

Проте, за нашими даними у всіх зразках тіста призначеного для виробництва Студентського батону градус кислотності відповідав нормативним вимогам від 3,0 до 3,5 град., що дозволяє використовувати їх у подальших дослідженнях.

Зазвичай питомий об'єм тіста визначають у продуктах, тісто яких піддається бродінню протягом трьох і більше годин і за цим показником судять чи готовий виріб буде відповідати стандартній продукції. У разі зниження питомого об'єму тіста на закінчення процесу бродіння ми отримуємо готові вироби меншого об'єму, а відповідно і меншу кількість продукції. У технології виробництва Студентського батону на великій опарі бродильні процеси, в основній мірі проходять в ній, так як процес триває приблизно 240 хвилин, а тісто дозріває приблизно 40 хв. У зв'язку з тим, що ми не проводили ніякі зміни в технології виробництва опари, тому питомий об'єм її не визначали, а використовували її для приготування тіста у випадку збільшення об'єму, приблизно в два рази.

Додавання лляного борошна і лляної олії проводили на стадії технологічної операції замішування тіста. Тому ми визначали питомий об'єм тіста після його дозрівання. Результати проведених досліджень щодо даного дослідження представлено на рис.3.7.

За аналізу даних рис. 3.7 бачимо, що тенденція щодо питомого об'єму тіста з вмістом лляної олії і лляним борошном наступна. По мірі збільшення кількості лляного борошна у тісті зменшується його питомий об'єм. Зокрема, у дослідному зразку №4 та №5 питомий об'єм становив $0,97 \pm 0,01$ та $0,95 \pm 0,01$ см³/г, відповідно, що на 0,08 та 0,10 см³/г менше, ніж у контрольному зразку тіста приготовленого на пшеничному борошні. Також, виявлено, що додавання тільки лляної олії в тісто (дослідний зразок №2) достовірно не

зменшує його питомий об'єм, порівняно з тістом контролем, яке виготовлене на маргарині.

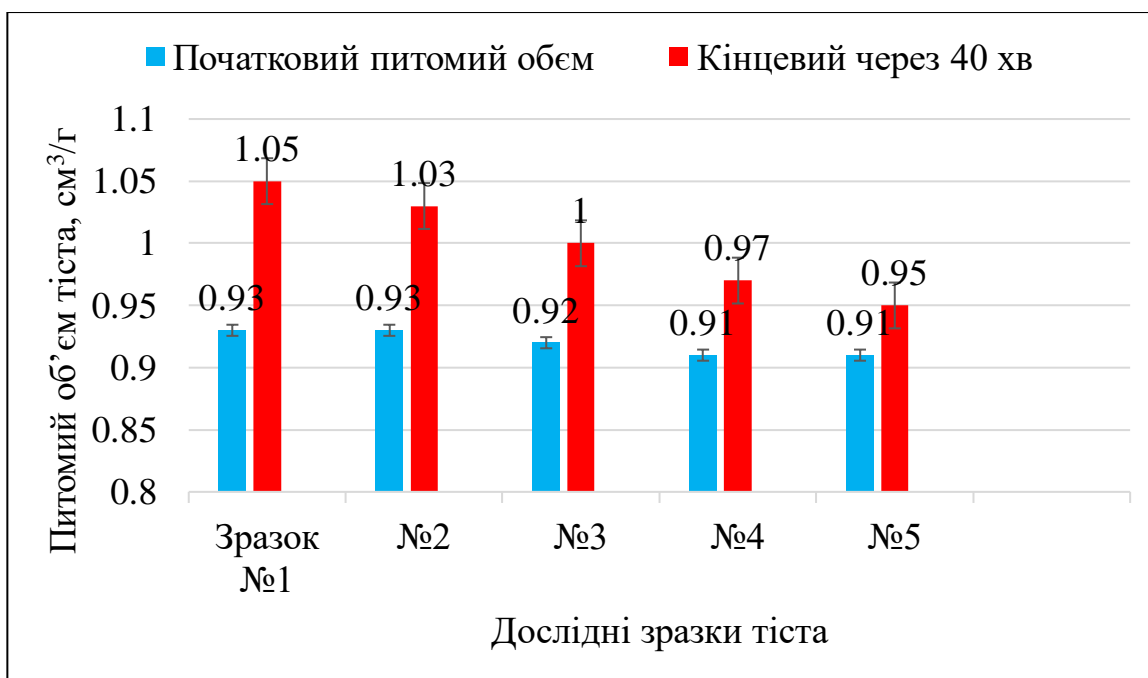


Рис. 3.7. Оцінка зразків тіста з різним вмістом борошна і олії лляної під час дозрівання за показником питомого об'єму

Отже, з аналізу даних проведеного дослідження можна зазначити, що заміна пшеничного борошна на лляне у кількості більше 10 % в рецептурному склад батону Студентського призводить до зменшення питомого об'єму на 0,1 см³/г. Це в кінцевому варіанті буде зменшувати загальний об'єм готових виробів.

3.4. Дослідження готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності за фізико-хімічними показниками

Загалом майже всі хлібобулочні вироби оцінюються за фізико-хімічними показникам, які мають на меті визначити їх відповідність нормативними вимогам. Крім того у випадку розроблення нового виду продукту дані показники характеризують його поживність, енергетичну та

біологічну цінність та дають відповідь на доцільність створення та впровадження даного виду продукту у виробництво.

Нами було проведено лабораторне випікання дослідних зразків батону Студентського з вмістом лляної олії і лляним борошном та оцінено його за наступними показниками: пористість, вологість, крихкуватість та зміну даних показників у процесі зберігання батону.

Вологість – це показник, який має надзвичайно вагоме значення для оцінки якості хлібобулочних виробів, через те, що вона характеризує енергетичну цінність продукту. Також цей показник має безпосереднє відношення на вихід хлібобулочних виробів з 1 кг борошна, так як деяке збільшення понад дозволених вимог вологості призводить до збільшення вироблення готових продуктів. Зокрема, при збільшенні на 1 – 2 % вологості борошняних виробів забезпечить на 4 – 6 % більшого виходу готових виробів, що значно впливає на економічну ефективність підприємства. Тому визначення показника – вологість хліба і хлібобулочних виробів чітко прописаний у нормативних документах, таких як ДСТУ.

Результати дослідження величини вологості дослідних зразків Студентського батону наведено на рис. 3.8.

З аналізу даних, які представлено на рис. 3.8 видно закономірність, яка виражається в тому, що при заміні маргарину на лляну олію та збільшенні вмісту лляного борошна у студенському батоні вологість готових виробів поступово зростає. Зокрема, у контрольному зразку батона вологість становила $41,7 \pm 0,2$ %, а при заміні маргарину на лляну олію (зразок №2) зростає до $42,1 \pm 0,2$ %, тобто на 0,4 %. При додаванні лляного борошна у кількості 5 % (зразок №3), вологість зросла до 42,6 %, що на 0,9 % більша, ніж у контрольному батоні та на 0,5 % більша, ніж у зразку №2.

У зразках батону Студентського під №4 та №5 з вмістом лляного борошна 10 і 15 % вологість становила $43,5 \pm 0,1$ та $44,7 \pm 0,2$ % відповідно, що на 1,8 та 3,0 % більша, порівнюючи з контрольним зразком батону, який виготовлений тільки із пшеничного борошна та на маргарині.

