

**Міністерство освіти і науки України  
Харківський державний університет харчування  
та торгівлі**

**С.Г. Олійник, Г.М. Лисюк, О.І. Кравченко,  
О.В. Самохвалова**



**ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ  
ІЗ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ**



**МОНОГРАФІЯ**

Харків

2014

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Харківський державний університет харчування**  
**та торгівлі**

**ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**  
**ІЗ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ**

**Монографія**

Харків  
ХДУХТ  
2014

УДК 664.66:664.765(075.8)

ББК 36.83-1

Т 38

Автори:

С. Г. Олійник, Г.М. Лисюк,  
О. І. Кравченко, О.В. Самохвалова

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. Національного технічного університету «Харківський  
політехнічний інститут» **Ф.Ф. Гладкий,**

д-р техн. наук, проф. Харківського національного технічного університету  
сільського господарства ім. Петра Василенка **О.М. Шаніна**

Рекомендовано до видання вченою радою Харківського державного  
університету харчування та торгівлі, протокол № 7 від 26.02.2014 р.

**Технології** хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків  
Т 38 пшениці : монографія / С. Г. Олійник, Г.М. Лисюк, О. І. Кравченко,  
Самохвалова О. В. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 108 с.

ISBN

У монографії узагальнено результати багаторічних досліджень щодо теоретичного та  
практичного обґрунтування технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової та  
біологічної цінності з використанням продуктів переробки зародків пшениці.

Видання пропонується для викладачів, аспірантів та студентів, що навчаються за  
напрямом підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» і за спеціальностями  
«Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів», «Технологія  
харчування», а також для фахівців хлібопекарської галузі та закладів ресторанного  
господарства.

УДК 664.66:664.765(075.8)

ББК 36.83-1

© Олійник С. Г., Лисюк Г. М.,  
Кравченко О. І., Самохвалова О.В., 2014  
©Харківський державний університет  
харчування та торгівлі, 2014

ISBN

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ</b> .....	<b>8</b>
1.1. Науковий підхід до створення продуктів підвищеної харчової цінності.....	8
1.2. Харчова та біологічна цінність хлібобулочних виробів з пшеничного борошна і шляхи її підвищення з використанням зернової, бобової та олійної сировини .....	13
1.3. Особливості використання зародків пшениці та продуктів їх переробки у технологіях хлібобулочних виробів.....	21
1.3.1. Характеристика хімічного складу зародків пшениці.....	21
1.3.2. Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів із використанням зародків пшениці та продуктів їх переробки...	24
1.3.3. Перспективи використання спиртового екстракту та шроту зародків пшениці у технології хліба підвищеної харчової цінності.....	28
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА З ДОДАВАННЯМ СПИРТОВОГО ЕКСТРАКТУ І ШРОТУ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ</b> .....	<b>32</b>
2.1. Дослідження хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей продуктів переробки зародків пшениці.....	32
2.2. Вибір раціональних дозувань спиртового екстракту та шроту зародків пшениці у технології пшеничного хліба.....	36
2.2.1. Дослідження впливу спиртового екстракту зародків пшениці на показники якості та харчову цінність пшеничного хліба ....	36
2.2.2. Дослідження впливу шроту зародків пшениці на показники якості та харчову цінність пшеничного хліба .....	39
2.3. Вплив продуктів переробки зародків пшениці на функціонально-технологічні властивості пшеничного борошна та хлібопекарських дріжджів.....	41
2.3.1. Вплив спиртового екстракту та шроту зародків пшениці на технологічні властивості пшеничного борошна .....	42
2.3.2. Вплив спиртового екстракту та шроту зародків пшениці на технологічні властивості хлібопекарських пресованих дріжджів.....	51
2.4. Дослідження впливу продуктів переробки зародків пшениці на перебіг процесів дозрівання тіста.....	52
2.4.1. Вплив продуктів переробки зародків пшениці на біохімічні та мікробіологічні процеси дозрівання тіста.....	52
2.4.2. Зміни структурно-механічних властивостей пшеничного тіста з продуктами переробки зародків пшениці .....	61
2.5. Розробка нових технологій хліба з пшеничного борошна з використанням продуктів переробки зародків пшениці.....	63

2.5.1. Технології хлібобулочних виробів із використанням продуктів переробки зародків пшениці за безопарного способу тістоведення.....	64
2.5.2. Технології хлібобулочних виробів із використанням продуктів переробки зародків пшениці за опарного способу тістоведення .....	69
<b>РОЗДІЛ 3. СПОЖИВЧА ЦІННІСТЬ І КВАЛІМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ХЛІБА З ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ.....</b>	<b>74</b>
3.1. Харчова, біологічна цінність та перетравлюваність хліба з продуктами переробки зародків пшениці.....	74
3.2. Дослідження процесів черствіння хліба з продуктами переробки зародків пшениці.....	78
3.3. Кваліметрична оцінка якості хліба з продуктами переробки зародків пшениці.....	81
3.3.1. Розрахунок комплексного показника якості хліба з продуктами переробки зародків пшениці.....	81
3.3.2. Розрахунок економічної ефективності від впровадження нових технологій хліба з продуктами переробки зародків пшениці.....	86
3.3.3. Розрахунок інтегрального показника якості хліба з продуктами переробки зародків пшениці.....	89
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>90</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>91</b>

## ВСТУП

Тенденції останніх десятиріч щодо погіршення харчового статусу населення України, що пов'язані з неповноцінністю харчового раціону, визначили гостру потребу створення продуктів харчування нового покоління з підвищеним вмістом есенціальних нутрієнтів. Традиційно лідируючу позицію в раціоні харчування основних груп населення займають хлібобулочні вироби, що мають високу енергетичну цінність, проте відзначаються низьким вмістом вітамінів, харчових волокон, незамінних амінокислот, мінеральних речовин. Це, у першу чергу, зумовлено видаленням багатих на ці речовини анатомічних частин зерна під час отримання борошна, особливо сортового. У цьому зв'язку саме цілеспрямована оптимізація хімічного складу хлібобулочних виробів є дієвим засобом корекції харчового статусу населення.

Проблемі виготовлення хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності присвячено роботи відомих учених Л.І. Пучкової, Р.Д. Поландової, В.І. Дробот, Л.Ю. Арсенєвої, В.Ф. Доценка, В.О. Моргун, Т.Б. Циганової, Г.М. Лисюк та багатьох інших. Проте й сьогодні питання вдосконалення технологій, розширення асортименту, підвищення якості цих виробів не можна вважати до кінця вирішеними.

Серед сучасних способів збагачення хлібобулочних виробів особливий інтерес викликають ті, що передбачають залучення побічних продуктів борошномельного виробництва, у тому числі й пшеничних зародків із високою харчовою та біологічною цінністю. Пшеничний зародок у нативному вигляді та продукти його переробки не завжди знаходять застосування в технологіях хліба, оскільки мають невеликі терміни зберігання через вміст здатних до швидкого окиснення ліпідів та можуть негативно впливати на якість виробів.

Прагнення науковців максимально використати потенціал пшеничних зародків, який по праву називають «серцем» зерна, приводить до появи нових продуктів із високою харчовою цінністю. Серед них представляють інтерес вітчизняні знежирені дієтичні добавки, а саме: спиртовий екстракт «Глюкорн-100» і «Шрот зародків пшениці харчовий», які є джерелами білка, вітамінів, харчових волокон та інших корисних речовин і раніше в технології хлібобулочних виробів не використовувалися.

У зв'язку з вищевикладеним, дослідження, спрямовані на наукове обґрунтування використання нових продуктів переробки зародків пшениці для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів із пшеничного борошна, є актуальними.

Перший розділ монографії присвячений характеристиці наукового підходу до створення продуктів харчування підвищеної харчової цінності, наведено результати аналізу сучасних технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності, що виготовлені з використанням зернової, бобової та олійної сировини, у тому числі й зародків пшениці.

Охарактеризовано нові продукти переробки зародків пшениці – дієтичні добавки «Глюкорн-100» і «Шрот зародків пшениці харчовий» та показано їх перспективність як сировини для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів.

У другому розділі наведено результати власних досліджень хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей дослідних продуктів переробки зародків пшениці, обґрунтовано їх раціональні дозування в технології хлібобулочних виробів, досліджено перебіг основних процесів дозрівання тіста з пшеничного борошна з дослідними добавками. Також наведено результати розробки технологій і асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності з додаванням нових продуктів переробки зародків пшениці.

Третій розділ базується на результатах вивчення споживчих властивостей розроблених хлібобулочних виробів, а саме: оцінено харчову, біологічну цінність та перетравлюваність білків нових видів хліба, досліджено перебіг процесів, що відбуваються під час їх зберігання. На завершення подано дані розрахунку інтегрального показника якості на основі визначення комплексного показника якості та економічної ефективності розробок.

В основу монографії покладено матеріали дисертаційної роботи О.І.Кравченко, що виконана на кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Харківського державного університету харчування та торгівлі під керівництвом д-ра техн. наук, професора Г.М. Лисюк та к.т.н., доцента С.Г.Олійник.

## РОЗДІЛ 1

### ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

#### 1.1. Науковий підхід до створення продуктів харчування підвищеної харчової цінності

Одним із пріоритетних завдань кожної цивілізованої держави є захист життєвих інтересів нації, і в першу чергу, забезпечення продовольчої безпеки [1–6]. За оцінками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), структура харчування є одним із найважливіших чинників, що зумовлюють стан здоров'я людини [7–9].

В Україні проблема, яка пов'язана з якістю та характером харчування, є багатогранною і визначається низкою чинників, серед яких стресовий ритм життя, низька спроможність більшості населення у забезпеченні повноцінного харчового раціону, недостатня проінформованість населення країни щодо принципів здорового харчування [10–12].

За останні двісті років харчування людини зазнало великих змін. У результаті інтенсифікації аграрного виробництва у ХХ столітті відбулося виснаження ґрунтів, а масове застосування хімічних добрив призвело до зміни хімічного складу продуктів рослинництва. Знижена кількість вітамінів, мікроелементів, різних вуглеводів та амінокислот поєднується в цих продуктах із підвищеним вмістом нітратів, отрутохімікатів, важких металів та ксенобіотиків. На основі результатів визначення вмісту вітамінів і мікроелементів у рослинних продуктах харчування, яке здійснювалося різними вченими протягом останніх десяти років, встановлено, що показники їх хімічного складу приблизно на 30...40% нижче зазначених у нормативній, довідковій та науковій літературі 1970-х років [13–15]. До того ж зменшення частки ручної праці у всіх сферах діяльності за рахунок розвитку техніки та автоматизації виробництва призвело до зниження фізичного навантаження організму. Якщо раніше дорослій людині для нормальної життєдіяльності потрібно було 3500 ккал на добу, то сьогодні достатньо лише 2000...2500 ккал. Зниження енергетичної цінності харчового раціону шляхом зменшення кількості продуктів харчування, що споживаються, призводить до того, що організм людини недоотримує до 20% необхідної кількості нутрієнтів для нормальної життєдіяльності.

У результаті цих об'єктивних та суб'єктивних причин скласти раціон харчування з відповідною енергетичною, харчовою та біологічною цінністю, керуючись традиційним набором продуктів, на сьогодні практично неможливо [14–18]. Приведення раціону харчування у відповідність до реальних фізіологічних потреб людини вимагає нових підходів та рішень.



На сьогодні у світі визначено два основних шляхи корекції харчового раціону людини:

- регулярне споживання дієтичних добавок до їжі, що містять вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна та інші необхідні речовини;
- регулярне споживання продуктів харчування з підвищеною харчовою цінністю [19–23].

Дієтичні добавки – це концентрати натуральних чи ідентичних до натуральних біологічно активних речовин, у складі яких містяться компоненти у кількості, що не перевищує рекомендованої потреби у харчових речовинах (нутрицевтики), чи терапевтичної дози активної речовини (парафармацевтики) [24–26]. Дієтичні добавки є ефективною формою профілактики, а також допоміжного лікування низки поширених хронічних захворювань людини. Найпоширенішими серед них є мінерально-вітамінні комплекси, комплекси поліненасичених жирних кислот та фосфоліпідів тощо. Дієтичні добавки випускаються у вигляді капсул, таблеток, порошків, паст. Їх фізіологічна ефективність повинна бути підтверджена клінічними дослідженнями [24–29].

Провідними європейськими виробниками таких дієтичних добавок є фірми «Haribo», «Leaf», «Nestle», «Kraft Jacobs Suhard» тощо. Серед американських виробників відрізняються фірми «Ricola», «F&F Foods», «Quigley», японських – «Morinaga», «Ezaki Glico», «Lotte», російських – ТОВ «Леовит нутрио», українських – «Наша марка», ТОВ «Еліт-Фарм», НІПКЦ «Захід-Фарм» [30–31] та інші.

Проте використання у харчовому раціоні дієтичних добавок не дозволяє кардинально вирішити проблему оптимізації харчового раціону. Зовнішня подібність із ліками, незручність застосування протягом тривалого часу зробило їх психологічно неприйнятними. Крім того, несумлінність багатьох виробників дієтичних добавок як щодо складу, так і стосовно цінової політики часто роблять ці продукти малопривабливими в очах масового споживача в багатьох країнах світу, у тому числі і в Україні.

Іншим перспективним шляхом корекції харчового раціону є забезпечення у продуктах щоденного харчування підвищеного вмісту однієї або комплексу необхідних для функціонування організму людини речовин [32–34]. Принциповою відмінністю між збагаченими продуктами харчування та дієтичними добавками до їжі є форма, у якій ці інгредієнти «доставляються» в організм людини.

Розробка продуктів харчування нового покоління, збагачених необхідними для функціонування організму людини інгредієнтами є фундаментальною основою теорії здорового або функціонального харчування, яку було започатковано у 80-х роках ХХ століття в Японії як альтернативу медикаментозної терапії. Саме тоді в науковій літературі вперше з'явився термін «фізіологічно функціональні харчові продукти» або «функціональні продукти», що містять фізіологічно функціональні інгредієнти [35–38]. Згодом

у Європі була прийнята «Наукова концепція функціональних продуктів харчування Європи» (Scientific Concepts of Functions Food in Europe). Подібні програми з'явилися в таких країнах, як Німеччина, Франція, США, Китай та багатьох інших країнах, у тому числі і в Росії та Україні [6; 21, 35–37].

Згідно з теорією Д. Поттера, у практиці створення функціональних продуктів використовують 7 груп фізіологічно-функціональних інгредієнтів: харчові волокна, вітаміни, антиоксиданти, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, олігоцукриди (пребіотики) і корисні мікроорганізми (пробіотики) (табл 1.1). Деякі автори до їх складу відносять також амінокислоти та пептиди, ферменти тощо [39–42].