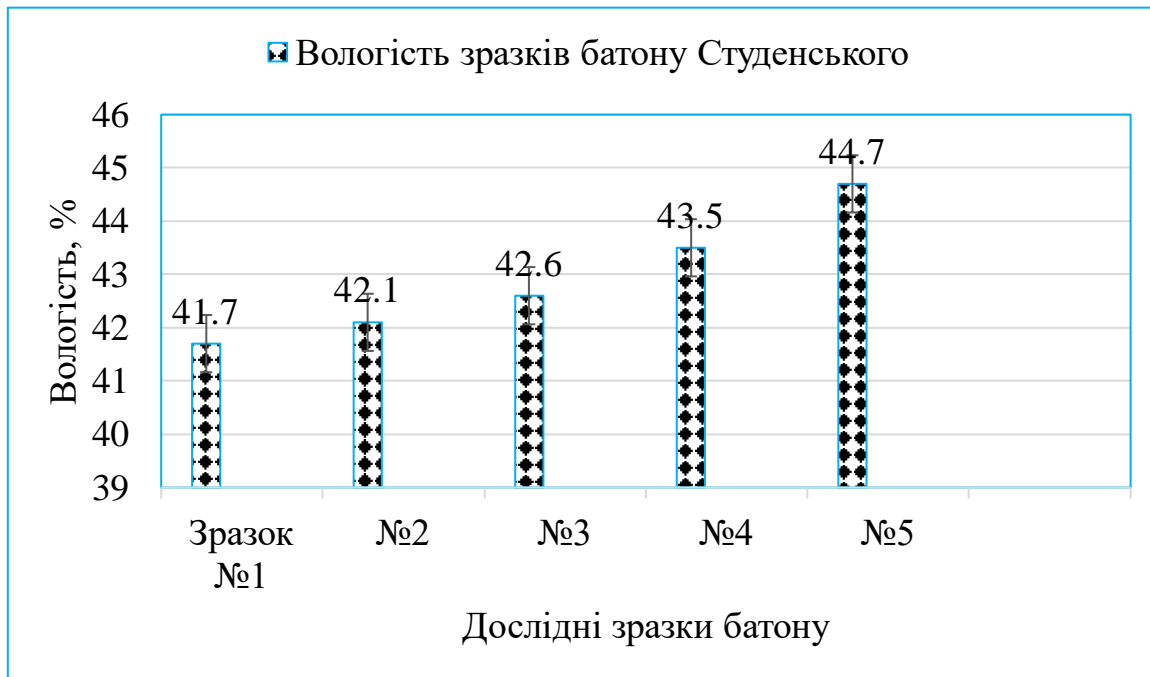


Рис. 3.8. Характеристика дослідних зразків батону Студентського підвищеної біологічної цінності за показником вологість

Однак, незважаючи на те, що вологість у дослідних зразках батону зростала, порівнюючи з контрольним зразком, у всіх дослідних зразках, за винятком №5, вона відповідала встановленим нормативним вимогам до 44 %. Отримані нами результати також узгоджуються з даними дослідників (Marie H., et al, 2017) [50]; (Zhu F. et al., 2019) [51], які повідомляють, що збагачення пшеничного тіста лляним борошном зумовлює зниження реологічних та інших показників, які характеризують його якість. Зокрема, знижується вязкість, пористість.

Загалом, отримані дані вказують, що для подальших досліджень за показником вологість батону Студентського можуть бути використані зразки під №2, №3 та №4.

Пористість хлібобулочних виробів також має вагомое значення, адже величина пористості характеризує інтенсивність бродильних процесів у тісті. Хлібобулочні вироби із зниженою пористістю гірше піддають травленню, а також це вказує на порушення режимів розстойки тіста. Відповідно до

стандартних вимог величина пористості батону, який виготовлений із пшеничного борошна гатунку вищого має становити 73 %. Тому даний показник оцінюється у всіх хлібобулочних виробках. Результати дослідження зразків батону Студентського підвищеної біологічної цінності за показником пористість наведено на рис. 3.9.

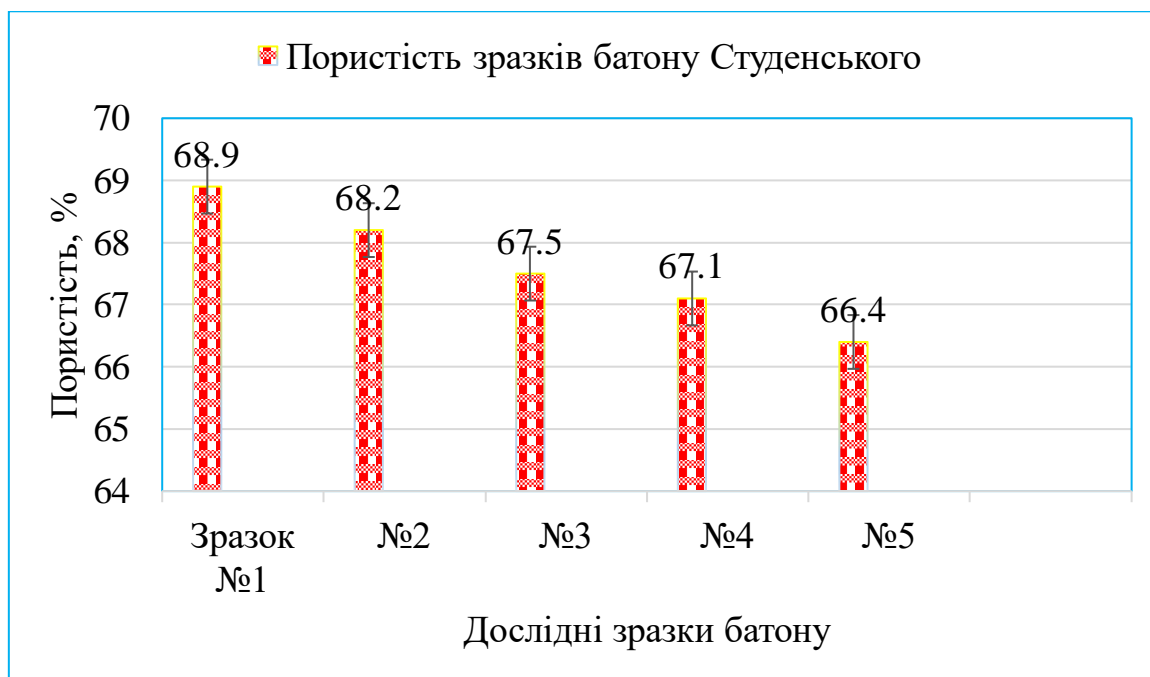


Рис. 3.9. Характеристика дослідних зразків батону Студентського підвищеної біологічної цінності за показником вологість

Аналізуючи представлені результати на рис. 3.9 ми можемо констатувати, що часткова заміна пшеничного борошна на лляне, а також заміна маргарину на лляну олію сприяють зниженню величини пористості дослідних зразків студентського батону. Так, бачимо, що у зразку №1 (контроль) величина пористості була $68,9 \pm 0,1$ %, а вже у дослідному зразку № 2 цей показник знизився на 0,7 %. Це свідчить про те, що лляна олія у батоні, порівнюючи з маргарином незначно знижує даний показник і вона суттєво не впливає на характер біохімічних змін, які відбуваються у тісті. Однак при додатковому збагаченні виробів лляним борошном показник пористості більш суттєво знижувався, порівняно з контрольним батоном. Зокрема, у дослідному зразку №3 (вміст 5 % лляного борошна), пористість була на 1,4 % нижча

($p \leq 0,05$), порівнюючи з контрольним зразком. Збільшення вмісту лляного борошна до 10 – 15 % від загальної кількості борошна (зразки №4 та №5) зумовлювало зниження величини пористості на 1,8 та 2,5 %, відповідно ($p \leq 0,05$), порівнюючи з показниками контрольного зразка. Водночас, необхідно зазначити, що поряд із зниженням пористості дослідних взірців батону Студентського, усі вони відповідали загальновизначеним показникам щодо даної групи виробів.

Загалом оцінка хлібобулочних виробів за показником пористість дає додаткову інформацію про біохімічні зміни, які відбувалися в тісті під час його бродіння і даний показник тісно пов'язаний з кислотністю виробів та іншими фізико-хімічними показниками.

Отже, підсумовуючи даний дослід відмічаємо зниження на 1,4, 1,8 та 2,5 % величини пористості у батоні Студентському виробленому на лляній олії та збагаченим лляним борошном, проти контрольного зразка батону на пшеничному борошні.

3.5. Дослідження готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності протягом зберігання

Наступна частина наших досліджень була спрямована на встановлення змін у контрольному і дослідних зразках батону Студентського збагаченого олією та лляном борошном протягом 72 годинного терміну їх зберігання. Адже наукові публікації (Masih S, et al., 2014) [44] повідомляють про позитивний вплив жирів на термін зберігання хлібобулочних виробів, зокрема вони в меншій мірі піддаються черствінню. Також виявлено, що ефект від використання лляної олії був значним під час зберігання, зокрема фізичні характеристики, наприклад, ширина істотного не змінювалася, по відношенню до контрольного печива, вміст вологи збільшувався, а вміст білка, золи, жиру, клітковини зменшувався зі збільшенням тривалості зберігання.

Крім того ми у дослідні зразки батону ввели лляне борошно, яке у своєму складі містить жирову фракцію, яка багата на кислоти омега-3 групи. Тому у подальших дослідженнях було вивчено зміни мякуша зразків батону підвищеної біологічної цінності на такі показники, як крихкуватість та набухання протягом зберігання. Результати досліджень наведено у таблиці 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2

Характеристика дослідних зразків мякуша батону Студентського за показником крихкуватість під час зберігання, $M \pm m$, $n=5$

Дослідні зразки	Крихкуватість, (%), протягом зберігання, (год)			
	2	24	48	72
№1 (контроль)	1,87	3,68 [◇]	5,73 [◇]	8,14 [◇]
№2	1,85	3,52 ± 0,02* [◇]	5,51 ± 0,02* [◇]	7,75 ± 0,02* [◇]
№3	1,82	3,35 ± 0,02* [◇]	5,37 ± 0,02* [◇]	7,63 ± 0,02* [◇]
№4	1,80	3,11 ± 0,02* [◇]	5,15 ± 0,02*	7,44 ± 0,02*
№5	1,78	2,97 ± 0,02* [◇]	5,01 ± 0,02* [◇]	7,32 ± 0,02*

Примітка: * $p < 0,05$ – порівняно з контрольним зразком;

◇ – порівняно з початковим значенням (2 год).

З аналізу результатів (табл. 3.2) видно, що класична тенденція щодо збільшення показника крихкуватість протягом терміну зберігання спостерігається у всіх зразках хлібобулочних виробів. Водночас, виявлено, що у контрольному батоні протягом визначеного терміну зберігання три доби крихкуватість зросла на 6,27 %, порівнюючи зі свіжим батоні. За цей самий термін зберігання у дослідному зразку батону №2 крихкуватість збільшилася на 5,9 %, що на 0,3 % більша, ніж у зразку №1. Найповільніше зростав показник крихкуватість у дослідних зразках батону Студентського (№3, №4 і №5) із додатковим збагаченням його лляним борошном. Зокрема у даних

зразках батону протягом 72 год зберігання, крихкуватість зросла на 5,8, 5,6 та 5,5 %, що значно менше, ніж у контрольному зразку.

Отже, з отриманих даних досліджу можна підсумувати, що заміна маргарину на лляну олію у рецептурному складі студентського батону, а також збагачення його лляним борошном підвищує його біологічну цінність та сприяє зниженню показника крихкуватість під час зберігання.

Показник, який також характеризує процеси черствіння хлібобулочних виробів – це набухання мякуша. Результати дослідження коефіцієнта набухання мякуша батону протягом 72 год зберігання зразків батону представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Характеристика дослідних зразків мякуша батону Студентського за показником набрякання під час зберігання, $M \pm m$, $n=5$

Дослідні зразки	Набрякання, (%), протягом зберігання, (год)			
	2	24	48	72
№1 (контроль)	381,2 ± 4,2	354,5 ± 4,1 [◇]	328,6 ± 3,5 [◇]	297,5 ± 2,8 [◇]
№2	370,1 ± 3,7	336,8 ± 3,3 ^{*◇}	321,1 ± 2,4 [◇]	308,4 ± 2,7 [◇]
№3	362,3 ± 2,4	345,3 ± 3,1 ^{*◇}	337,4 ± 2,7 ^{*◇}	314,6 ± 3,3 ^{*◇}
№4	351,0 ± 2,1	341,0 ± 2,7 ^{*◇}	335,4 ± 2,5 ^{*◇}	321,2 ± 3,9 ^{*◇}
№5	340,5 ± 2,0	336,2 ± 2,5 ^{*◇}	332,8 ± 2,1 ^{*◇}	329,8 ± 3,4 ^{*◇}

Примітка: * $p < 0,05$ – порівняно з контрольним зразком;

◇ – порівняно з початковим значенням (2 год).

З аналізу даних, які наведені в табл. 3.3 відмічаємо, що у дослідних зразках батону, який виготовлений на лляній олії та з додаванням лляного борошна коефіцієнт набрякання був менший, порівняно з контрольним зразком батону. Виявлено, що чим більший вміст лляного борошна у рецептурі, тим менший коефіцієнт набрякання мякушки. Так, у дослідному зразку №2

коефіцієнт набрякання був на 11 % менший, ніж у контролі і різниця поступово зростала із збільшення кількості лляного борошна. У зразку №3 набрякання мякушки становило $362,3 \pm 2,4$ %, що на 19,2 % менше, ніж у контрольному зразку, а у зразках №4 та №5 (вміст лляного борошна 10 і 15 %) на 39,8 і 40,3 % менше, проти контрольного батону.

Протягом терміну зберігання зразків батону динаміка коефіцієнта набухання також була меншою у дослідних зразках, які виготовлені на лляній олії та збагаченні лляним борошном, порівнюючи з батonom порівняння, який виготовлений на маргарині і тільки на пшеничному борошні. Зокрема, встановлено, що у контрольному зразку через 72 год коефіцієнт набухання зменшився на 83,7 %, а в дослідному зразку №1 на 61,7 %. Тобто отримані дані вказують, що батон вироблений на лляній олії у меншій мірі піддається черствінню, ніж батон виготовлений на маргарині. Дослідні зразки батону №3, №4 і №5 у склад, яких крім лляної олії, ще входить лляне борошно у кількості 5, 10 та 15 % ще мали менший коефіцієнт набрякання мякушки, порівнюючи з контролем і дослідним зразком №1. Так протягом 72 год зберігання коефіцієнт набрякання у зразках №3, №4 і №5 був на 17,1, 23,7 і 32,3 % менший, порівнюючи з контрольним зразком.

Отже, отримані результати вказують, що збагачення лляним борошном батону Студентського має позитивну кореляцію, щодо зниження його черствіння протягом 72 год зберігання.

3.6. Органолептична оцінка готових виробів батону Студентського підвищеної біологічної цінності

Органолептична оцінка хлібобулочних виробів дає уявлення споживачеві про смако-ароматичні властивості продукту, яке виникає найперше при виборі даної продукції. Саме тому органолептична оцінка продукту відноситься до першочергових методів, які використовують при розробці кожного харчового продукту. Результати дослідження дослідних

зразків батону Студентського з лляною олією і лляним борошном за органолептичними властивостями наведено на рис. 3.10.

Органолептичну оцінку зразків батону проводили за допомогою створеної дегустаційної комісії із працівників (викладачів, аспірантів) кафедри. При цьому кожен показник, максимально оцінювався у п'ять балів, а загальна сума за всі бали становила 25 балів. Прийнятним вважали зразок, який за сумою загальних балів набрав не менше 24 бали.