**Таблиця 1.1 – Основні фізіологічно-функціональні інгредієнти та їх роль у функціонуванні організму людини**

<b>Найменування фізіологічно-функціональних інгредієнтів</b>	<b>Роль фізіологічно-функціональних інгредієнтів у функціонуванні організму людини</b>
Харчові волокна	Позитивна дія на процеси травлення, стимуляція росту корисної кишкової мікрофлори (пребіотична дія), зв'язування та виведення з організму важких металів, радіонуклідів, токсичних речовин, зниження ризику розвитку серцево-судинних захворювань
Вітаміни	Регуляція обмінних процесів метаболізму, діяльності нервової та серцево-судинної системи, імуностимулююча дія
Антиоксиданти (β-каротин, токоферолі)	Захист організму від вільних радикалів, уповільнення процесів старіння
Мінеральні речовини	Підтримка кислотно-лужної рівноваги, формування та розвиток тканин організму, регуляція діяльності нервової системи, водного обміну, внутрішньоклітинного осмотичного тиску
Поліненасичені жирні кислоти (ω-3 і ω-6)	Профілактика серцево-судинних, онкологічних, нервових, ниркових захворювань, ожиріння, синдрому втоми
Олігоцукриди (пребіотики)	Стимуляція росту і метаболічної активності бактерій у товстому відділі кишечника людини
Корисні мікроорганізми (пробіотики)	Відновлення кількісного та якісного складу та підтримка біохімічної активності нормальної мікрофлори організму

Роль фізіологічно-функціональних інгредієнтів в організмі, як правило, не обмежується однією функцією – вони можуть забезпечувати різноманітну фізіологічну дію [1; 39–41].

Модифікація складу харчових продуктів шляхом внесення фізіологічно-функціональних інгредієнтів описується низкою термінів:

– збагачення (від англ. enrichment), нутрифікація (від англ. nutrification) – означає додавання до продуктів харчування різних життєво важливих харчових речовин із метою підвищення харчової цінності продуктів харчування;

– відновлення (від англ. restoration) – додавання харчових речовин до продуктів харчування для відновлення їх втрат під час виробництва, зберігання і використання;

– стандартизація (від англ. standardization) – додавання до продукту харчування есенціальних інгредієнтів з метою приведення до єдиного, стандартного рівня їх вмісту у різних видах і партіях однотипної продукції;

– вітамінізація – збагачення продуктів тими вітамінами, які у природних умовах у них практично відсутні [22; 41].

У зв'язку зі зменшенням загальної кількості споживаної їжі виникла необхідність перейти від принципу відновлення до додаткового збагачення продуктів харчування. Для визначення цього процесу використовують термін «фортифікація» (від англ. fortification – зміцнювати), тобто збагачення продуктів харчування мікронутрієнтами до рівня, що перевищує їх вміст у цьому продукті [22].

Збагачення продуктів харчування поживними речовинами – це цілеспрямоване втручання в хімічний склад харчового продукту, тому здійснюватися воно повинно на науково обґрунтованих, перевірених практикою медико-біологічних і технологічних принципах, сформульованих у матеріалах Комісії Codex Alimentarius Всесвітньої організації з охорони здоров'я [1; 6; 41; 43–51].

Першим етапом створення продуктів харчування підвищеної харчової цінності є вибір продукту, що підлягає збагаченню. Вибір продукту для збагачення здійснюють з урахуванням його поширеності та доступності для більшості населення. Як свідчать дані літератури, до перспективних продуктів для збагачення належать продукти масового споживання, такі як хлібобулочні, молочні продукти, напої, продукти дитячого харчування [52; 53].

Не менш важливим кроком є вибір джерела фізіологічно-функціонального інгредієнту. Для збагачення харчових продуктів слід використовувати ті мікронутрієнти, дефіцит яких реально має місце. Вибір джерела збагачувальних інгредієнтів і їх товарних форм залежить від виду продукту, який підлягає збагаченню, особливостей його технології, сумісності компонентів збагачувальної добавки з рецептурним складом продукту. Збагачувальний інгредієнт може бути внесений у складі природних харчових продуктів або у вигляді препаратів (дієтичних добавок). При цьому натуральні збагачувачі мають перевагу над синтетичними, оскільки їх складові знаходяться у легкозасвоюваній формі [1; 25–28; 52–54].

Складання рецептури нового продукту повинно проводитися з урахуванням можливого вмісту збагачувальних речовин у базовому продукті. Кількість збагачувального фізіологічно-функціонального інгредієнту рекомендовано розраховувати таким чином, щоб його вміст у продукті був

достатнім для забезпечення 20...50% добової потреби в ньому за умови звичайного рівня споживання збагаченого продукту, з урахуванням його втрат у процесі виготовлення продукту [1; 17; 18; 55]. Проте деякі автори вважають достатнім рівень збагачення есенціальними інгредієнтами на межі 15...40%, інші – не менше 30% від добової потреби [27; 38]. Сумарне надходження поживних речовин із добовим харчовим раціоном не повинно перевищувати рекомендовану добову потребу в них [1; 27; 41; 56; 57].

Досвід створення продуктів харчування підвищеної харчової цінності визначає декілька способів внесення збагачуючого компонента до основної рецептури виробу:

- сухе змішування;
- розчинення у воді або іншій рідкій фазі;
- розчинення у жирах або оліях;
- адгезія (налипання) на поверхню продукту;
- напилення розчину на поверхню продукту [1; 41; 52].

Використання збагачувальних інгредієнтів у технологіях продуктів харчування не повинно призводити до погіршення їх споживчих властивостей.

Фізіолого-функціональні властивості продукту повинні бути підтверджені гігієнічними та клінічними дослідженнями. І лише за умови безпечності, доброї біозасвоюваності, позитивного впливу на ту чи іншу ключову функцію організму людини, харчовому продукту може бути надано статус «функціонального» або «для спеціального дієтичного споживання» і внесено до «Державного реєстру харчових продуктів спеціального дієтичного споживання, функціональних харчових продуктів та дієтичних добавок» [34; 58–60]. Регламентований вміст вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон у кінцевому продукті має бути зазначений на упаковці цього продукту і суворо контролюватися як виробником, так і органами Державного санітарного нагляду.

Необхідним щодо контролю технологічного процесу виготовлення і якості таких продуктів спеціального призначення є наявність точних, відтворюваних та бажано прискорених методик визначення кількості збагачувальних інгредієнтів у напівфабрикатах та готових виробів [32; 34; 43; 57; 61].

Розглянуті вище наукові аспекти підвищення харчової цінності продуктів харчування свідчать, що ефективність цього процесу значною мірою визначається вибором базового об'єкта для збагачення та джерела фізіологічно-функціональних інгредієнтів.

Як було зазначено раніше, збагаченню доцільно піддавати харчові продукти щоденного споживання, серед яких провідну позицію міцно посідають хлібобулочні вироби. У цьому зв'язку саме цілеспрямована корекція їх хімічного складу є дієвим засобом корекції харчового статусу населення нашої країни.

## 1.2. Харчова та біологічна цінність хлібобулочних виробів з пшеничного борошна і шляхи її підвищення з використанням зернової, бобової та олійної сировини

Хлібобулочні вироби є традиційним продуктом харчування населення України. Їх асортимент нараховує більше 500 найменувань, у тому числі більше 45% – це вироби з пшеничного борошна вищого ґатунку [52; 62; 63]. Споживання близько 300 г/добу хліба щоденно дозволяє забезпечити організм людини в енергії більше, ніж на 30%. Проте вироби з сортового борошна недостатньо задовольняють потреби організму людини у вітамінах, мінеральних речовинах, харчових волокнах, незамінних амінокислотах та інших есенціальних нутрієнтах, більшість яких вилучається разом з зародком, оболонками та алейроновим шаром під час переробки зерна у борошно [64–66].

Як свідчать дані табл. 1.2, хліб із пшеничного борошна високих виходів відрізняється вищою харчовою цінністю порівняно з борошном низьких виходів за такими основними компонентами, як білок, клітковина та зольні речовини.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад хліба з пшеничного борошна (100 г)

Вид хліба	Ґатунок борошна	Вміст, г				
		білків	жирів	засвоюваних вуглеводів	клітковини	золи
Пшеничний формовий	обойне	8,1	1,2	42,0	1,2	2,5
Пшеничний формовий	другий	8,1	1,2	46,6	0,4	2,0
Пшеничний подовий	другий	8,3	1,3	48,1	0,4	2,0
Пшеничний формовий	перший	7,6	0,9	49,7	0,2	1,8
Пшеничний формовий	вищий	7,6	0,6	52,3	0,1	1,3

Натомість вироби з пшеничного борошна вищого ґатунку мають у своєму складі більшу кількість легкозасвоюваних вуглеводів, які і визначають його високу енергетичну цінність.

Вміст білків у хлібі залежно від сорту борошна, з якого він виготовлений, складає від 5 до 9%. Відомо, що лімітуючою амінокислотою у білковому складі хліба з пшеничного борошна є лізин – найбільш дефіцитна амінокислота у світовому балансі харчування людини. Так, амінокислотний скор лізину у хлібобулочних виробах з борошна вищого ґатунку становить приблизно 40% [64; 66; 67].

Хліб вважається джерелом життєво необхідних вітамінів РР, Е, групи В, проте їх кількість зменшується в міру зменшення виходу пшеничного борошна [40; 62; 68; 69], що видно з наведених у табл. 1.3 даних. Так, наприклад, при добовому споживанні 277 г хліба з борошна вищого гатунку потреба у вітамінах В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> задовольняється лише на 3 і 6%, а у вітаміні РР – тільки на 13%.

**Таблиця 1.3 – Забезпечення добової потреби у вітамінах за умови споживання рекомендованої добової норми хліба (277 г)**

Найменування виробів	Покриття добової потреби у вітамінах за споживання 277 г виробів, %					
	Е	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	В <sub>6</sub>	РР
Хліб із пшеничного борошна вищого гатунку	31	18	3	6	11	13
Хліб із пшеничного борошна I гатунку	26	25	6	10	14	21
Хліб із пшеничного борошна II гатунку	55	37	11	16	32	42
Хліб із пшеничного обойного борошна	59	37	11	16	32	47

Таким чином, хлібобулочні вироби з борошна вищого гатунку, маючи високу енергетичну цінність, є незбалансованими за такими життєво необхідними речовинами, як незамінні амінокислоти, вітаміни, харчові волокна тощо. Тому пошук шляхів підвищення їх харчової та біологічної цінності є предметом постійної уваги науковців [66; 70–72].

Аналіз літературних джерел із питань збагачення хліба дозволив визначити два основні шляхи вирішення цієї проблеми:

- збагачення пшеничного борошна фізіологічно-функціональними інгредієнтами безпосередньо під час його виробництва на борошномельному підприємстві [22];
- внесення цих компонентів під час технологічного процесу приготування хлібобулочних виробів [17–18; 51–53].

Оскільки перший напрям у нашій країні знаходиться у стадії розвитку, основним способом підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів є застосування у їх технології різноманітної сировини з високим вмістом фізіологічно-функціональних інгредієнтів [14; 33; 34; 42].

Результати аналітичного огляду літератури з цих питань свідчать, що значна кількість способів збагачення хліба есенціальними речовинами ґрунтується на використанні з цією метою зернової, бобової та олійної сировини через гарну сумісність її складових з основними рецептурними компонентами хлібобулочних виробів [64–66; 71–76].

З точки зору харчової цінності на особливу увагу заслуговує зернова культура тритикале, яка є гібридом пшениці та жита і відрізняється більш повноцінним, порівняно з ними, амінокислотним складом білка [76; 77]. Сорти тритикале за своїми біологічними властивостями поділяють на дві групи: сорти

з переважно житнім фенотипом (АДМ-8, АДМ-11, Амфідиплоїд 52 тощо) і сорти з переважно пшеничним фенотипом (Миронівський амфідиплоїд 1, АДМ-4, АДМ-5 тощо). Тритикале вирощують у Польщі, Франції, Німеччині, Росії [75]. В Інституті Рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН (Харків) створено нові високоадаптивні сорти тритикале з удосконаленими технологічними властивостями [77].

Відомі способи виготовлення пшеничного хліба з додаванням тритикалевого борошна в кількості 20...25% [78], його сумішей із борошном бобових, нуту [79; 80] та тритикалевих висівок [81]. Проте тритикалеве борошно обмежено застосовується у виробництві хліба тому, що має нижчі хлібопекарські властивості порівняно з пшеничним борошном [82–88].

З метою покращення структурно-механічних властивостей тіста з борошна тритикале пропонується використовувати солі органічних кислот разом із гліцерином [88], поверхнево-активні речовини, комплексні поліпшувачі [64] тощо.

Для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів знайшло застосування вівсяне борошно, що збалансоване за амінокислотним складом, багате на вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна. Це робить вівсяне борошно необхідним компонентом у рецептурах виробів для дитячого та лікувально-профілактичного харчування [89; 90]. Додавання вівсяного борошна замість пшеничного дозволяє отримати готові вироби зі зниженою енергетичною цінністю.

Важливим компонентом вівса є наявний у ньому  $\beta$ -глюкан, який виявляє антиоксидантні властивості, бере участь у регуляції вуглеводного обміну та рівня холестерину в сироватці крові, виведенні з організму шлаків, сприяє покращенню мікрофлори кишечника тощо [91; 92]. Його висока гідратаційна здатність приводить до підвищення виходу хлібобулочної продукції та подовження терміну її зберігання. Хліб із використанням вівсяного борошна у кількості 50% замість пшеничного борошна і пектину у кількості 0,5% до маси борошна виявляє оздоровчий ефект, має прекрасні споживчі властивості, ситний і в той же час легкий продукт, довго не черствіє і навіть під час тривалого зберігання не втрачає своїх смакових якостей. Проте використання вівсяного борошна у такій кількості сприяє появі специфічного присмаку у готових виробах, у зв'язку з чим для покращання органолептичних властивостей запропоновано вносити до рецептури хліба житній ферментований солод і цукор [93–96].

Знаходять застосування у технологіях хліба і продукти переробки вівса. Розроблено технологію хліба «Золота нива» з використанням вівсяної мучки у кількості 25% від маси пшеничного борошна першого гатунку. Нові вироби характеризуються в 1,2 разу вищим вмістом білка, вітаміну В<sub>1</sub> – в 1,2 разу, В<sub>6</sub> – в 1,8 разу, Е – в 1,2 разу порівняно з традиційними виробами [97].

Відома компанія «Ireks» (Німеччина) пропонує зернову суміш для приготування хліба з продуктами переробки вівса – «Фітнес мікс вівсяна», яка

відзначається оптимальним співвідношенням білків, жирів, вуглеводів та вітамінів [98].