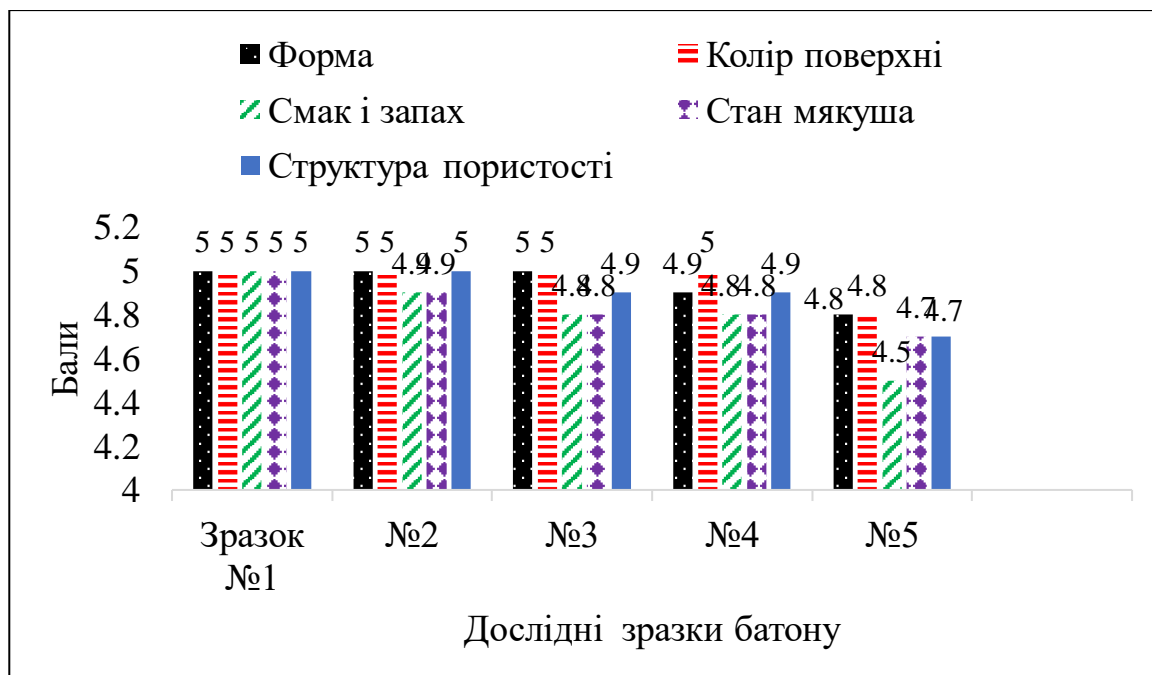


Рис. 3.10. Дослідження зразків батону Студентського за органолептичними властивостями

З аналізу результатів органолептичної оцінки (рис. 3.10) видно, що заміна маргарину на лляну олію у зразку №2 зумовило зниження смакових властивостей та стану мякушки на 0,1 бала, порівнюючи з контрольним зразком. При цьому загальна бальна оцінка у даному зразку становила 24,8 бала. У зразку №3, який крім лляної олії у своєму складі містив 5 % лляного борошна загальна бальна оцінка становила 24,5 бала, при цьому зниження 0,5 бала було зумовлено дещо погіршенням смаку та стану мякушки батону. Проте в загальному даний зразок дегустаційною комісією оцінювався досить високо.

Зразок №4 набрав загальну кількість – 24,4 бали, а зниження оцінки відбувалося, аналогічно як і в зразку №3, тобто через погіршення смаку та стану мякушки. Найменшу кількість балів – 23,5 набрав зразок № 5, у склад якого входить 15 % лляного борошна. Зниження відбувалося за кожним показником, але найбільше через наявність горіхового смаку.

Отже, на підставі проведених досліджень даного розділу можемо відзначити, що найбільш прийнятний за фізико-хімічними і органолептичними показниками виявився дослідний зразок батону №4, який у складі містить 10 % лляного борошна та у ньому замінено маргарин на лляну олію. Таким чином, розроблений батон Студенський підвищеної біологічної цінності за вмістом жирних кислот омега-3 групи.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що у лляній олії переважає ліноленова кислота, кількість, якої становить – $54,52 \pm 0,87$ %, а на частку лінолевої кислоти припадає $12,81 \pm 0,24$ %. Водночас у соняшниковій олії найбільшу кількість припадало на лінолеву кислоту – $62,71 \pm 0,83$ %, а есенціальна ліноленова кислота, становила $0,08 \pm 0,01$ % від усіх поліненасичених кислот.

2. Розроблено рецептурний склад батону Студентського з підвищеним вмістом біологічно цінної ліноленової кислоти шляхом збагачення лляною олією та лляним борошном.

3. Встановлено, що по мірі збільшення кількості лляного борошна у тісті для виготовлення батону Студентського знижується його кислотність та зменшується питомий об'єм. Зокрема, у дослідному зразку №5 (вміст лляного борошна 15 %) кислотність була на 0,3 град нижчою, а питомий об'єм тіста на $0,11 \text{ см}^3/\text{г}$ менший, ніж у контрольному зразку тіста приготовленого на пшеничному борошні.

4. Виявлено, що при заміні маргарину на лляну олію та збільшені вмісту лляного борошна у студенському батоні вологість готових виробів поступово зростає. У зразках батону Студентського №4 та №5 з вмістом лляного борошна 10 і 15 % вологість становила $43,5 \pm 0,1$ та $44,7 \pm 0,2$ % відповідно, що на 1,8 та 3,0 % більша, порівнюючи з контрольним зразком батону. Також виявлено зниження на 1,4, 18,0 та 2,5 % величини пористості у батоні Студенському виробленому на лляній олії та збагаченим лляним борошном.

5. Виявлено, що найповільніше зростав показник крихкуватості у дослідних зразках батону Студентського (№3, №4 і №5) із додатковим збагаченням його лляним борошном. Зокрема у даних зразках батону протягом 72 год зберігання, крихкуватість зросла на 5,8, 5,6 та 5,5 %, що значно менше, ніж у контрольному зразку. Також у даних зразках батону протягом 72 год зберігання коефіцієнт набрякання був на 17,1, 23,7 і 32,3 % менший, порівнюючи з контрольним зразком.

6. Найбільш прийнятний за фізико-хімічними і органолептичними показниками виявився дослідний зразок батону №4, який у складі містить 10 % лляного борошна та у ньому замінено маргарин на лляну олію.

7. Таким чином, розроблений батон Студенський підвищеної біологічної цінності за вмістом жирних кислот омега-3 групи.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Організація заходів щодо зпрофілактики травматизму та професійних захворювань на підприємствах

Основні заходи щодо запобігання травматизму передбачені в системі нормативно-технічної і нормативно-правової документації з безпеки праці; в організації навчання і забезпечення робочих безпечними методами та засобами роботи, раціональному плануванні коштів і визначенні економічної ефективності від запланованих заходів. Основна задача нормативно-технічної і нормативно-правової документації з безпеки праці сприяти попередженню виникнення небезпеки і прийняттю найбільш ефективних заходів до їх ліквідації або локалізації при проектуванні виробничих процесів і обладнання, будівель і споруд. Нормативно-технічна документація щодо безпеки праці розробляється з урахуванням характеру потенційно небезпечних факторів, ступеня їх небезпечності і зони поширення, психофізіологічних і антропометричних особливостей людини [71].

Заходи до запобігання виробничому травматизму включають якісне проведення інструктажу та навчання робітників, залучення їх до роботи за спеціальністю, здійснення постійного керівництва та нагляду за роботою; організація раціонального режиму праці і відпочинку; забезпечення спецодягом, спецвзуттям, особистими засобами захисту і навчання правилам їх користування; виконання правил експлуатації обладнання; раціональне архітектурно-планувальне рішення при проектуванні і будівництві виробничих будівель у відповідності із санітарними, будівельними і протипожежними нормами і правилами; створення безпечного технологічного і допоміжного обладнання; правильний вибір і компонування обладнання у виробничих приміщеннях відповідно із нормами і правилами техніки безпеки і виробничої санітарії; проведення комплексної механізації і автоматизації

виробничих процесів, створення надійних технічних засобів запобігання аваріям, вибухам і пожежам на виробництві; розробка нових технологій, які виключають утворення шкідливих і небезпечних факторів та ін.

Важливим у забезпеченні безпечної праці і запобіганні травматизму на виробництві є фактори особистого характеру: знання керівником робіт особистості кожного робітника: його психіки і особливості характеру; медичні показники і їх відповідність щодо виконуваної роботи; відношення до праці, дисциплінованості; задоволеність працею; засвоєння навиків безпечних заходів роботи; знання норм і правил з охорони праці і пожежної безпеки, ставлення робітника до інших робітників і всього колективу [71].

4.2. Дія працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації на підприємстві

Розвідка вогнища зараження.

Безпосереднім керівником всіх заходів по вогнищі зараження є командир ланки розвідки. Розвідка вогнища зараження організовується силами і засобами розвід групи та постами радіаційного та хімічного спостереження підприємства.

Рішенням начальника цивільного захисту (ЦЗ) району організовується спостереження за місцем аварії, рухом хмари та її розповсюдженням. Після оцінки обстановки, рішенням начальника ЦЗ об'єкта, силами і засобами розвід групи організовується ізоляція вогнища зараження по периметру зона вражаючої концентрації.

На території заводу ізоляція вогнища зараження здійсниться також за рішенням начальника штабу ЦЗ району, можуть бути залучені територіальні розвідувальні формування і служби охорони громадською.

Захист працюючих змін. Захист робочих і службовців, що попали в зону зараження, організовується шляхом тимчасової евакуації на незаражену територію пішим порядком. Райони тимчасової евакуації робочих і службовців визначаються начальником ЦЗ об'єкту в залежності від

направлення приземного вітру. Відповідальність за евакуацію робочих і службовців покладається на начальників цехів, відділів, майстрів виробничих дільниць [72].

Район евакуації вказується в зверненні до робочих і службовців через гучномовці. Маршрути руху регулюються ланкою розвідки.

Засоби індивідуального захисту членам невоєнізованих формувань заводу видаються командирами ланок.

Медичне забезпечення. Перша медична допомоги в вогнищі зараження надається медичними працівниками, сандружиною, а також в порядку самопомоги і взаємодопомоги.

Крім того, в подальшому надання медичної допомоги буде надаватися загонами швидкої допомоги району, з винесення уражених санітарними дружинами об'єкта з врахуванням направлення вітру.

Вивезення із зони зараження і госпіталізація уражених проводиться по плану медичної служби району.

Ліквідація наслідків вогнища зараження. Ліквідація вогнища зараження проводиться аварійно-рятувальною та іншими формуваннями заводу, згідно розрахунків сил та засобів.

Розпорядженням протипожежної служби району для локалізації вогнища зараження і ліквідації можливої пожежі направляється два протипожежні відділення, три машини.

Розпорядженням штабу ЦЗ району залучається збірна компанія, бригади швидкої та медичної допомоги. Розпорядженням штабу ЦЗ району органи Держпродспоживслужби проводить аналіз хімічної обстановки на заводі та прилеглий території.

Ризик виникнення надзвичайних ситуацій на території м. Тернополя чи підприємства через наявність потенційно-небезпечних об'єктів залишається високим. Тому основну увагу слід зосереджувати на удосконаленні практичних навичок у виконанні функціональних обов'язків щодо захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного

характеру, організації і проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Сучасні методи реагування на виникнення надзвичайних ситуацій державної системи Цивільного Захисту потребують постійного удосконалення та створення систем передбачення виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій на тих територіях де раніше вони не спостерігалися.

Організація зв'язку, оповіщення та інформаційного забезпечення. Зв'язок, оповіщення та інформаційне забезпечення заходів цивільного захисту організовується з використанням радіо, стаціонарних мереж телефонного і мобільного зв'язку, системи гучномовного зв'язку та сповіщення, увімкненням електро-, механічних сирен на об'єкті, шляхом передачі сигналів і повідомлень цивільного захисту населення у мережах місцевого, регіонального та державного радіомовлення і телебачення [72].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Singh, K. K., Mridula. D, Rehal, J. and Barnwal, P. (2011). Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3): 210–222.
2. Tripathi, V., Abidi, A. B., Markerb, S., & Bilal, S. (2013). Linseed and linseed oil: health benefits-a review. *Int J Pharm Biol Sci*, 3(3), 434-442.
3. 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), 192-198.
4. Freeman, T. P., Cunnane, S. C. and Thompson, L. U. (1995). Flaxseed in Human Nutrition, *AOCS Press*, Champaign, Illinois, pp, 11–21.
5. Carter, J.F. (1993). Omega Report North Dacota Legislature,pp 56 Proc.53rd
6. Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., Sineiro, J., (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 10, pp, 373–377.
7. El-Beltagi, H.S., Salama, Z.A., El-Harir, D.M., (2007). Evaluation of fatty acids profile and the content of some secondary metabolites in seeds of different flax cultivars (*Linum usitatissimum*). *General and Applied Plant Physiology* 33, pp, 187–202.
8. Herchi, W., Sakouhi, F., Arráez-Román, D., Segura-Carretero, A., Boukhchina, S., Kallel, H., Fernández-Gutierrez, A. (2011). Changes in the content of phenolic compounds in flaxseed oil during development. *Journal of the American Oil Chemists Society* 88, pp, 1135–1142.
9. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S. & Mazu, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222.

10. Лялик, А., Бейко, Л., Кухтин, М., Покотило О. (2021). Використання лляної олії у виробництві харчових продуктів. *Вісник аграрної науки*, 3 (99), 78-83.
11. Pokotylo, O. S., Kuhtyn, M. D., Pokotylo, O. A., Yaroshenko, T. Y., & Koval, M. I. (2015). Lipogenesis adipose tissue of the laboratory animals after loading cholesterol. *Медична і клінічна хімія*, 17, 1(62), 31–35.
12. Bozan, B. and Temelli, F. (2008). Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technol* 99: pp, 6354-6359.
13. Choo, W.S., Birch, E.J., Dufour, J.P., (2007). Physiochemical and stability characteristics of flaxseed oils during pan heating. *Journal of the American Oil Chemists Society* 84, pp, 735–740.
14. Wang, B., Li, D., Wang, L.J., Huang, Z.G., Zhang, L., Chen, X.D., Mao, Z.H., (2007). Effect of Moisture Content on the Physical Properties of Fibered Flaxseed, *International Journal of Food Engineering*, 3(5), pp, 1-11.
15. Zhang, Z.S., Wang, L.J., Li, D., Jiao, S.S., Chen, X.D., Mao, Z.H., (2008). Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed, *Separation and Purification Technology*, 62, pp, 192-198.
16. Daun, J.K., Barthet, V.J., Chornick, T.L. and Duguid, S. (2003). Structure, composition, and variety development of flaxseed. In Thompson, L. U. and Cunnane, S. C. (Eds). *Flaxseed in Human Nutrition*, 2nd ed, p. 1-40. Champaign, Illinois: *AOCS Press*
17. Клевцов, К. М. (2015). Дослідження біохімічних і фізико-хімічних властивостей компонентів насіння льону. *Вісник ХНТУ*, 4(55), 111–117.
18. Клевцов, К. М. (2015). Фізико-технологічні властивості і хімічний склад насіння льону та конопель. *Вісник ХНТУ*, 4(55), 104-110.
19. Lee, K.W., Lip, G.Y. (2003). The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *QJM*; 96:465-80.
20. Whelan, J., Rust, C. (2006). Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. *Annu Rev Nutr*;26:75-103.

21. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Добровольська, С.Я. (2020). Зміна органолептичних показників сиркової пасти з лляною олією за різних умов зберігання. Вісник Херсонського національного технічного університету, 1(72),. 109-116.
22. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (1), 252–257.
23. Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S, Appel. L.J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*; 106:2747-57.
24. Marchioli, R., Barzi, F., Bomba, E, et al. (2002). Early protection against sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction: time-course analysis of the results of the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell’Infarto Miocardico (GISSI)-Prevenzione. *Circulation*; 105:1897-903.
25. Taber, L., Chiu, C.H, Whelan, J. (1998). Assessment of the arachidonic acid content in foods commonly consumed in the American diet. *Lipids*;33:1151-7.
26. Bazan, H.E., Bazan, N.G., Feeney-Burns, L. (1990). Lipids in human lipofuscin-enriched subcellular fractions of 2 age populations. Comparison with rod outer segments and neural retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci*; 31:1433-43.
27. Calder, P.C. (2006). n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation and inflammatory diseases. *Am J Clin Nutr*;83:1505S-19S.
28. Healy, D.A., Wallace, F.A., Miles, E.A. (2000). Effect of low-to-moderate amounts of dietary fish oil on neutrophil lipid composition and function. *Lipids*;35:763-8.
29. Funk, C.D. (2001). Prostaglandins and leukotrienes: advances in eicosanoid biology. *Science*;294:1871-5.
30. Celotti, F., Durand, T. (2003). The metabolic effects of inhibitors of 5-lipoxygenase and of cyclooxygenase 1 and 2 are an advancement in the efficacy and safety of anti-inflammatory therapy. *Prostaglandins Other Lipid Mediat*;71:147-62.