Перспективною сировиною для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів є ячмінь, що, як і овес, містить розчинний полісахарид  $\beta$ -глюкан. Білки ячменю здатні утворювати клейковину, але дуже низької якості за рахунок великої кількості у своєму складі пентозанів (8,0...12,6%).

Хліб із додаванням ячмінного борошна відрізняється приємним смаком, легким горіховим ароматом, проте має темний колір м'якушки хліба, швидко черствіє та сильно кришиться. Саме тому для виготовлення хлібобулочних виробів ячмінне борошно використовують здебільшого у кількості не більше, ніж 30% замість пшеничного [98–99]. Порівняно з пшеничним борошном першого гатунку в ньому міститься більше калію, кальцію та магнію, а білки відрізняються високим амінокислотним скором лізину.

У хлібопекарському виробництві здобули широкого застосування ячмінні солодові продукти, які мають в активному стані амілолітичні ферменти і використовуються для оцукрення борошняних заварок під час приготування рідких дріжджів та заварних сортів хліба [64].

Вітчизняні виробники (ТОВ «Київський завод солодових екстрактів»), пропонують широкий спектр солодових продуктів на основі солоду, які використовуються у технології хліба: «Надія», «Вітекс», «Золоті зерна»; полісолодові екстракти, полісол, холесол.

Також відома технологія використання солодового продукту, до складу якого входять відходи ячменю та паростки ячмінного солоду у кількості 10...15% від маси пшеничного борошна. Споживання 100 г такого хліба задовольняє потребу організму людини в залізі на 28,1%, магнію – на 47,2, фосфорі – на 30,1, цинку – на 47,6, міді – на 26, % відповідно [100].

Останніми роками на ринку України з'явилася велика кількість солодових екстрактів закордонного виробництва – «Глофа» (Ireks GmBh, Германія), «Малтакс 10», «Малтакс»200F», «Малтакс 800 GOLD», «Малтакс 1500», Dark Malt Extra (OY Lahden Polttimo AB, Фінляндія), «Солекс» (Bacaldrin, Австрія) та ін. [101; 102]. Вони використовуються, здебільшого, у прискорених технологіях для інтенсифікації процесів дозрівання тіста та надання виробам специфічних смако-ароматичних властивостей.

До солодових продуктів, що використовуються у хлібопеченні, можна також віднести солодові паростки та пивну дробину. Солодові паростки отримують в процесі відділення їх від солода під час сушіння і обробки. Паростки містять 30...31% білкових речовин, 1,6...1,9% жиру, 8,6...9,6% клітковини, вітаміни групи В, вітамін Е, РР, а також комплекс різних ферментів. У технології хліба солодові паростки використовують у вигляді водної витяжки, додавання якої до тіста сприяє швидшому його дозріванню, а використання 0,2% витяжки під час активації дріжджів дозволяє зменшити витрати дріжджів на 30% [66].



Пивна дробина – вторинний продукт, що отримується в процесі фільтрування затора під час відділення пивного суслу і відзначається високим вмістом білків (7,8%), харчових волокон (12,5%), вуглеводів (78,9%), які представлені моно- та дицукридами [308]. Пивну дробину у подрібненому та висушеному вигляді вносять при замішуванні тіста у кількості 6...7% до маси борошна. При цьому підвищується водопоглинальна здатність тіста, спостерігається зміцнення його структури. Такий хліб має еластичну м'якушку, рівномірну пористість, колір м'якушки дещо затемнений та має помітні вкраплення [66; 103].

Для підвищення харчової цінності хліба знаходять застосування гречане борошно, яке порівняно з пшеничним містить більше калію, марганцю, міді, цинку, фосфору, вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР та рутину. Крім того, гречане борошно багате на незамінні амінокислоти, зокрема такі як лізин та аргінін, яких міститься в ньому 7,9 та 12,7% відповідно. Важливим є те, що гречане борошно характеризується низьким показником глікемічного індексу, що робить його перспективним для використання під час виготовлення хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного та оздоровчого призначення [104; 105].

Під час виробництва хліба з пшеничного борошна вищого гатунку гречане борошно доцільно вносити у кількості 5...10% від маси пшеничного, при цьому покращуються органолептичні властивості хліба, вироби набувають характерного приємного гречаного аромату [68; 106].

Серед продуктів переробки гречки у технології хлібобулочних виробів знайшли застосування гречані пластівці, кріас-порошки з оплодня гречки. Хліб з додаванням продуктів переробки гречки має приємний смак та дещо затемнену м'якушку [107].

Використання у технології хліба рису та продуктів його переробки зумовлене значною кількістю в них клітковини (табл. 1.2) та мінеральних речовин, таких як фосфор, магній, калій, кальцій [108–110]. Виготовлений з рисового борошна хліб дуже кришиться, має хрустку, зернисту структуру. Авторами [111] пропонується технологія хліба із заміною 50% пшеничного борошна на рисове із додаванням соку обліпихи та ананасу в кількості 12,5 та 10% до маси тіста з метою збереження реологічних властивостей тіста. Внесення добавок у тісто приводить до підвищення активності амілолітичних ферментів та скорочення процесу дозрівання тіста.

Запропоновані технології хліба з використанням рисової крупи у кількості 5...10% до маси борошна, екструдованих зерен рису у кількості 5...7% від маси борошна [112]. Також знайшли застосування у технології хліба рисові пластівці, зародок, лузга тощо. Готові вироби порівняно зі звичайним пшеничним хлібом збагачуються на моно- та дицукриди, харчові волокна [108–112].

Кукурудза є третьою у світі за значущістю культурою, особливістю якої є висока урожайність і багатий хімічний склад. З кукурудзи твердих сортів отримують борошно як грубого, так і дрібного помелу. У кукурудзяному

борошні містяться моно- та дицукриди, харчові волокна, вітаміни групи В, РР, Е, макро- та мікроелементи. Його використовують у технології хліба, замінюючи до 40% пшеничного борошна [114].

Авторами [113] розроблено технологію хліба «Алтин-нан» з додаванням 12% крупи кукурудзи замість пшеничного борошна першого гатунку, при цьому її попередньо замочували та оцукрювали, результатом чого є скорочення тривалості дозрівання тіста до 40...50 хв.

Кукурудзяний хліб рекомендують для регулярного споживання хворим на туберкульоз та розлади шлунка [115; 116]. Проте у хлібопеченні кукурудзяне борошно у наш час знаходить обмежене застосування у зв'язку зі швидкою втратою свіжості виробів під час зберігання.

Важливим напрямом поліпшення якості хлібобулочних виробів вважається застосування для їх виготовлення побічних продуктів переробки бобових культур, серед яких перше місце посідає соя. За біологічною цінністю білок сої близький до білків м'яса, тому соя та соєві продукти (борошно, пластівці, ізоляти) широко використовуються з метою оптимізації біологічної цінності хлібобулочних виробів [117–120]. Внесення лише 1...3% знежиреного соєвого борошна до маси пшеничного поліпшує якість хліба, уповільнює його черствіння. Збільшення його кількості до 5% підвищує вміст вітаміну В<sub>1</sub> – на 10%, В<sub>2</sub> – на 7%, РР – на 20%. Із збільшенням частки соєвого борошна у суміші до 10% вміст кальцію та фосфору у виробках підвищується відповідно у 1,6 та 1,3 рази. Залежно від кількості внесеного соєвого борошна змінюються смакові якості хліба, його смак і аромат стають більш яскраво вираженими [118].

З метою підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів використовують такі соєві продукти, як окара, шрот, концентрат, ізолят, які містять у своєму складі 50...90% білка [121; 122].

Для підвищення біологічної цінності хліба з пшеничного борошна також застосовують сочевицю, горох та продукти їх переробки [123–129].

Використання у технології хліба сочевиці у кількості 5...8% до маси борошна приводить до підвищення в ньому вмісту білка, вітамінів групи В, фолатів, заліза [126].

Авторами [129] показано, що заміна в рецептурі хліба 10...20% пшеничного борошна на горохове сприяє підвищенню його харчової цінності та якості. Горохове борошно вважається цінним джерелом таких амінокислот як лізину та треоніну, вітамінів Е та групи В, калію, кальцію, заліза, цинку.

Перспективною сировиною для збагачення хлібобулочних виробів є такі олійні культури, як насіння соняшнику та льону. У ядрі насіння соняшнику міститься значна кількість білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів Е, групи В, РР, мінеральних речовин, харчових волокон. Насіння соняшнику у технології хлібобулочних виробів використовується в кількості 2,5...10% до маси борошна у вигляді цілих та подріблених сирих, смажених або знежирених зерен [66].

Борошно льону рекомендують додавати до дріжджового тіста в кількості 5...20% від маси пшеничного для підвищення в готових виробах вмісту харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, незамінних амінокислот, зокрема, лізину [130–132].

Відомі технології хліба з використанням побічних продуктів переробки насіння соняшника та льону – жмихів та шротів, а також виділених з льону харчових волокон [130; 131].

Слід зазначити, що найбільш ефективно використовувати для збагачення хлібобулочних виробів зернові суміші та премікси, до складу яких входять цілі зерна, шрот і пластівці круп'яних, злакових і бобових культур, поліпшуючі добавки тощо [30; 62; 66; 70–74]. Характеристика деяких з них наведена в табл. 1.4.

*Таблиця 1.4 – Характеристика деяких зернових сумішей для виробництва хлібобулочних виробів [30]*

<b>Найменування суміші, виробник</b>	<b>Основні компоненти</b>	<b>Дозування, % до маси пшеничного борошна</b>
«Затен Мікс», «Бакальдрін» (Австрія)	Пшеничне борошно, насіння соняшнику, просо, насіння льону, соєвий шрот, солодове борошно, сіль, кунжут, емульгатор Е 472е, лецитин, молочна кислота, прянощі	10...50
«Мехіко», «Кредин А/С» (Данія)	Пшеничне борошно, вівсяні пластівці, насіння соняшнику, кунжут, соєва крупка, йодована сіль	10...50
«Корн Мікс», «Бакальдрін» (Австрія)	Пшеничний та житній шрот, пшеничні висівки, соєвий шрот, льняне насіння, солодові пластівці, термічно оброблене житнє і пшеничне борошно, лимонна й аскорбінова кислоти, сіль, прянощі	5...50
«Бабусин Мікс», «Бакальдрін», (Австрія)	Пшеничне борошно, пшеничний шрот, житнє борошно, соєвий шрот, кукурудзяне борошно, лимонна кислота, аскорбінова кислота, прянощі	10...50
«Мій зерновий хліб», «Бакальдрін» (Австрія)	Подрібнене зерно (жито, пшениця, овес, ячмінь просо), пшеничне борошно грубого помелу, суха закваска, насіння соняшнику, рис, льняне насіння, солодове борошно, сіль, цукор	100
«Чіабатта Мікс», «Бакальдрін» (Австрія)	Пшеничне борошно, пшенична закваска, клейковина, цукор, емульгатор Е 472е, солодовий екстракт, соєве борошно, розрихлювач – фосфат калію, аскорбінова кислота, ферментні препарати	5

Наведений огляд літератури з питань використання різноманітної зернової, бобової та олійної сировини, продуктів її переробки в технології хліба з пшеничного борошна вищого гатунку показав ефективність їх застосування для вирішення проблеми підвищення його харчової та біологічної цінності.

Особливий інтерес становлять технології збагачення хлібобулочних виробів, що передбачають «повернення» тих складових зерна пшениці, що були видалені з нього під час переробки на борошно. До побічних продуктів борошномельного виробництва належать пшеничні висівки та зародок пшениці.

У технології хлібобулочних виробів пшеничні висівки використовуються в кількості 5...20% від маси пшеничного борошна. Отримані з їх використанням вироби відзначаються великою кількістю баластних речовин, ненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, токоферолів, а також макро- і мікроелементів [133–134]. На основі сортового борошна з додаванням висівок виготовляють хліб «Висівковий» і хлібці «Лікарські», які рекомендовано використовувати в дієтичному харчуванні [135; 136].

Однак незважаючи на те, що хліб з пшеничними висівками має високу харчову цінність, ступінь його засвоюваності невисокий за рахунок того, що грубодисперсні харчові волокна перешкоджають дії шлункових ферментів. Для підвищення ступеня перетравлюваності речовин, що містяться в клітинах алейронового шару, запропоновано різноманітні методи біохімічної обробки харчових волокон або їх додаткове механічне подрібнення [137].

У колишньому СРСР були розроблені ефективні способи тонкого та надтонкого диспергування пшеничних висівок. Після подрібнення вміст азоту, доступного для засвоєння організмом людини, підвищується у 1,5...1,6 разу (табл. 1.5) [138].

*Таблиця 1.5 – Хімічний склад пшеничних висівок [138]*

Найменування показника,%	Висівки			
	Товарні	Дисперговані	Фракція диспергованих висівок	
			велика	дрібна
Вологість,	10,2	8,1	8,1	8,1
Зольність	5,6	5,6	6,5	4,4
Вміст білка	14,6	14,8	13,6	17,3
Крохмаль	19,33	19,33	5,78	35,25
Жир	3,45	3,50	4,73	2,76
Водорозчинні речовини	16,6	16,9	15,6	17,3
Вміст водорозчинного азоту, % до маси товарних висівок	100	110	99	118

Використання пшеничних висівок приводить до підвищення водопоглинальної здатності тіста і виходу хліба, з однозначним погіршенням структурно-механічних властивостей тіста, що є обмежувальним чинником їх рецептурної кількості [139–141].

Важко переоцінити корисність для організму людини такої цінної складової зерна пшениці, як зародок. Протягом багатьох років учені різних

країн, у тому числі й України, спрямовують свої дослідження на пошук шляхів максимального використання потенціалу зародків пшениці як джерела поживних та біологічно активних речовин [142–144].

Характеристику зародків пшениці та сучасних способів його використання у технології хлібобулочних виробів з метою підвищення їх харчової та біологічної цінності подано нижче.

### 1.3. Особливості використання зародків пшениці та продуктів їх переробки у технологіях хлібобулочних виробів

#### 1.3.1. Характеристика хімічного складу зародків пшениці

Зерно пшениці є біологічною системою зі складною будовою анатомічних частин, співвідношення яких може суттєво коливатися залежно від типу пшениці і сортових особливостей зерна, а також ґрунтово-кліматичних умов вирощування (табл. 1.6) [142–156].