31. Loewen, P.S. (2002). Review of the selective COX-2 inhibitors celecoxib and rofecoxib: focus on clinical aspects. *CJEM*; 4:268-75.
32. Riccioni, G., Bucciarelli, T., Mancini, B. (2007). Antileukotriene drugs: clinical application, effectiveness and safety. *Curr Med Chem*;14:1966-77.
33. Sangiovanni, J.P., Chew, E.Y. (2005). The role of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Progr Retin Eye Res*; 24: 87-138.
34. Лялик, А.Т., Покотило, О.С., Кухтин, М.Д., Бейко Л.А. (2020). Органолептичний і сенсорний аналіз сиркової пасти з лляною олією. Технічні науки та технології : науковий журнал, 1 (19), 287-295.
35. Радькова, В. Є. (2013). Дослідження ринку та удосконалення споживчих властивостей хліба. Збірник наукових праць студентів, Луганськ, ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2, 95-106.
36. Mensink, R.P., Katan, M.B. (1990). "Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects". *N Engl J Med*; 323:439–45.
37. Ryan, A.M., Reynolds, J.V., Healy, L. (2009). "Enteral nutrition enriched with eicosapentaenoic acid (EPA) preserves lean body mass following esophageal cancer surgery: results of a double-blinded randomized controlled trial". *Ann. Surg.* 249 (3): 355–63.
38. Fernandes, G., Venkatraman, J., Khare, A., Horbach, G.J, Friedrichs, W. (1990). "Modulation of gene expression in autoimmune disease and aging by food restriction and dietary lipids". *Proc Soc Exp Biol Med*; 193:16–22.
39. Colomer, R., Moreno-Nogueira, J.M, García-Luna, P.P.. (May 2007). "*N-3 fatty acids, cancer and cachexia: a systematic review of the literature*". *Br. J. Nutr.* 97 (5): 823–31.
40. Kimura, Y., Takaku, T., Nakajima, S, Okuda, H. (2001). Effects of carp and tuna oils on 5-fluorouracil-induced antitumor activity and side effects in sarcoma 180-bearing mice. *Lipids*; 36: 353-359.

41. Лялик, А., Бейко, Л., Кухтин, М., Покотило О. (2021). Використання лляної олії у виробництві харчових продуктів. Вісник аграрної науки, 3 (99), 78-83.
42. Oomah, D. B. (2001). Flaxseed as a functional food source. *J Sci Food Agr.*, 81, 889–894.
43. Lialyk, A. T., Pokotylo, A. S., Kukhtyn, M. D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології, т 21, № 91. – С. 124-129.
44. Ipatova, L.G., Kochetkova, A.A., Nechaev, A.P. and Tutelyan, V.A. (2009). Fatty products for healthy food. Modern approach. In L.G. Ipatova, A.A. Kochetkova, A.P. Nechaev and V.A. Tutelyan (Eds.) *Fatty-acid complex for preventive nutrition*, p. 170 - 185. Moscow: DeLi print.
45. Krasilnikov, V. N. and Kireeva, M.S. (2011). Prospects of product development of specialized appointment on the basis of flax. The Journal “Scientific and applied questions of technology of products of public catering and merchandizing of consumer goods”: 71-75.
46. Kireeva, M. S. and Alekseev G. V. (2014). Rheology of unleavened dough on the basis of full-fat flour from seeds of flax of various grades. The Journal “Khleboprodukty” 1: 52-55.
47. Masih, S., Iqbal, Z., Arif, A. M., Rafiq, M., Rasool, G., & Rashid, A. (2014). EFFECT OF LINSEED OIL SUBSTITUTION ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF COOKIES. *Journal of Agricultural Research (03681157)*, 52(3).
48. Бондаренко, Ю. В., Білик, О. А., Кочубей-Литвиненко, О. В., Андронович, Г. М. (2020). Насіння льону, як рецептурний компонент хлібобулочних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 26(4), 178-189.
49. Ziemichód, A., Różyło, R., & Dzik, D. (2020). Impact of Whole and Ground-by-Knife and Ball Mill Flax Seeds on the Physical and Sensorial Properties of Gluten Free-Bread. *Processes*, 8(4), 452.

50. Marie, H., & Ivan, Š. (2017). Rheological Characteristics of Composite Flour with Linseed Fibre–Relationship to Bread Quality. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(5), 424-431.
51. Zhu, F., & Li, J. (2019). Physicochemical properties of steamed bread fortified with ground linseed (*Linum usitatissimum*). *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1670-1676.
52. Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., & Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT*, 118, 108860.
53. Cappa, C., Lucisano, M., & Mariotti, M. (2013). Rheological properties of gels obtained from gluten-free raw materials during a short term aging. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 464-472.
54. 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.
55. Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., León, A. E., & Pérez, G. T. (2010). Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International journal of food science & technology*, 45(11), 2306-2312.
56. Zannini, E., Jones, J. M., Renzetti, S., & Arendt, E. K. (2012). Functional replacements for gluten. *Annual review of food science and technology*, 3, 227-245.
57. Anton, A. A., & Artfield, S. D. (2008). Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *International journal of food sciences and nutrition*, 59(1), 11-23.
58. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food engineering*, 79(3), 1033-1047.
59. Pruska-Kędzior, A., Kędzior, Z., Gorący, M., Pietrowska, K., Przybylska, A., & Spychalska, K. (2008). Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *European Food Research and Technology*, 227(5), 1523-1536.

60. Guilloux, K., Gaillard, I., Courtois, J., Courtois, B., & Petit, E. (2009). Production of arabinoxylan-oligosaccharides from flaxseed (*Linum usitatissimum*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(23), 11308-11313.
61. Thakur, G., Mitra, A., Pal, K., & Rousseau, D. (2009). Effect of flaxseed gum on reduction of blood glucose and cholesterol in type 2 diabetic patients. *International journal of food sciences and nutrition*, 60(sup6), 126-136.
62. Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., & Delcour, J. A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in food science & technology*, 16(1-3), 12-30.
63. Biliaderis, C. G., Izydorczyk, M. S., & Rattan, O. (1995). Effect of arabinoxylans on bread-making quality of wheat flours. *Food Chemistry*, 53(2), 165-171.
64. Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., & Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT*, 118, 108860.
65. Švec, I., & Hrušková, M. (2018). Effect of golden and brown linseed fibre on wheat flour pasting, dough properties and bread quality. *Cereal Research Communications*, 46(1), 114-123.
66. Ming, L. C. M. (2007). Effects of Detoxified Linseed Meal on Dough Rheological Properties and Bread Characteristics [J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2.
67. Tutelyan V.A. Nutrition and Health // *Pichevaia Promishlenost*, 5, 2004, pp.
68. Ярошевич, Т. С., & Ярошевич, О. М. (2016). Товарознавча оцінка хліба пшеничного, збагаченого пшоном шліфованим. *Товарознавчий вісник*, (9), 172-177.
69. Покотило, О. С. (2008). Вплив поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 на ліпогенез і холестериногенез в організмі морських свинок

і білих щурів за нормальних умов і при холестеринівому навантаженні: дис....
д-ра біол. наук: 03.00. 04.

70. Kovalenko, V. L., Ponomarenko, G. V., Kukhtyn, M. D., Paliy, A. P., Bodnar, O. O., Rebenko, H. I., & Palii, A. P. (2020). Evaluation of acute toxicity of the "Orgasept" disinfectant. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4).

71. Основи охорони праці: Навчальний посібник для професійно-технічних навчальних закладів /Л. Е. Винокурова, М. В. Васильчук, М. В. Гаман. К.: Факт, 2005. 344 с.

72. Сапронов Ю. Г. Безпека життєдіяльності. М.: Видавничий центр «Академія», 2006. 118 с.

73. Голубець О. В. Визначення жирнокислотного складу ліпідів методом капілярної газорідинної хроматографії. Методичні рекомендації / О. В. Голубець, І. В. Вудмаска. Львів, 2015. 37 с.

74. Карпук, Н. В. (2016). *Metodychni vказivky do vykonannialaboratornykh robit z dystsypliny "Zahalni tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv" dlia studentiv vsikh form navchannia zanapriamom pidhotovky 6.051701 "Kharchovi tekhnolohii ta inzheneriia", spetsialnisti 181 "Kharchovi tekhnolohii". Ternopil: TNTU imeni Ivana Puliuia (in Ukrainian).*

75. Дробот, В. І., Арсеньева, Л. Ю., Білик, Л. Ю. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва: навч. посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 341с.