Таблиця 1.6. – Співвідношення анатомічних частин зернівки пшениці

Частини зерна	Співвідношення частин	Білок	Вуглеводи		Ліпіди	Зольність
			усього	у тому числі клітковина		
Ціле зерно	100	14,0...16,6	76,0...78,3	2,7...3,0	2,0...2,4	2,0...2,2
Ендосперм	74,8...81,6	12,9...14,0	82,0...85,2	0,15...0,18	0,5...0,6	0,3...0,4
Зародок	1,7...3,1	38,0...41,3	35,0...37,3	2,5...2,9	15,1...17,0	5,0...6,3
Оболонки з алейроновим шаром	15,5...17,0	26,0...28,7	54,5...57,1	14,0...16,2	6,6...7,8	9,7...10,5

Зародок виконує роль зачатку нової рослини, тому природою в його хімічний склад закладено необхідну кількість речовин для здійснення конструктивного та енергетичного обміну під час проростання зерна. Саме тому його справедливо називають «серцем» пшениці [150]. Дійсно, незважаючи на невеликий вміст (1,7...3,1%), зародок пшениці є найціннішою частиною зерна та ідеально збалансованим комплексом поживних речовин, таких як вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна тощо (табл. 1.7) [152–157].

За даними літературних джерел [140; 150; 158–166], на особливу увагу заслуговує білок зародків (28...39%), який має високу біологічну цінність і містить усі незамінні амінокислоти в оптимальному співвідношенні (табл. 1.8).

Таблиця 1.7 – Хімічний склад зародків пшениці

Найменування речовини	Вміст речовини, % у 100 г
Вода	13...15
Білкові та азотовмісні речовини	28...39
Вуглеводи, у тому числі клітковина	42...46 2,3...2,5
Ліпіди	4,6...17,0
Мінеральні речовини	5,0...5,3

Як видно з наведених у табл. 1.8 даних, біологічна цінність зародків пшениці дуже висока.

Таблиця 1.8 – Склад та амінокислотний скор незамінних амінокислот зародків пшениці

Найменування амінокислоти	Вміст амінокислоти в «ідеальному» білку, мг/г	Вміст білка, мг/г	Амінокислотний скор, %
Ізолейцин	40	35,0	82,5
Лейцин	70	70,0	100,0
Лізін	55	73,0	132,7
Метіонін+цистин	35	33,0	92,4
Фенілаланін+тирозин	60	74,0	110,0
Треонін	40	52,0	130,0
Триптофан	10	12,0	120,0
Валін	50	51,0	102,0

Важливим є те, що зародок пшениці багатий на такі амінокислоти, як лізін, треонін, тоді як для більшості злакових культур вони є лімітуючими.

Крім того, у пшеничному зародку міститься в значній кількості (0,45% від сухих речовин) активатор протеолізу глютамон, що слід враховувати під час його використання в технологіях хлібобулочних виробів [167].

Вуглеводний склад зародків пшениці представлений переважно сахарозою та рафінозою (60%), пентозани становлять приблизно 30% сухих речовин, а решта – клітковина [63; 168; 169].

Зародок пшениці відрізняється значним вмістом ліпідів (13,0...17,0%), що зумовлює широкий спектр його застосування в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловостях. Ліпіди зародків включають, головним чином, моно- та поліненасичені кислоти: олеїнову – 8...30; лінолеву – 44...60;  $\alpha$ -ліноленову – 4...10%. Насичені жирні кислоти, такі як пальмітинова та стеаринова, становлять 7...18 та 1...6% відповідно [158; 170].

У зародках пшениці міститься 21 макро- і мікроелемент (мг/100 г), загальна кількість яких становить 4,5...6,7%. Серед них (% до загальної

кількості мінеральних речовин): калію – 56,0, фосфору – 28,2, магнію – 6,4, натрію – 3,9, кальцію – 1,7, алюмінію – 0,14 тощо. Крім того, у зародках містяться мікроелементи: марганець, олово, мідь, молібден, селен, хром, нікель, свинець, сліди кобальту та срібла [146; 171–175].

На відміну від інших частин зерна, у зародках пшениці зосереджено значну кількість вітамінів, що робить його практично мультівітамінним концентратом. У ньому містяться майже всі вітаміни групи В, а також РР, Е та каротиноїди (табл. 1.9) [158].

Особливо цінним є високий вміст токоферолів у пшеничних зародках, які представлені всіма формами цього вітаміну (альфа-, бета-, гамма-, дельта-, епсилон-, дзета-токоферолі) з переважною кількістю альфа-токоферолів [173].

*Таблиця 1.9 – Вміст вітамінів у різних частинах зерна пшениці*

Частини зерна	Вміст вітамінів, мкг/г					
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	РР	В <sub>6</sub>	Каротиноїди	Е
Ціле зерно	6,0	1,4	60,0	4,0	0,2	9,0
Ендосперм	3,5	0,3	10,0	1,3	-	0,3
Зародок	20,0	6,0	80,0	15,0	6,0	300,0
Алейроновий шар, щиток та сіменні оболонки	30,0	2,3	300,0	14,0	3,3	100,0

Зародок пшениці є джерелом фенольних сполук, особливо флавоноїдів, загальний вміст яких у ньому становить до 0,35 г рутин еквіваленту/100 г сухої речовини [154].

Літературні дані свідчать про високу ферментативну активність зародків пшениці, яка у декілька разів перевищує таку в ендоспермі (табл. 1.10) [176].

*Таблиця 1.10 – Відносна ферментативна активність зародків пшениці (за одиницю прийнята ферментативна активність ендосперму, тобто борошна вищого ґатунку) [176]*

Частини зерна	Відносна ферментативна активність			
	Протеазна	Ліпазна	Фітазна	Оксидазна
Ендосперм	1	1	1	1
Зародок	10	4	8	30

У цьому зв'язку зародок пшениці знайшов своє застосування як джерело протеолітичних ферментів [176; 177]. Висока ліпазна та оксидазна активність, зумовлена дією ферментів ліпази та оксигенази, призводить до підвищення кислотного і перекисного чисел, зниження йодного числа зародкового жиру, що є передумовою швидкого його згіркнення [178]. Це є основною причиною

необхідності видалення зародків під час переробки зерна пшениці в борошно [152; 179].

Отже, результати аналізу хімічного складу зародків пшениці показують, що він є унікальним джерелом білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин, що зумовлює постійний інтерес науковців до нього як до об'єкта досліджень.

Технології відділення зародків пшениці від зерна під час одержання пшеничного борошна відомі більше ста років. Проте довгий час технологічне обладнання, яке використовувалося на борошномельних підприємствах, не давало змогу отримувати непошкоджений зародок, тому він разом з оболонками направлявся на виробництво комбікормів. Тільки з появою нових технологій переробки зерна, вискоєфективного та автоматизованого обладнання з'явилася можливість якісного відокремлення окремих фракцій зародків пшениці для подальшого їх використання в різних галузях промисловості [180–182].

У харчовій промисловості зародки, здебільшого, використовують у цілях підвищення харчової цінності продуктів харчування, у тому числі й хлібобулочних виробів.

### **1.3.2. Способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів із використанням зародків пшениці та продуктів їх переробки**

У технологіях хлібобулочних виробів пшеничний зародок використовується як у нативному вигляді, так і у вигляді продуктів його переробки [154; 183–187].

Авторами [187] запропоновано використовувати зародок пшениці у кількості 2...5% від маси борошна під час отримання хлібобулочних виробів із пшеничного борошна I та II гатунків і 5% замість обдирного борошна – під час виробництва житньо-пшеничного хліба «Український новий». Готові вироби відмічаються високими органолептичними показниками якості та підвищеним вмістом білка, багатого такими незамінними амінокислотами, як лізин, триптофан, метіонін.

Російськими вченими розроблено технології і рецептури хлібців дієтичних «Фермерський» та «Колос», булочок «Вітамінна» та «Бірюлівська» з додаванням 5% зародків пшениці [188; 189]. Також запропоновано використовувати й подрібнений зародок пшениці у технології хлібобулочних виробів, додаючи його до пшеничного борошна вищого та першого гатунків у кількості 5...15% від його маси [190]. Автори зазначених робіт відмічають, що з одного боку, у міру збільшення дозування зародків пшениці інтенсифікуються процеси дозрівання тіста, що зумовлюється підвищенням активності бродильної мікрофлори за рахунок внесення разом із зародками вітамінів, мінеральних речовин та амінокислот. З іншого боку, внесення зародків пшениці у значних кількостях призводить до погіршення структурно-механічних



властивостей тіста через наявність у ньому активатора протеолізу глутатіону, що й лімітує його рецептурну кількість [167; 187; 191].

Дієвим засобом зниження негативного впливу зародків пшениці на реологічні властивості тіста є її екструзія. Іспанськими вченими [192] показано, що додавання до пшеничного тіста 2,5...20,0% екструдованого зародку пшениці дозволяють отримати готові вироби з високими органолептичними, фізико-хімічним і структурно-механічними показниками якості та високою харчовою цінністю.

Пшеничний зародок у нативному вигляді не завжди знаходить застосування в технологіях хліба, оскільки має невеликі терміни зберігання через вміст здатних до швидкого окиснення ліпідів, що можуть негативно впливати на якість виробів.

Найбільш поширеними шляхами розв'язання цієї проблеми є стабілізація якості зародків пшениці, більшість з них спрямована на інактивацію гідролаз і оксидоредуктаз. Так, відомі способи обробки зародків за допомогою опромінення електромагнітними коливаннями інфрачервоного та ультрафіолетового діапазонів [193], висушування їх у «киплячому шарі» за температури 130...140 °С [194], обробка паром [195; 196].

Крім того, зменшити негативний вплив ферментів на ліпідний комплекс зародків можливо за рахунок внесення під час приготування тіста органічних кислот, наприклад, аскорбінової [197; 198].

Слід зазначити, що більшого поширення набуло використання в технології борошняних виробів саме продуктів переробки зародків пшениці, асортимент яких досить різноманітний. До них можна віднести олію зародків, цілі знежирені зародки, пластівці, борошно, шроти тощо [142; 199; 200].

Як відомо, переробка зародків пшениці, у першу чергу, спрямована на отримання зародкової олії, яка є цінним продуктом із великим вмістом поліненасичених жирних кислот і вітамінів. Вихід, кількісний і якісний хімічний склад олії значною мірою зумовлені технологією її одержання. Олію отримують шляхом пресування або екстрагування (СО<sub>2</sub> екстракція, спиртова екстракція тощо) зародків пшениці [143; 201].

Через велику собівартість зародкова олія для підвищення харчової цінності харчових продуктів майже не використовується, проте знайшла широке застосування в косметологічній та фармацевтичній промисловостях [201; 202].

Значна кількість публікацій присвячена дослідженню харчової цінності зародкових пластівців і розробці технологій борошняних виробів з їх використанням [140–143; 200]

Кичаєва Т.Г. і співавтори стверджують, що за умови внесення 3 і 5% до маси пшеничного борошна вищого ґатунку обсмажених зародкових пластівців можна отримати хлібобулочні вироби лікувально-профілактичного призначення. Дослідні зразки хліба характеризуються приємним горіховим здобним присмаком і ароматом.

Іншими авторами [144] рекомендується вносити більшу кількість пшеничних пластівців – 10% до маси борошна, що, поряд із підвищенням харчової цінності, приводить до інтенсифікації процесу кислотонакопичення в пшеничному тісті.

Запропонований спосіб виробництва хліба з використанням зародкових пластівців пшениці (5...9% до маси борошна), які до замішування тіста з'єднують із рецептурною кількістю екстроактивованого водного розчину. Отриману суміш витримують протягом 24...30 хв за температури 40...42 °С і додають 0,005% аскорбінової кислоти. Екстроактивований водний розчин готують обробленням 2% розчину кухонної солі постійним електричним струмом до рН 3,2...3,6. Автори розробки стверджують, що завдяки цьому способу підвищується якість готових виробів, їх мікробіологічна чистота і харчова цінність хліба, сповільнюється процес черствіння [203; 204].

Слисеєвою М.Н. і Цигановою Т.Б. розроблено технологію хлібобулочних виробів з використанням стевіозиду і пшеничних зародкових пластівців. Така комбінація добавок дозволяє знизити енергетичну і суттєво підвищити харчову цінність виробів [204].

Зародкове борошно «Вітазар», яке отримують шляхом спеціальної обробки шроту, що залишився після вилучення зародкової олії, відрізняється значним вмістом вітамінів Е, Н, РР, групи В, пантотенової, фолієвої кислот, бета-каротину. Кількість цих речовин у борошні в 5 разів перевищує їх концентрацію в необробленому зерні пшениці. Борошно «Вітазар» рекомендовано використовувати як самостійну добавку до їжі, а також під час приготування харчових продуктів, у тому числі хлібобулочних виробів [205].

Автори [205] рекомендують додавати борошно «Вітазар» у кількості 50% від маси пшеничного борошна під час замішування тіста, при цьому вироби набувають солодкуватого приємного смаку, термін зберігання їх подовжується, підвищується вітамінна та мінеральна цінність виробів. Розроблено також суміш на основі борошна льону та «Вітазар», призначену для приготування хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності [205].

Донецькими вченими розроблене зародкове борошно «Біовіт» [206], що є комплексом вітамінів, мінеральних речовин, амінокислот, та клінічно доведено його позитивний вплив на організм людини. Авторами [207] пропонується для підвищення харчової цінності хліба використовувати зародкове борошно «Розовий лотос», яке містить у значній кількості вітаміни групи В та мінеральні речовини, такі як калій, магній, натрій, фосфор, цинк, залізо.

Застосування зародкового борошна дозволяє розширити асортимент виробів, випускати високоякісну, корисну для організму людини продукцію. Регулярне споживання такого хліба сприяє підвищенню стійкості організму до несприятливої дії довкілля, прискоренню видужання хворих, підвищенню тону у стресових ситуаціях і навантаженнях.

Особливе місце серед продуктів переробки зародків пшениці займає шрот зародків пшениці, хімічний склад якого коливається залежно від способу отримання зародкової олії.

Авторами запропоновано додавати до рецептури хліба пшеничного зародковий шрот у кількості 30% від маси борошна з наступним хімічним складом (табл. 1.11) [44].

*Таблиця 1.11 – Хімічний склад шроту зародків пшениці*

Найменування показника	Шрот зародків пшениці, %
Вологість	7,63
Зольність	6,58
Ліпіди	0,53
Протеїн	35,89
Клітковина	1,58
Вуглеводи	47,79
Кальцій	0,555
Фосфор	0,426

Завдяки додаванню шроту до рецептури, готові вироби набули приємного смаку та запаху, збагатилися на мінеральні речовини, харчові волокна та білок, а їх енергетична цінність при цьому знизилася (табл. 1.12) [196].

*Таблиця 1.12 – Харчова та енергетична цінність хлібобулочних виробів (250 г) з додаванням шроту зародків пшениці*

Найменування показника	Вміст у хлібобулочних виробах, %
Білки	26,5 (+37,3)
Жири	5,8(-3,3)
Вуглеводи	115,8(-12,5)
Клітковина	12,3(+89,2)
Кальцій	1,106(+16,5)
Фосфор	1,161(+9,2)
Калорійність, ккал	621(-5,9)

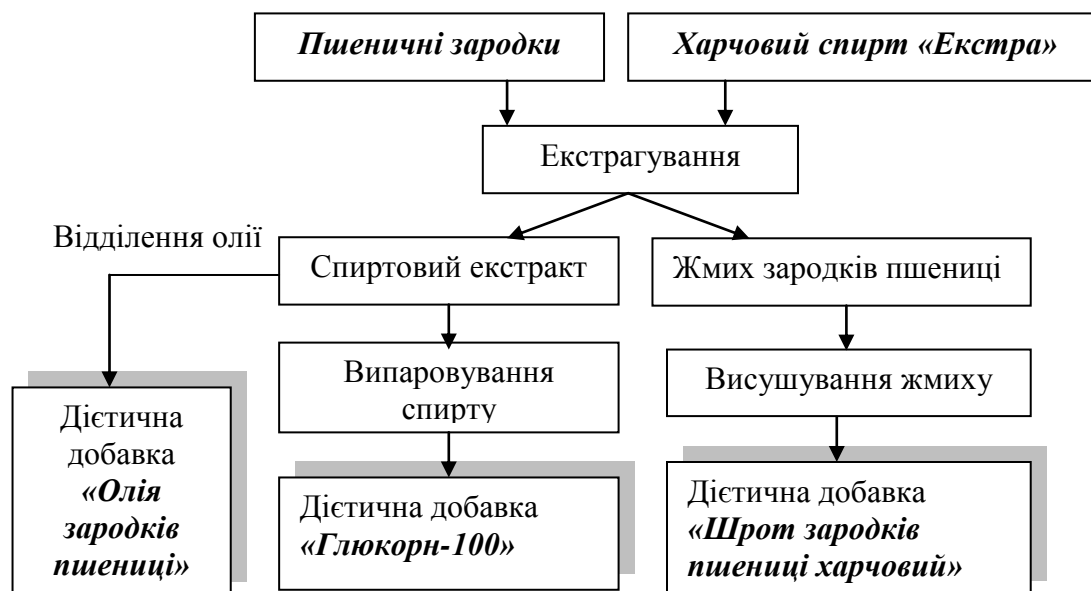
«+»; «-» – відносно традиційної технології

Отже, зародки пшениці і продукти їх переробки знайшли широке використання у хлібопекарській галузі для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів як за кордоном, так і в Україні. Проте застосування нових технологій переробки зародків пшениці, спрямованих на максимальне використання їх харчової та біологічної цінності, приводить до появи якісно нових продуктів із зародків пшениці.

### 1.3.3. Перспективи використання спиртового екстракту та шроту зародків пшениці у технології хліба підвищеної харчової цінності

Серед нових продуктів переробки зародків пшениці інтерес становлять нові вітчизняні знежирені дієтичні добавки – сиропоподібний спиртовий екстракт «Глюкорн-100» (ТУ У 15.6-20608169.005-2002) і порошкоподібний продукт «Шрот зародків пшениці харчовий» (ТУ У 20608169.002-99), які виробляються КП «Білоцерків-хлібопродукт» (м. Біла Церква) [202; 208–210].

Технологія отримання дієтичних добавок [202] передбачає екстрагування зародків пшениці харчовим спиртом «Екстра» і поетапне виділення дієтичних добавок (рис. 1.1). Переваги нової технології переробки зародків пшениці полягають у можливості отримання трьох різних продуктів, а саме дієтичних добавок «Олія зародків пшениці», «Глюкорн-100» та «Шрот зародків пшениці харчовий». Використання як екстрагенту харчового спирту, на відміну від широко використовуваних із цією метою бензину чи фреону, дозволяє одержувати екологічно чисті дієтичні добавки без сторонніх домішок.



**Рисунок 1.1 – Принципова схема технологічного процесу одержання дієтичних добавок із зародків пшениці**

Технологія отримання добавок передбачає їх повне знежирення, що дозволяє протягом терміну зберігання (1 рік) забезпечити високі органолептичні та фізико-хімічні показники якості згідно з нормативною документацією [202; 208–210].

З точки зору використання в технологіях хлібобулочних виробів інтерес становлять спиртовий екстракт та шрот зародків пшениці, які мають різні характеристики:

- спиртовий екстракт зародків пшениці (спиртовий екстракт ЗП) – дрібнодисперсний сиропоподібний спиртовий екстракт в'язкої консистенції, коричневого кольору з приємним солодовим запахом та солодким смаком;
- шрот зародків пшениці (шрот ЗП) – грубодисперсний порошкоподібний продукт світло-сірого кольору з приємним присмаком зародків пшениці [202].

Гранулометричний склад зародків пшениці на 70% представлений частинами з розміром 200...500 мкм (табл. 1.13), що є більшим за розмір частин пшеничного борошна (у середньому 30...40 мкм).

*Таблиця 1.13 – Гранулометричний склад шроту зародків пшениці*

Розмір фракцій, мкм	Вміст фракцій у шроті ЗП, %
Менше 200	3,7±0,1
200...320	63,8±2,0
320...500	14,5±0,4
500...1000	11,0±0,2
Більше 1000	7,0±0,1

Хімічний склад спиртового екстракту та шроту зародків пшениці наведено у табл. 1.14.

*Таблиця 1.14 – Хімічний склад продуктів переробки зародків пшениці*

Найменування речовини	Вміст у дослідних добавках, г/100 г	
	Спиртовий екстракт ЗП	Шрот ЗП
Вода	20...23	4...7
Білок	15.....19	40...48
Ліпіди	-	-
Вуглеводи	50...56	47...49

Як видно з наведених даних, дослідні добавки містять у своєму складі значну кількість білка, амінокислотний склад якого наведений у табл. 1.15. З наведених даних видно, що більшою біологічною цінністю характеризується білок шроту ЗП, який відрізняється високим вмістом незамінних амінокислот лейцину, ізолейцину, треоніну і, особливо, лізину, який у добавці міститься в кількості майже 2,5 мг/100 г.

**Таблиця 1.15 – Вміст амінокислот у продуктах переробки зародків пшениці**

Найменування амінокислоти	Вміст амінокислоти в добавці, мг/100 г	
	Спиртовий екстракт ЗП	Шрот ЗП
Лізин	0,076	2,492
Гістидин	0,150	0,883
Аргінін	0,615	3,235
Аспаргінова кислота	1,981	2,308
Треонін	0,269	1,528
Серин	0,349	1,572
Глютамінова кислота	1,109	5,428
Пролін	1,084	1,842
Гліцин	0,343	2,001
Аланін	1,762	2,493
Цистин	0,121	0,422
Валін	1,103	1,577
Метіонін	0,114	0,263
Ізолейцин	0,340	1,182
Лейцин	0,471	2,376
Тирозин	0,244	1,077
Фенілаланін	0,302	1,437

Вітамінний склад добавок (табл. 1.16) характеризується високим вмістом вітаміну Е, особливо у спиртовому екстракті ЗП.

**Таблиця 1.16 – Вміст вітамінів у продуктах переробки зародків пшениці**

Найменування вітаміну	Вміст вітаміну у дослідних добавках, мг/100 г	
	Спиртовий екстракт ЗП	Шрот ЗП
Вітамін Е	19,4	7,7
Вітамін В <sub>1</sub>	2,47	0,2
Вітамін В <sub>6</sub>	0,2	0,4
Вітамін РР	10,0	0,8
Каротиноїди	3,2	1,7

Крім того, у добавках містяться вітаміни групи В, РР та каротиноїди.

Представлені дослідні добавки є дієтичними добавками, які пройшли клінічні випробування на базі клініки Інституту екогігієни та токсикології ім. Л.І. Медведя [211]. Їх рекомендовано вживати людям різного віку як доповнення до харчового раціону з метою загального зміцнення організму, підвищення його стійкості, а також як елемент дієтотерапії осіб з різними захворюваннями, такими як панкреатит, холецистит, гепатит, виразка шлунка, цукровий діабет, ішемічна хвороба серця, при порушенні мозкового кровообігу

з метою підвищення працездатності, зменшення впливу несприятливих екологічних та професійних чинників.

Представлені продукти переробки зародків пшениці вже знайшли застосування у технологіях кондитерських виробів.

Київською кондитерською фабрикою «Валео» розроблені технології цукерок з використанням спиртового екстракту зародків пшениці – «Метеорит Київський з Глюкорном» та «Київська ізіюминка з Глюкорном» [212]. Готові вироби мають високі органолептичні показники якості та відзначені в національному рейтингу «Краща торгова марка України».

Науковцями кафедри «Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» ХДУХТ отримано патент «Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату» [213], який передбачає використання шроту ЗП у кількості 25...100% від маси пшеничного борошна. Для забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей тіста та готових виробів пропонується вносити додатково ксампан у кількості 0,15...0,35% до маси борошна. Готові вироби при цьому збагачуються харчовими волокнами та набувають приємного горіхового смаку та запаху [214].

У проаналізованій нами науковій літературі відомостей про застосування спиртового екстракту та шроту ЗП у технології хлібобулочних виробів не знайдено. Це підтверджує актуальність досліджень, спрямованих на обґрунтування їх використання для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів із пшеничного борошна.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА З ДОДАВАННЯМ СПИРТОВОГО ЕКСТРАКТУ І ШРОТУ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ

#### 2.1. Дослідження хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей продуктів переробки зародків пшениці

Сучасні технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності передбачають використання широкого спектра відмінної за природою, хімічним складом та технологічними властивостями нетрадиційної сировини. Її рецептурна кількість визначає не лише харчову та біологічну цінність готових виробів, але й перебіг процесів, що проходять на всіх стадіях формування якості напівфабрикатів та готових виробів.

Хімічний склад сировини є визначальним чинником у формуванні її харчової, біологічної цінності та технологічних властивостей.

Під час аналізу нормативної документації на дослідні добавки встановлено, що їх рекомендовано до вживання як джерела вітамінів та білка. Беручи до уваги відомості про хімічний склад зародків пшениці, вважали за необхідне провести комплекс робіт з уточнення хімічного складу дослідних партій добавок.

Оскільки шрот ЗП є грубодисперсним порошкоподібним продуктом, у першу чергу визначали водопоглинальну здатність цієї добавки, оскільки цей показник суттєво впливає на формування реологічних властивостей тіста.

Відомо, що зародок пшениці містить у значній кількості амілолітичні та протеолітичні ферменти [178], які відіграють важливу роль у змінах стану вуглеводно-амілазного та білково-протеїназного комплексів пшеничного борошна під час тістоприготування. У зв'язку з цим важливим було дослідити активність зазначених ферментів у дослідних добавках.

Результати визначення хімічного складу дослідних добавок із зародків пшениці наведено у табл. 2.1.

Як видно з наведених даних, спиртовий екстракт ЗП відрізняється високим вмістом моно- та дицукридів (54,0%), а також вітаміну Е (19,7 мг/100 г), РР, групи В, каротиноїдів (3,6 мг/100 г), низькомолекулярних фенольних сполук (2255 мг/100 г) та дубильних речовин (1496 мг/100 г).

Особливістю хімічного складу шроту ЗП пшениці є значний вміст білка (45,0/100 г), низькомолекулярних фенольних сполук (400 мг/100 г), дубильних речовин (249 мг/100 г) та харчових волокон (25,4/100 г). Харчові волокна шроту здебільшого представлені геміцелюлозами, кількість яких становить 18,6 г/100 г. Харчові волокна спиртового екстракту представлені лише пектиновими речовинами у незначній кількості.



**Таблиця 2.1 – Вміст біологічно активних і поживних речовин у продуктах переробки зародків пшениці**

Найменування біологічно активних і поживних речовин	Масова частка речовини у продуктах переробки зародків пшениці	
	спиртовому екстракті ЗП	шроті ЗП
Білок, %	19,5±0,2	45,0±1,0
Вуглеводи, %	56,2±1,5	44,0±1,1
у т. ч. моно- та дицукриди	54,0±0,9	18,6±0,4
харчові волокна:		
у т. ч. целюлоза	–	2,2 ± 0,1
геміцелюлози	–	18,6±0,6
лігнін	–	2,25±0,10
пектинові речовини	2,20±0,10	1,70±0,06
Низькомолекулярні фенольні сполуки (за рутином), мг/100 г	2250,0±56,0	400,0±12,0
Дубильні речовини (за таніном), мг/100 г	1496,0±20,0	249,0±7,0
Каротиноїди, мг/100 г	3,6±0,1	2,0±0,1
Вітаміни, мг/100 г,		
у т. ч. токоферол (Е)	19,7±0,5	7,5±0,2
тіамін (В <sub>1</sub> )	2,5±0,100	0,3±0,005
піридоксин (В <sub>6</sub> )	1,00±0,02	0,50±0,01
ніацин (РР)	10,40±0,04	0,6±0,02
Зольність, %	0,50±0,02	4,00±0,10

Ураховуючи високий вміст у дослідних добавках білка, вважали за необхідне дослідити його біологічну цінність за вмістом незамінних амінокислот (табл. 2.2).

**Таблиця 2.2 – Вміст незамінних амінокислот у продуктах переробки зародків пшениці**

Найменування амінокислоти	Продукти переробки зародків пшениці			
	спиртовий екстракт ЗП		шрот ЗП	
	Кількість амінокислоти мг/100 г	Амінокислотний скор, %	Кількість амінокислоти, мг/100 г	Амінокислотний скор, %
Ізолейцин	340,0	43,6	1182,0	66,0
Лейцин	471,0	34,5	2376,0	75,5
Лізін	176,0	16,4	2492,0	100,6
Цистин+ Метіонін	235,0	34,5	685,0,0	44,0
Фенілаланін +Тирозин	546,0	46,7	2514,0	93,1
Треонін	269,0	34,5	1528,0	84,8
Триптофан	97,0	49,8	180,0	40,0
Валін	1103,0	113,0	1577,0	70,0

З наведених даних видно, що спиртовий екстракт ЗП відрізняється тільки високим скором валіну (113), тоді як біологічна цінність білків шроту значно вища. Слід відмітити високий амінокислотний скор лізину у шроті зародків пшениці – 100,6%. Це є важливим, оскільки відомо, що лізин є лімітуючою амінокислотою для пшеничного борошна [63; 64].