ДОДАТКИ

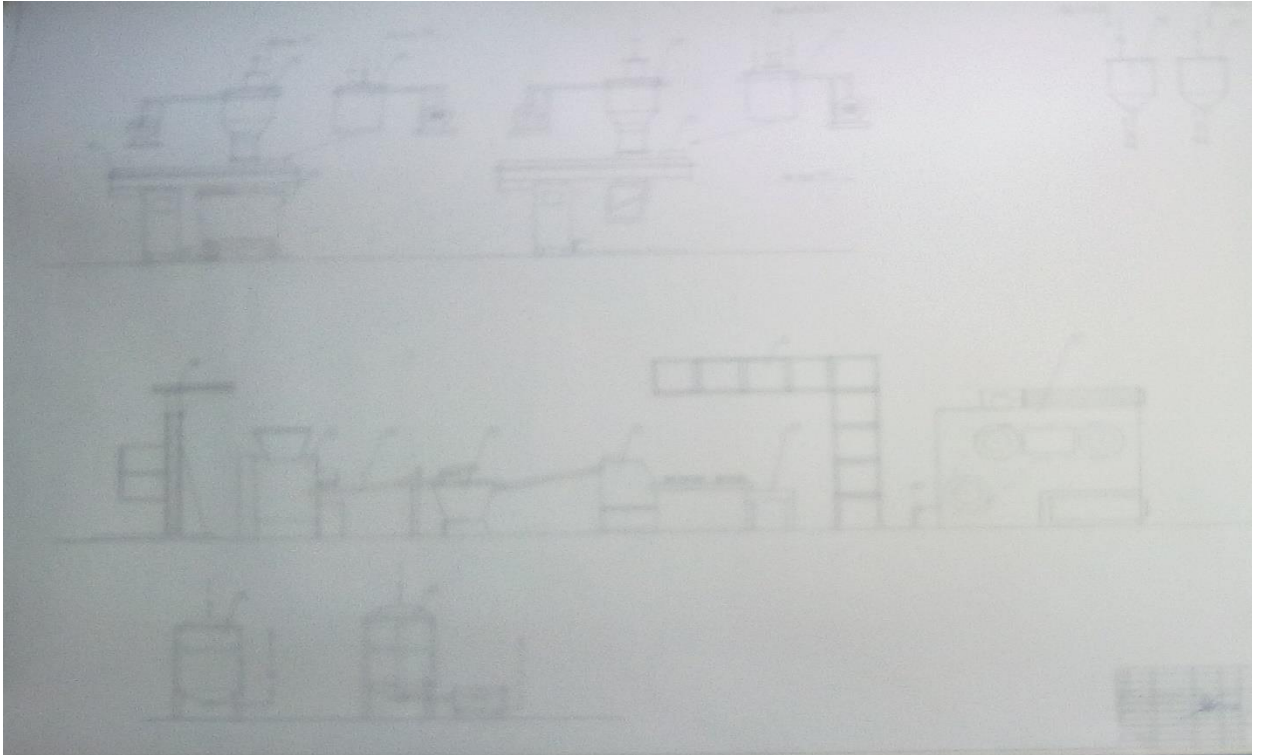


Рис. Додаток 1. План цеху з виробництва бетону Студентського підвищеної біологічної цінності

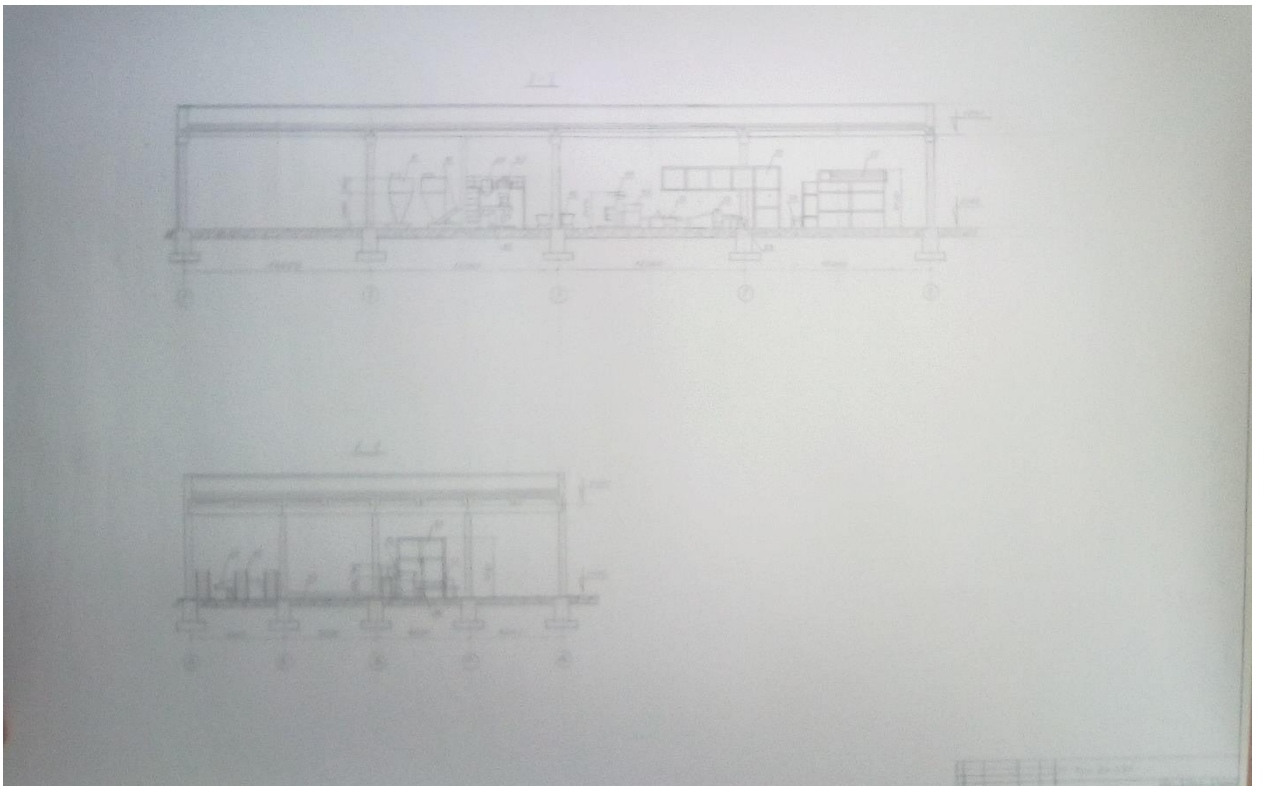


Рис. Додаток 1. Апаратурно-технологічна схема з виробництва бетону Студентського підвищеної біологічної цінності

Ministry of Education and Science of Ukraine
Lviv Polytechnic National University



Book of Abstract

International Scientific Online Conference
"Modern Advances in Organic Synthesis,
Polymer Chemistry and Food Additives" in
honor of Prof. Stanislav Voronov, dedicated
to the 80th anniversary of birth