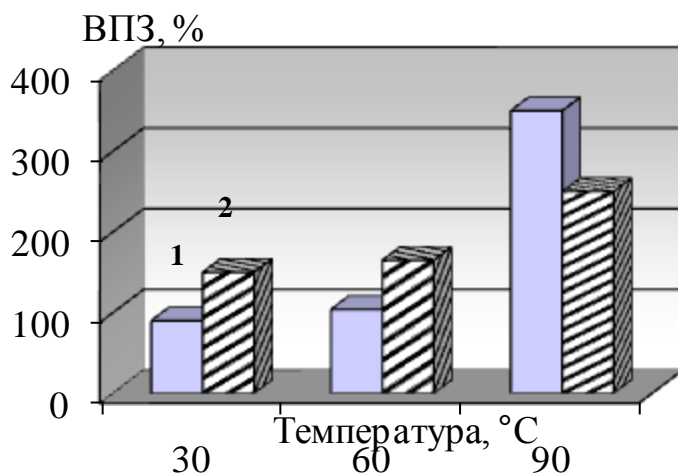
Крім цього, шрот зародків пшениці характеризується високими показниками амінокислотного скору треоніну (84,8), лейцину (75,5), фенілаланіну+тирозину (93,1).

Високий вміст вітамінів, амінокислот, низькомолекулярних фенольних сполук, харчових волокон, що містяться у добавках, дозволяють прогнозувати не лише підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів за їх використання, але й можливий позитивний вплив на процеси дозрівання пшеничного тіста.

Наступним етапом досліджень було визначення технологічних властивостей добавок, які порівнювали з аналогічними показниками у пшеничного борошна.

Для прогнозування впливу шроту на формування реологічних властивостей тіста з пшеничного борошна визначали його водопоглинальну здатність (ВПЗ) за різних температур, а саме за 30 °С (температура замішування тіста), 60 °С (температура початку клейстеризації крохмалю та денатурації білка під час випікання) та 90 °С (температура, близька до температури всередині тістової заготовки в кінці випікання). Отримані дані порівнювали з ВПЗ пшеничного борошна за тих же умов.

Результати досліджень наведені на рис. 2.1.



**Рисунок 2.1 – Вплив температури на водопоглинальну здатність:  
1 – пшеничного борошна; 2 – шроту ЗП**

Установлено, що за температури 30 °С ВПЗ дослідної добавки у 1,7 разу вища, ніж у пшеничного борошна, що зумовлено високим вмістом у шроті

білка та харчових волокон, представлених, головним чином, високогідрофільними геміцелюлозами. Підвищення температури до 60 °С приводить до підвищення ВПЗ пшеничного борошна на 15,0%, що здебільшого пов'язано з набряканням та початком клейстеризації крохмалю. Водопоглинальна здатність шроту за цієї температури збільшується не суттєво – лише на 9,0%. Результати визначення ВПЗ пшеничного борошна та дослідної добавки за температури 90 °С свідчать про суттєве збільшення цього показника пшеничного борошна у 3,8 разу, а шроту зародків пшениці – в 1,6 разу.

Вища водопоглинальна здатність шроту ЗП за температури 30 °С порівняно з пшеничним борошном визначає необхідність коригування вологості тіста під час його замішування.

Результати визначення ферментативної активності дослідних добавок, наведені в табл. 2.3, свідчать про високу активність їх амілолітичних ферментів. Величина цього показника у добавок перевищує значення даного показника у пшеничного борошна на 68,3 і 24,3% відповідно.

Слід відмітити особливо високу активність  $\alpha$ -амілази спиртового екстракту і шроту ЗП, яка перевищує таку в контрольного зразка на 80 і 30%. Активність  $\beta$ -амілази також вища, ніж у контрольного зразка, на 50 і 15% відповідно.

**Таблиця 2.3 – Активність амілолітичних та протеолітичних ферментів дослідної сировини**

Найменування ферменту, одиниця виміру	Ферментативна активність		
	пшеничного борошна в/г	спиртового екстракту ЗП	шроту ЗП
Амілолітичні ферменти, мг крохмалю/год	68,6±2,5	115,5±4,0	85,3±3,5
$\alpha$ -амілаза	41,6±1,5	75,0±3,0	54,3±2,0
$\beta$ -амілаза	27,0±1,0	40,5±1,5	31,0±1,2
Протеолітичні ферменти, мг азоту на 100 г СР	68,0±2,5	9,0±0,3	40,0±1,5

Ці дані дають підстави передбачити інтенсифікацію гідролітичного перетворення крохмалю під час дозрівання тіста з добавками.

Протеолітичні ферменти добавок, навпаки, виявляють значно нижчу активність порівняно з цими ферментами пшеничного борошна. Її величина у спиртового екстракту і шрота у 7,5 та 1,7 разу менша. Це може бути пов'язано з взаємодією протеолітичних ферментів з фенольними сполуками, які у значній кількості містяться у добавках, особливо у спиртовому екстракті. З літературних даних відомо, що фенольні сполуки можуть виступати інгібіторами протеолізу за рахунок окиснення тіолових груп, ферментів [165].

Таким чином, визначення хімічного складу дослідних добавок та їх технологічних властивостей дає підстави вважати їх перспективними для використання в технології хлібобулочних виробів для підвищення їх біологічної та харчової цінності.

## **2.2. Вибір раціональних дозувань спиртового екстракту та шроту зародків пшениці у технології пшеничного хліба**

Основними критеріями вибору дозувань збагачувальної сировини під час розробки технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності є забезпечення в ньому високого вмісту поживних та біологічно активних речовин, а також високої якості готового продукту.

У цьому зв'язку вибір раціональних дозувань дослідних добавок здійснювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості виробів з добавками. Також оцінювали ступінь забезпечення потреби організму людини в білках, вітамінах та харчових волокнах (у виробі зі шротом зародків) за даними інтегрального скору цих речовин у денній нормі споживання хліба (277 г), затвердженій для розрахунку «споживчого кошику» відповідно до Закону України «Про прожитковий мінімум» [33]. При цьому урахували науковий принцип збагачення харчових продуктів, який полягає у тому, що кількість корисних для організму нутрієнтів у денній нормі споживання продукту має бути достатньою для забезпечення 20...50% середньої добової потреби в них.

Дослідні зразки готували за технологією пробного лабораторного випікання. У цій серії досліджень використовували середнє за силою пшеничне борошно. Як контрольні були обрані зразки хліба без добавки, виготовлені за тією ж методикою. Якість готових виробів визначали після повного остигання за стандартними методиками.

### **2.2.1. Дослідження впливу спиртового екстракту зародків пшениці на показники якості та харчову цінність пшеничного хліба**

На основі аналізу літературних джерел [63–66] щодо використання рослинних екстрактів у хлібопеченні обрано початковий інтервал дозування спиртового екстракту для виготовлення хлібобулочних виробів, який становив 2,0...10,0% до маси борошна. Серією пробних лабораторних випікань визначено, що для кращого розподілення добавки в тісті під час замішування її необхідно попередньо суспендувати з частиною води, передбаченою рецептурою (гідромодуль 1:3) за температури 30 °С.

Результати досліджень (табл. 2.4.) показали, що внесення збагачувальної добавки у кількості 2,0...8,0% сприяє покращенню органолептичних показників якості хліба.

**Таблиця 2.4 – Органолептичні показники якості хліба зі спиртовим екстрактом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показників якості хліба				
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна			
		2	4	6	8
<b>Органолептичні показники</b>					
Стан поверхні, форма	Правильна куляста форма, без підривів та тріщин із глянцем			Розпливчата форма, без підривів та тріщин із глянцем	
Колір скоринки	Світло-жовтий		Світло-коричневий		Коричневий
Стан м'якушки	Еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною, дрібною пористістю			Менш еластична м'якушка із нерівномірною, великою пористістю	
Смак та запах	Характерний для виробу без стороннього	Характерний для виробу з легким присмаком та запахом добавки	Характерний для виробу з приємно вираженим смаком та запахом добавки		Надто виражений смак та запах добавки

Дослідні зразки з вмістом спиртового екстракту ЗП до 8,0% до маси борошна мали гарний об'єм, гладку, правильну поверхню без підривів та тріщин та більш забарвлену скоринку, добре розвинуту м'якушку. Наявність добавки в рецептурі надає виробам приємного присмаку та запаху добавки. Зі збільшенням кількості спиртового екстракту ЗП до 10,0% від маси борошна спостерігається втрата об'єму хліба, утворення нерівномірної пористості та пустот у м'якушці, інтенсивніше забарвлення скоринки та надто виражений смак і запах добавки [215; 216].

Результати досліджень фізико-хімічних показників якості виробів наведені в табл. 2.5.

**Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні показники якості хліба зі спиртовим екстрактом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показників якості хліба					
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна				
		2	4	6	8	10
Вологість хліба, %	43,0±1,2	43,4±1,3	43,4±1,3	43,6±1,2	43,5±1,2	43,4±1,3
Титрована кислотність хліба, град	2,8±0,1	3,0±0,1	3,2±0,1	3,4±0,1	3,6±0,1	3,7±0,1
Пористість, %	70,0±1,9	72,0±2,0	74,0±1,9	76,0±2,1	73,0±2,1	68,0±1,5
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100 г	3,0±0,1	3,2±0,1	3,2±0,1	3,4±0,1	3,2±0,1	2,8±0,1
Формостійкість, (Н/Д)	0,49±0,01	0,51±0,01	0,52±0,01	0,53±0,01	0,51±0,01	0,47±0,01

Як видно з наведених у таблиці даних, титрована кислотність готових виробів у міру збільшення дозування добавки підвищується на 7,0...32,0% відносно контрольного зразка.

Під час аналізу показників пористості та питомого об'єму визначено, що хліб із додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 2,0% до маси борошна має близькі до контрольного зразка показники якості. Збільшення кількості спиртового екстракту ЗП до 4,0...8,0% до маси борошна приводить до підвищення пористості та питомого об'єму порівняно з контрольним зразком на 5,7...8,6 та 6,6...13,3% відповідно, з максимальним ефектом за внесення добавки у кількості 6,0% до маси борошна.

Формостійкість виробів із дослідною добавкою за тих же умов краща, ніж у контрольному зразку, на 6,1...8,1%. Підвищення кількості добавки до 10,0% до маси борошна призводить до погіршення цих показників порівняно з контрольним зразком, що робить недоцільним застосування такої кількості добавки в подальших дослідженнях.

Таким чином, за результатами визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості хліба зі спиртовим екстрактом ЗП, раціональним інтервалом дозувань цієї дієтичної добавки для подальших досліджень обрано 2,0...8,0% до маси борошна.

На наступному етапі досліджень визначали інтегральний скор вітамінів та білка у виробих зі спиртовим екстрактом ЗП та без нього (табл. 2.6).

**Таблиця 2.6 – Забезпечення добової потреби у білку та вітамінах за вживання 277 г хлібобулочних виробів із спиртовим екстрактом зародків пшениці**

Найменування біологічно активних і поживних речовин	Добова потреба	Інтегральний скор білка та вітамінів у 277 г хліба, % від добової потреби				
		без добавок (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна			
			2	4	6	8
Білок, %	55,0	38,3±1,0	38,5±1,0	39,0±1,0	39,6±1,0	40,3±1,0
Каротиноїди, мг/100 г	5,0	-	2,0±0,1	4,2±0,1	6,4±0,2	8,6±0,3
Вітаміни, мг/100 г,						
у т.ч. токоферол (Е)	15,0	31,3±1,2	35,4±1,5	39,5±1,5	44,0±1,5	48,0±1,7
тіамін (В <sub>1</sub> )	1,5	15,3±0,5	18,3±0,5	26,6±1,0	32,0±1,0	36,0±1,0
піридоксин(В <sub>6</sub> )	2,0	11,0±0,4	17,5±0,6	21,0±0,8	22,5±0,9	24,0±0,9
ніацин (РР)	15,0	13,0±0,4	15,2±0,4	17,3±0,5	19,6±0,5	22,0±0,7

Результати розрахунків свідчать, що спиртовий екстракт ЗП у кількості 2,0% до маси борошна незначно впливає на інтегральний скор вітамінів у хлібі, тоді як додавання 4,0...8,0% добавки сприяє підвищенню інтегрального скору вітаміну Е – до 39,5...48,0% проти 31,3% у контрольного зразка, а вітамінів В<sub>1</sub> та В<sub>6</sub> – до 26,0...36,0 та 21,0...24,0%, тоді як у хлібі без добавки ця величина

дорівнює 15,3 та 18,0% відповідно. Слід зазначити, що вживання хліба з добавкою в дослідному інтервалі покриває добову потребу у каротиноїдах на 4,2...8,6%, тоді як у контрольному зразку вони відсутні. Інтегральний скор білка в хлібі від додавання добавок змінюється несуттєво [217; 220].

Таким чином, за результатами проведеного комплексу досліджень, для подальших досліджень нами рекомендовано раціональний інтервал концентрацій спиртового екстракту ЗП у кількості 4,0...8,0% до маси борошна.

### 2.2.2. Дослідження впливу шроту зародків пшениці на показники якості та харчову цінність пшеничного хліба

Початковий дослідний інтервал дозувань шроту зародків був обраний на підставі аналізу літературних джерел щодо використання пшеничних висівок у технології хліба, як найбільш застосовуваної сировини для підвищення вмісту в ньому харчових волокон [66; 133–136] і становив 5,0...25,0% від маси пшеничного борошна.

Результати визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості виробів після повного остигання наведені у табл. 2.7, 2.8.

Таблиця 2.7 – Органолептичні показники якості хліба зі шротом зародків пшениці

Найменування показника	Значення показника якості хліба				
	без добавки (контроль)	зі шротом зародків ЗП, % від маси борошна			
		5	10	15	20
Стан поверхні, форма	Правильна форма, без підривів та тріщин, поверхня гладка				Розпливчата форма, без підривів та тріщин, поверхня шорохувата
Колір скоринки	Світло-жовтий	Світло-коричневий	Коричневий		
Стан м'якушки	Еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною, дрібною пористістю		Менш еластична з менш розвинутою, однорідною пористістю		Нееластична м'якушка з погано розвинутою, однорідною пористістю
Смак та запах	Характерний для виробу, без стороннього	Характерний для виробу, з легким приємним присмаком добавки		Характерний для виробу з вираженим приємним присмаком добавки	Неприємний спиртовий запах та гіркуватий присмак

Як свідчать дані таблиці, внесення шроту ЗП у кількості до 5,0...15,0% від маси борошна приводить до отримання готових виробів з високими

показниками якості, а додавання 20,0% шроту від маси борошна сприяє деякому погіршенню стану м'якушки і появі характерного вираженого смаку та присмаку добавки. Внесення ж добавки більше 20,0% від маси борошна помітно погіршує якість виробів: форма стає розпливчата, стан м'якушки незадовільний, з'являється різкий, неприємний присмак та запах [221; 222].

З результатів визначення фізико-хімічних показників якості дослідних виробів (табл. 2.8) видно, що в міру збільшення дозування добавки підвищується вологість і титрована кислотність хліба.

Заміна 5,0...10,0% борошна шротом ЗП несуттєво впливає на величину пористості, питомого об'єму та формостійкості хліба. За дозування 15,0 і 20,0% дослідної добавки від маси борошна спостерігається зниження цих показників якості хліба відносно контрольного зразка, проте їх величина є характерною для хлібобулочних виробів із високим вмістом харчових волокон [134; 135]. Внесення ж дослідної добавки у кількості 25,0% від маси борошна сприяє суттєвому погіршенню фізико-хімічних показників якості хліба.

*Таблиця 2.8 – Фізико-хімічні показники якості хліба зі шротом зародків пшениці*

Найменування показника	Значення показника					
	без добавки (контроль)	зі шротом зародків ЗП, % від маси борошна				
		5	10	15	20	25
Вологість хліба, %	43,0±1,1	43,6±1,2	43,8±1,2	44,0±1,3	44,2±1,3	44,4±1,3
Кислотність хліба, град	2,8±0,1	3,2±0,1	3,5±0,1	3,7±0,15	3,9±0,15	4,2±0,15
Пористість, %	70,0±1,5	70,0±1,6	69,0±1,5	67,0±1,5	66,0±1,3	63,0±1,2
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100 г	3,0±0,1	3,0±0,1	2,9±0,1	2,8±0,1	2,8±0,1	2,5±0,1
Формостійкість, (H/D)	0,47±0,01	0,47±0,01	0,46±0,01	0,44±0,01	0,43±0,01	0,40±0,01

Таким чином, за результатами органолептичної оцінки та визначення фізико-хімічних показників якості дослідних зразків хліба для подальших досліджень нами рекомендовано використовувати шрот ЗП у кількості 5,0...20,0% від маси пшеничного борошна.

Результати розрахунку інтегрального скору білка, харчових волокон та вітамінів у хлібі зі шротом ЗП наведені у табл. 2.9.

Дані таблиці свідчать, що внесення шроту ЗП у кількості 5,0% від маси борошна не призводить до суттєвої зміни цього показника.

За вмісту шроту зародків пшениці 10,0...20,0% від маси борошна помітно підвищується інтегральний скор вітаміну Е до 40,0...48,6 %, В<sub>1</sub> – до 16,3...19,6 %, В<sub>6</sub> – до 20,0...29,1 %, каротиноїдів – до 5,9...11,8%.



**Таблиця 2.9 – Забезпечення добової потреби у білку, харчових волокнах та вітамінах за вживання 277 г хлібобулочних виробів зі шротом зародків пшениці**

Найменування біологічно активних і поживних речовин	Добова потреба	Інтегральний скор білка, харчових волокон та вітамінів у 277 г хліба, % від добової потреби				
		без добавок (контроль)	зі шротом ЗП % від маси борошна			
			5	10	15	20
Білок, %	55,0	38,3±1,5	44,0±1,8	49,7±2,0	55,2±2,0	61,2±2,0
Харчові волокна, %	20,00	1,40±0,05	13,50±0,50	25,00±1,00	37,00±1,50	49,00±2,00
Каротиноїди, мг/100 г	5,0	-	3,0±0,1	5,9±0,2	8,9±0,4	11,8±0,5
Вітаміни, мг/100 г,						
у т.ч. токоферол (Е)	15,0	31,3±1,5	35,8±1,5	40,0±1,5	44,0±1,5	48,6±2,0
тіамін (В <sub>1</sub> )	1,5	15,3±0,6	15,8±0,6	16,3±0,6	18,8±0,7	19,6±0,8
піридоксин(В <sub>6</sub> )	2,0	11,0±0,5	15,3±0,6	20,0±0,7	25,0±0,8	29,1±1,0
ніацин (РР)	15,0	13,0±0,6	13,2±0,6	13,8±0,5	14,0±0,6	14,2±0,6

Суттєво підвищується у виробках інтегральний скор білка до 49,7...61,2% та харчових волокон до 25,0...49,0 % відповідно [223].

Таким чином, за результатами розрахунку покриття добової потреби в білку, харчових волокнах та вітамінах для подальших досліджень нами рекомендовано використовувати шрот ЗП у кількості 10,0...20,0% від маси борошна.

### **2.3. Вплив продуктів переробки зародків пшениці на функціонально-технологічні властивості пшеничного борошна та хлібопекарських дріжджів**

Пшеничне борошно та хлібопекарські дріжджі належать до основної сировини хлібопекарського виробництва. Хлібопекарські властивості борошна визначають його поведінку в технологічному процесі і, в основному, зумовлюють якість готових виробів. З урахуванням властивостей хлібопекарського борошна встановлюють параметри технологічного процесу виготовлення хлібобулочних виробів: температуру і тривалість дозрівання напівфабрикатів, тривалість вистоювання тістових заготовок тощо.

Технологічна роль хлібопекарських дріжджів полягає в біологічному розпушенні тіста вуглекислим газом, який виділяється в процесі спиртового бродіння і забезпечує необхідний об'єм тістових заготовок та структуру м'якушки готових виробів.

Визначені раніше особливості хімічного складу та технологічні властивості дослідних добавок дають змогу припустити, що вони можуть

впливати на властивості основних рецептурних компонентів і змінювати перебіг процесів дозрівання тіста.

У цьому розділі наведено результати дослідження впливу продуктів переробки ЗП на технологічні властивості пшеничного борошна та хлібопекарських пресованих дріжджів.

### **2.3.1. Вплив спиртового екстракту та шроту зародків пшениці на технологічні властивості пшеничного борошна**

У формуванні якості хлібобулочних виробів визначальна роль належить хлібопекарським властивостям борошна, які зумовлені комплексом показників, у першу чергу, станом його білково-протеїназного і вуглеводно-амілазного комплексів.

Визначені раніше високі амілолітична активність дослідних дієтичних добавок та водопоглинальна здатність шроту зародків, очевидно, будуть впливати на процеси набрякання гідроколоїдів борошна та інтенсивність ферментативних перетворень у тісті.

У зв'язку з цим визначали зміни у білково-протеїназному комплексі борошна за наявності дослідних добавок за показниками кількості клейковини, її пружності, розтяжності, гідратаційної здатності, еластичності, кольору, розпливанням кульки клейковини та тіста. Також визначали фізичні властивості тіста на альвеографі Шопена та структурно-механічні – на фаринографі Брабендера.

Вплив добавок на стан вуглеводно-амілазного комплексу борошна досліджували за показником «число падіння» та даними досліджень зміни в'язкості водно-борошняної суміші на амілографі Брабендера.

Дослідні дієтичні добавки використовували в обраних раніше раціональних дозуваннях: спиртовий екстракт ЗП – 4,0...8,0% до маси борошна, шрот ЗП – 10,0...20,0 % від маси борошна. Як контрольні були обрані відповідні модельні зразки без добавок.

#### ***Вплив спиртового екстракту зародків пшениці на технологічні властивості пшеничного борошна***

В утворенні пшеничного тіста провідна роль належить білкам клейковини борошна, які під час замішування тіста поглинають воду і асоціюють, утворюючи просторовий губчасто-сітчастий клейковинний каркас у тісті [64].

Результати визначення впливу спиртового екстракту ЗП на кількість та якість клейковини пшеничного борошна наведені в табл. 2.10 [224; 225].

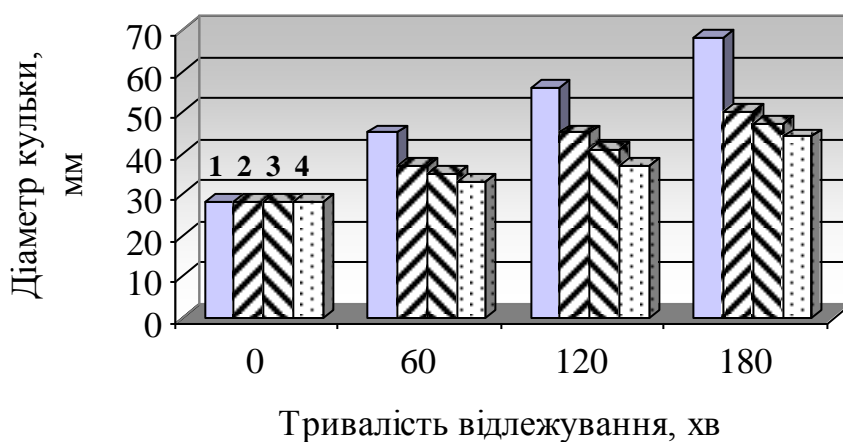
Установлено, що внесення в тісто спиртового екстракту ЗП у дослідних концентраціях призводить до збільшення кількості відмитої сирової клейковини на 7,7...21,0% відносно контрольного зразка.

*Таблиця 2.10 – Вплив спиртового екстракту зародків пшениці на клейковину пшеничного борошна*

Найменування показника	Значення показника у зразках клейковини			
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна		
		4	6	8
Кількість сирої клейковини, %	27,2±0,5	29,3±0,5	31,8±0,5	32,9±0,6
Пружність на приладі ІДК, од. пр.	85,0±3,0	77,0±3,0	71,0±2,0	65,0±2,0
Розтяжність, см	17,0±0,5	15,0±0,3	14,0±0,3	13,0±0,3
Гідратаційна здатність, %	196,0±5,0	200,0±5,0	207,0±6,0	215,0±7,0

Пружність клейковини з добавкою підвищується на 9,4...23,5%, а розтяжність зменшується на 11,7...23,5% відповідно, гідратаційна здатність також збільшується. Еластичність усіх зразків клейковини характеризується як хороша – вона добре розтягується та майже повністю відновлює початкову форму після натискання. Колір клейковини змінюється зі світлого у контрольного зразка до світлого з жовтуватим відтінком у зразках із добавкою.

Ці дані знайшли своє підтвердження під час дослідження розпливання кульки клейковини протягом 180 хв відлежування (рис. 2.2.).



**Рисунок 2.2 – Вплив спиртового екстракту ЗП на розпливання кульки клейковини: 1 – зразок без добавки (контроль); 2, 3, 4 – зразки з додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 4, 6, 8% до маси борошна відповідно**

З рисунку видно, що діаметри кульок клейковини на початковому етапі однакові у всіх зразках. Уже після першої години експерименту різниця в

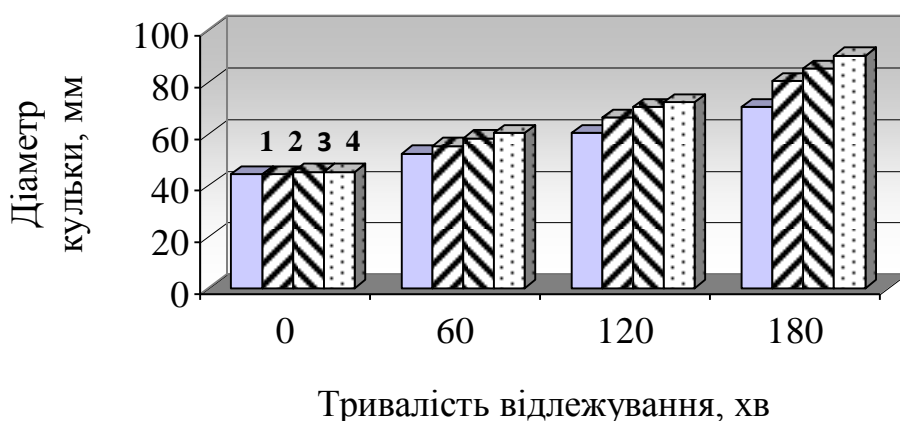
діаметрах кульок дослідних і контрольного зразків була помітною, і через 180 хв з початку відлежування різниця діаметрів кульок дослідних зразків порівняно з контрольним була менша на 26,4...35,2%.

Збільшення виходу клейковини, покращення її пружних властивостей може відбуватися за рахунок взаємодії білків пшеничного борошна та добавки. В укріпленні клейковини, ймовірно, також важливу роль може відігравати взаємодія фенольних сполук із тіоловими групами білка [165].

Крім того, може мати місце електростатична взаємодія між пектиновими речовинами добавки та клейковинними білками з утворенням білково-полісахаридних комплексів, що приводить до підвищення пружності та еластичності клейковини [166; 273].

Проте при подальшому дослідженні впливу цієї добавки на модельні системи тіста спостерігається дещо інша картина.

Дані дослідження розпливання кульки тіста протягом трьох годин (рис. 2.3) свідчать, що внесення спиртового екстракту ЗП у вказаному інтервалі призводить до більш інтенсивного розпливання кульок тіста при їх витриманні протягом усього експерименту порівняно з контролем.



**Рисунок 2.3 – Вплив спиртового екстракту ЗП на розпливання кульки тіста: 1 – зразок без добавки (контроль); 2, 3, 4 – зразки з додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 4, 6, 8% до маси борошна відповідно**

При рівних початкових діаметрах кульок уже після першої години відлежування діаметр дослідних зразків перевищував такий у контрольного, і через 180 хв відлежування був на 14,0...28,5% більше.

Така ж тенденція спостерігалася під час дослідження фізичних властивостей тіста з добавками на альвеографі Шопена (табл. 2.11).

Дані альвеограм свідчать, що внесення в тісто спиртового екстракту ЗП призводить до втрати його пружності (P) на 8,1...30,0% та збільшення розтяжності (L) на 6,3...22,0%.

**Таблиця 2.11 – Результати розшифровок альвеограм тіста зі спиртовим екстрактом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показника			
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна		
		4	6	8
Пружність тіста (P), мм	98,0 ± 1,6	90,0 ± 1,5	82,0 ± 1,5	69,0 ± 1,0
Розтяжність тіста (L), мм	110,0 ± 2,0	117,0 ± 2,0	122,0 ± 3,0	134,0 ± 3,0
Збалансованість (P/L)	0,90±0,03	0,80±0,03	0,70±0,03	0,50±0,03
Робота деформації (W), 10 <sup>-4</sup> Дж/г	288,0 ± 7,0	262,0 ± 5,0	248,0 ± 4,0	220,0 ± 4,0

Це призводить до зниження показника збалансованості (P/L) з 0,9 у контрольного зразка до 0,5 при внесенні максимальної кількості добавки. За роботою деформації тіста сила борошна зменшується на 9,0...23,6 % порівняно з контролем.

Це підтвердили й результати дослідження структурно-механічних властивостей тіста у присутності дослідної добавки на фаринографі Брабендера (табл. 2.12).