Lviv, Ukraine
December 7-8 2021

68.	Жеребецький Р. Р. (Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна) Гривняк А.В., Оробчук О.М. Удосконалення технології настоянок
69.	Лабун В.П., Вічко О.І., Копчак Н.Г. (Тернопільський національний технічний університет імені І.Пулюя, кафедра харчової біотехнології і хімії, Україна) Виготовлення хлібобулочних виробів з дикою морквою
70.	Лановий Р. Б. (Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна) Вічко О. І., Назарко І. С. Перспективність застосування насіння льону та продуктів його переробки у технології хлібобулочних виробів
71.	Повстяна Д.С. (Херсонський національний технічний університет, Херсон, Україна) Рацук М.Є., Сарібєкова Д.Г. Одержання та оцінка якості та безпечності згущеного молока з цукрозамінниками
72.	Почапська І.Я. (Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна) Хлібишин Ю.Я. Дослідження культивування дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i> в різних середовищах
73.	Смоляк І.П. (Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна) Покотило О. С., Кухтин М. Д. Дослідження пшенично-ляного хліба з різним вмістом ляного борошна
74.	Соколовська І.О. (Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна) Жеребецький Р. Р. Оробчук О.М., Дзіняк Б.О. Зброджування квасного суслу термотолерантними штамами мікроорганізмів
75.	Степенко Н.О. (Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна) Барвник із соку бузини чорної як джерело функціональних інгредієнтів для виробництва продукції оздоровчого призначення
76.	Лончак В.А. (Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна) Панченко Ю.В., Авдєєнко А.П., Коновалова С.О. Особливості технології виробництва сичужного ферменту
77.	Чобіт М.Р. (Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна) Устюжаніна А.Ю., Панченко Ю.В., Васильєв В.П. Спреди, як основа нових функціональних продуктів
78.	Устюжаніна А.Ю. (Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна) Чобіт М.Р., Панченко Ю.В., Васильєв В.П. Модифікування мінеральних наповнювачів відгонами жирних кислот харчових виробництв
79.	Юсіна Г.Л. (Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, Україна) Чекой К.В., Дегтярьова Д.Е. Оптимізація параметрів визначення вмісту кофеїну спектрофотометричним методом
80.	Ірина Ясіньська (Національний університет харчових технологій, Київ, Україна) Вплив хлориду натрію на синтез сполук антиоксидантної дії при пророщуванні гречки
Хімія та технологія харчових добавок і косметичних засобів / Chemistry and technology of food additives and cosmetics	
81.	Dubenko A.V. (Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine, Dnipro) Nikolenko M.V., Aksyutina K.I. Synthesis of food additive sodium aluminum phosphate (E541)
82.	Sorokina A.S. (Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine) Vashkevich O.Y. Modern lipstick recipe
83.	Гросу О.К. (ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ТА ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Лановий Р.Б., Вічко О.І., Назарко І.С.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна
e-mail: o.vichko.te@gmail.com

Виробництво дієтичних продуктів харчування з використанням як сировини овочів, фруктів є однією з головних цілей у галузі «здорової» їжі. Тому нині вже стало характерним створювати продукти харчування для звичайного та спеціалізованого харчування на основі сировини отриманої з різноманітних злакових культур та дикорослих форм рослин. Комбінації численних фізіологічно активних сполук зерна, фруктів, овочів і рослинної маси ймовірно спричиняють синергізм з основними поживними речовинами (ще не в повній мірі вивчені), які забезпечують достатнє позитивне сприйняття споживачами цих продуктів. Одним із найдавніших і економічно важливим насінням, яке розповсюджене в багатьох регіонах Європи є льон. Завдяки своєму хімічному складу лляне насіння стає важливим функціональним інгредієнтом харчових продуктів, оскільки містить олію багату омега-3 жирними кислотами, засвоювані білки та лігнани. Крім того, що льон є один із найбагатших джерел α -ліноленової кислоти та лігнанів, лляне насіння є незамінним джерелом високоякісного білка і розчинної клітковини та має значний потенціал як джерело фенольних сполук [1]. Для споживання людиною використовують лляне борошно у вигляді меленого зерна у вакуумній упаковці або продукти збагачені насінням льону. Наприклад, лляне насіння можна включити в традиційні харчові матриці на основі зернових культур у вигляді хліба та макаронних виробів, у яєчні продукти, у готові закусочні продукти, так як проявляє високу споживчу сприйнятливості [2]. З усіх ліпідів у насінні льону (приблизно 30 %) 53 % припадає на α -ліноленову кислоту, 17 % на лінолеву, 19 % на олеїнову, 3 % – стеаринову і 5 % – пальмітинову кислоту, яка забезпечує чудове n-6 співвідношення до n-3 жирних кислот, приблизно 0,3:1 [3]. Тому насіння може бути альтернативою для забезпечення населення цією жирною кислотою в регіонах світу, де немає значного доступу до морських продуктів, які є найкращим джерелом n-3 жирних кислот.

Нами проаналізовано жирнокислотний та амінокислотний склад двох видів олій: лляної і пшеничної з метою можливого введення лляної олії у виробництво хліба і хлібобулочних виробів.

Встановлено, що за кількістю поліненасиченої α -ліноленової кислоти, яка відноситься до родини омега-3, лляна олія в 7,8 рази перевищувала вміст її у олії з пшеничного борошна. Тобто у лляній олії кількість даної есенціальної кислоти становила $54,62 \pm 0,11$ % від маси усіх жирних кислот. Крім того, лляна олія значно багатша за пшеничну за вмістом олеїнової кислоти, її кількість у лляній олії становила $19,70 \pm 0,09$ % від загальної маси кислот, що відповідно в 1,3 рази більше. При оцінці амінокислотного складу виявлено, що у лляній олії амінокислотний скор лімітуючих амінокислот треоніну і лізину становив 98 і 80 %, відповідно. Така кількість даних амінокислот у лляній олії, практично на 10 і 15 % більша, ніж у пшеничній. Отже, часткова заміна пшеничного борошна на лляне буде сприяти покращенню жирнокислотного складу та підвищить його амінокислотний скор.

Література:

1. Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horniuk, Y., Dobrovolska, S. & Mazu, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222.
2. Лялик, А., Бейко, Л., Кухтин, М., Покотило О. (2021). Використання лляної олії у виробництві харчових продуктів. *Вісник аграрної науки*, 3(99), 78-83.
3. Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J. and Barnwal, P. (2011). Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 210–222.

Коток В.А.	136	Остапюк Світлана	102
Кочетова Я.В.	100	Панченко Ю.В.	58, 123, 124, 125
Красінський В.В.	101	Петріна Р.О.	139, 145, 153
Кузнецова К.І.	60	Пиріг М.А.	140
Кукура Тетяна Юрійвна	21	Писаренко С.В.	146
Куник О.М.	142	Пільо С.Г.	38, 54
Курка М.С.	153	Повстяна Д.С.	118
Кухтин М.Д.	120	Покотило О.О.	36
Кущ О.В.	20	Покотило О.С.	36, 37, 120
Лабун В.П.	116	Полюжин І. П.	48
Лабяк О.В.	137, 147, 149	Поляк О.Є.	97
Лановий Р.Б.	117	Попова Є.Є.	147
Лапіна А.М.	123	Почапська І.Я.	119, 156
Лесюк О.І.	49	Примушко С.О.	98
Лещишак Христина	55	Пристай Р.Р.	156
Литвин Р.З.	49	Присяжний Ю.В.	87-88
Лубенець В.І.	141	Пташник О.С.	37
Лубенець Віра	35	Рацук М.Є.	118
Лук'янов О.О.	53	Резванцева А.О.	149
Лявинець О.С.	47	Репета Вячеслав Богданович	21
Марченко І.Л.	134	Ріпак Л.М.	14-16
Матюшов В.Ф.	91, 104	Рогальський С.П.	92
Мельник А.В.	40	Рожнова Р.А.	84, 98
Мельник І.І.	46	Рябов С.В.	79, 92
Менафова Ю.В.	133	Салеба Л. В.	150
Мироняк М.О.	137, 147, 154	Самойленко Т.Ф.	108, 109
Мишак В.Д.	94, 95	Самойлюкевич В.О.	103
Мінаєва І.В.	38	Санталова Г.О.	133
Мітіна Н.Є.	85	Саприкіна Є.О.	154
Міхедькіна О.Й.	46	Сарібекова Д.Г.	118, 142, 150, 151
Мужев В.В.	94, 95	Сасин Д.В.	83
Мусій Р.Й.	114	Северін О.О.	54
Надашкевич З.Я.	85	Семешко О.Я.	151
Назаренко К.Г.	56	Семиног В.В.	94
Назарко І.С.	117	Семиног В.В.	95
Ніколенко М.В.	42, 131	Сиротюк С.В.	114
Новохатько А.О.	20	Сідун Ю.В.	86, 87-88
Носач Л.В.	80	Скрипська Ольга	55
Обушак М.Д.	49, 52, 57	Слісенко О.В.	64, 81, 82
Обушак Микола	55	Смоляк І.П.	120
Огар Г.О.	96	Собечко І.Б.	52, 57
Олексів Ю.О.	97	Соколовська І.О.	121
Опейда Й.О.	20	Сокольський Г.В.	39, 40
Оробчук О.М.	115, 121	Стадницька Н.Є.	141
Остапюк С.М.	100	Стеценко Н.О.	122