**Таблиця 2.12 – Результати розшифровок фаринограм тіста зі спиртовим екстрактом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показника			
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна		
		4	6	8
ВПЗ, %	56,0±1,5	55,0±1,5	54,0±1,5	53,0±1,5
Час утворення, хв	2,5±0,1	2,4±0,1	2,2±0,1	2,1±0,1
Стійкість, хв	4,5±0,1	4,2±0,1	4,0±0,1	3,4±0,1
Розрідження, од. ф.	60,0±1,2	66,0±1,3	69,0±1,3	72,0±1,5

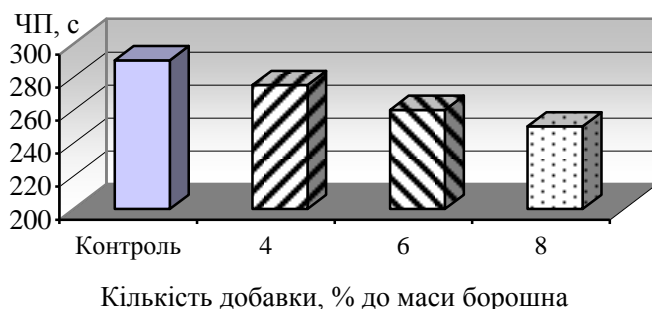
Установлено, що внесення спиртового екстракту ЗП незначно впливає на показник водопоглинальної здатності системи і приводить до зменшення часу утворення тіста на 4,0...16,0% відносно контрольного зразка. Показник стійкості тіста в міру збільшення кількості дослідної добавки у модельній системі зменшується на 6,6...15,5%, а розрідженість, відповідно, збільшується на 10,0...19,0% порівняно з контрольним зразком.

Така зміна структурно-механічних властивостей тіста з дослідною добавкою може бути зумовлена інтенсифікацією процесу гідролізу крохмалю під дією високоактивної  $\alpha$ -амілази добавки, результатом чого є підвищення в'язко-пластичних властивостей тіста. Крім того, присутні у добавці цукри, у силу своєї високої дегідратуючої здатності, можуть призводити до

уповільнення набрякання гідроколоїдів тіста, що у свою чергу веде до послаблення його структури.

Для перевірки цієї гіпотези визначали зміни у вуглеводно-амілазному комплексі пшеничного борошна за показником «число падіння» та зміною в'язкості водно-борошняної суспензії на амілографі Брабендера.

Дані визначення показника «число падіння» (рис. 2.4) свідчать про зростання автолітичної активності борошна на 5,2...13,8% порівняно з контрольним зразком у міру збільшення кількості дослідної добавки у системі.



**Рисунок 2.4 – Вплив спиртового екстракту ЗП на показник «число падіння» пшеничного борошна**

Це підтвердило припущення щодо інтенсифікації процесу гідролізу крохмалю за наявності добавки.

Така ж тенденція просліджувалася й під час визначення автолітичної активності водно-борошняної суспензії з додаванням спиртового екстракту на амілографі Брабендера (табл. 2.13).

**Таблиця 2.13 – Результати розшифровок амілограм тіста зі спиртовим екстрактом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показника зразка			
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна		
		4	6	8
Час до початку клейстеризації крохмалю, хв	22,0±1,0	22,0±1,0	22±1,0	22±1,0
Час від початку клейстеризації крохмалю до досягнення максимальної в'язкості, хв	17,0±0,5	17,0±0,5	17,0±0,5	17,0±0,5
Максимальна в'язкість, о.а.	850±20	770±15	700±13	640±10
Температура суспензії при максимальній в'язкості, °С	85,0±2,0	85,0±2,0	84,0±2,0	84,0±2,0

За результатами розшифровок амілограм пшеничного борошна вищого гатунку за наявності спиртового екстракту ЗП видно, що час до початку

клейстеризації крохмалю та досягнення його максимальної в'язкості у всіх зразках однаковий.

При цьому показник максимальної в'язкості дослідних зразків на 9,4...24,7% зменшується відносно контрольного зразка в міру підвищення дозування добавки.

Отже, можна констатувати той факт, що внесення спиртового екстракту ЗП у кількості 4,0...8,0% до маси борошна приводить до збільшення кількості і зміцнення клейковини борошна та підвищення її еластичності, проте за її наявності інтенсифікується гідроліз крохмалю, що приводить до підвищення в'язко-пластичних властивостей тіста. Це може бути підставою для регулювання терміну дозрівання тіста за умови достатньо інтенсивного перебігу мікробіологічних процесів у ньому.

### ***Вплив шроту зародків пшениці на технологічні властивості пшеничного борошна***

Для визначення впливу шроту ЗП на хлібопекарські властивості пшеничного борошна добавку вносили у кількості 10,0...20,0% від маси пшеничного борошна.

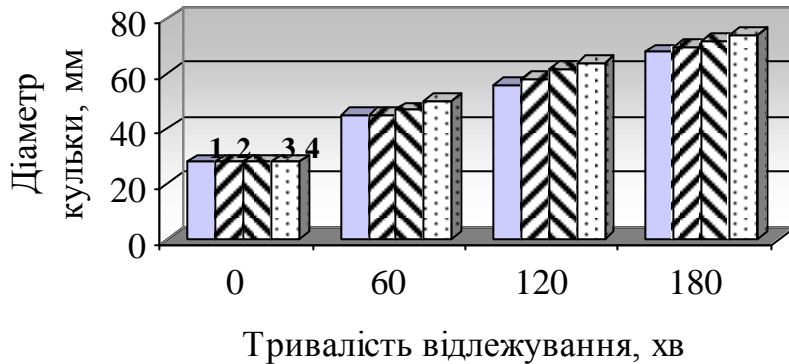
Результати дослідження впливу дослідної добавки на кількість та якість клейковини наведені у табл. 2.14.

**Таблиця 2.14 – Вплив шроту зародків пшениці на клейковину пшеничного борошна**

Найменування показника	Значення показника у зразках клейковини			
	без добавки (контроль)	зі шротом ЗП, % від маси борошна		
		10	15	20
Кількість сирої клейковини, %	26,2±0,6	26,4±0,6	26,0±0,5	25,5±0,5
Пружність на приладі ІДК, од. пр.	85,0±3,0	87,0±3,0	89,0±3,0	90,0±3,0
Розтяжність, см	17,0±0,3	17,0±0,3	18,0±0,3	19,0±0,3
Гідратаційна здатність, %	196,0±5,0	192,0±5,0	189,0±5,0	185,0±5,0

З наведених даних видно, що наявність добавки у кількості 10,0% від маси борошна несуттєво впливає на кількість сирої клейковини та її якість. Натомість, збільшення дозування дослідної добавки до 15,0...20,0% від маси борошна призводить до зменшення кількості сирої клейковини на 4,4...6,3%, втрати її пружності на 5,8...10,6% та збільшення розтяжності. Гідратаційна здатність при цьому знижується незначно. Зменшення кількості сирої клейковини за наявності шроту ЗП може бути пов'язане з дегідратуючою дією харчових волокон добавки на клейковинні білки пшеничного борошна та незначною її втратою під час відмивання. Проте така закономірність є характерною при заміні пшеничного борошна сировиною, що не містить клейковинних білків та має велику кількість харчових волокон.

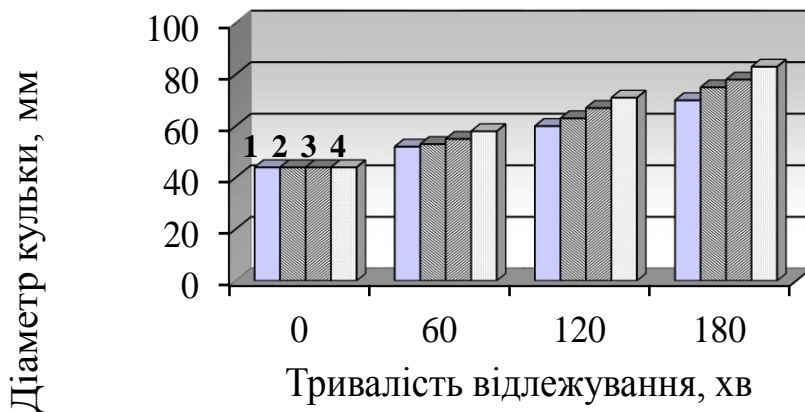
Під час дослідження розпливання кульки клейковини спостерігалось більш інтенсивне розпливання дослідних зразків тіста відносно контрольного (рис. 2.5).



**Рисунок 2.5 – Вплив шроту ЗП на розпливання кульки клейковини: 1 – зразок без добавки (контроль); 2, 3, 4 – зразки з додаванням шроту ЗП у кількості 10, 15, 20% від маси борошна відповідно**

Як видно з рисунку, на початковому етапі діаметри кульок клейковини становили 28 мм. Після трьох годин відлежування діаметр кульки контрольного зразка становив 68 мм, діаметри кульок зі шротом ЗП у кількості 10,0; 15,0 та 20,0% від маси борошна відповідно 71, 73 та 75 мм, що на 7,4...10,3% більше.

Результати дослідження впливу дослідної добавки на модельні системи тіста наведені нижче. Експериментальні дані (рис. 2.6) корелюють з попередньо отриманими результатами щодо розпливання кульки клейковини.



**Рисунок 2.6 – Вплив шроту ЗП на розпливання кульки тіста: 1 – зразок без добавки (контроль); 2, 3, 4 – зразки з додаванням шроту ЗП 10, 15, 20% від маси борошна відповідно**



При рівних початкових діаметрах кульок тіста, величина дослідних зразків на кінець експерименту була більша, ніж така в контрольного на 8,0...18,5%.

При визначенні сили борошна на альвеографі Шопена в дослідних модельних системах тіста були ускладнення з отримання альвеограм. Очевидно, значний вміст харчових волокон добавки не дозволяє сформувати еластичного клейковинного каркасу, що призводить до втрати пружності. Недостатні пружно-еластичні властивості тіста під тиском повітря на столику альвеографа не дали змогу отримати альвеограми для порівняння їх з контролем.

Результати розшифровки фаринограм тіста з дослідною добавкою наведені в табл. 2.15.

Як свідчать наведені дані, внесення шроту ЗП приводить до підвищення водопоглинальної здатності тіста на 12,5...26,4%. Дійсно, час утворення тіста контрольного зразка становить 2,5 хв, тоді як цей показник у дослідних зразків – 3...4 хв, що на 20,0...60,0% більше. Стійкість при цьому зменшується у 2...4 рази, а розрідження збільшується на 20,0...63,0%.

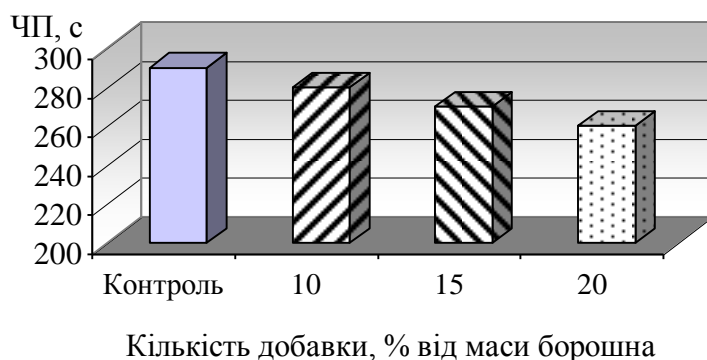
**Таблиця 2.15 – Результати розшифровок фаринограм тіста зі шротом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показника			
	без добавки (контроль)	зі шротом ЗП, % від маси борошна		
		10	15	20
ВПЗ, %	56,0±1,5	63,0±2,0	68,0±2,5	70,8±3,0
Час утворення, хв.	2,5±0,1	3,0±0,1	3,5±0,1	4,0±0,1
Стійкість, хв.	4,50±0,20	2,00±0,10	1,50±0,10	1,00±0,03
Розрідження, од. ф.	60,0±1,5	72,0±2,0	86,0±3,0	98,0±4,0

Причиною цього, на наш погляд, є висока водопоглинальна здатність харчових волокон шроту ЗП, що створюють конкуренцію іншим біополімерам тістової системи, у першу чергу, білкам клейковини у поглинанні вологи. Це призводить до зниження вмісту вологи в білках тіста, що, очевидно, і зумовлює його розрідження під час інтенсивного замішування в камері фаринографа. Крім того, збільшення розрідження тіста зі шротом може бути пов'язане з інтенсифікацією амілолізу під дією активних амілаз добавки.

Це знайшло підтвердження під час визначення показника «число падіння» водно-борошняної суспензії зі шротом ЗП (рис. 2.7).

З результатів видно, що внесення шроту ЗП у кількості 10,0% від маси борошна майже не впливає на зміну цього показника, тоді як подальше підвищення кількості добавки у дослідній системі призводить до прискорення швидкості розрідження борошняної суспензії на 7,0...10,4% порівняно з контрольним зразком.



**Рисунок 2.7 – Вплив шроту ЗП на показник «число падіння» пшеничного борошна**

Розшифровка амілограм тіста зі шротом ЗП наведена в табл. 2.16.

Знижений вміст крохмалю в дослідних системах за рахунок заміни 10,0...20,0% борошна добавкою та висока активність її  $\alpha$ -амілази дає змогу пояснити зниження в'язкості водно-борошняної суспензії на 7,0...21,1% відносно контрольного зразка. Початок клейстеризації крохмалю дослідних зразків зі шротом ЗП відмічається на 1...2 хв раніше, а досягнення максимальної в'язкості дослідних зразків відбувається на 30,0% швидше порівняно з контрольним зразком.

**Таблиця 2.16 – Результати розшифровок амілограм тіста зі шротом зародків пшениці**

Найменування показника	Значення показника			
	без добавки (контроль)	зі шротом ЗП, % від маси борошна		
		10	15	20
Час до початку клейстеризації крохмалю, хв	22,0±1,0	20,5±1,0	19,0±1,0	17,5±1,0
Час від початку клейстеризації крохмалю до досягнення максимальної в'язкості, хв	17,0±0,7	16,0±0,7	15,0±0,6	14,0±0,5
Максимальна в'язкість, о.а.	850±15	790±15	780±13	670±14
Температура суспензії при максимальній в'язкості, С	85,0±1,4	84,0±1,3	83,0±1,3	83,0±1,3

Таким чином, додавання до модельних систем тіста шроту ЗП у кількості 10,0...20,0% від маси борошна призводить до зменшення виходу сирої та сухої клейковини, зниження пружно-еластичних та підвищення в'язко-пластичних властивостей тіста. Це викликає необхідність коригувати вологість тіста та параметри технологічного процесу під час удосконалення технології хлібобулочних виробів з додаванням шроту зародків пшениці.

### 2.3.2. Вплив спиртового екстракту та шроту зародків пшениці на технологічні властивості хлібопекарських пресованих дріжджів

Вплив продуктів переробки ЗП на властивості хлібопекарських пресованих дріжджів оцінювали за їх підйомною силою та осмочутливістю.

За показником підйомної сили дріжджів судять про швидкість підйому тіста під час дозрівання, а під осмочутливістю розуміють здатність дріжджів не знижувати ферментативну активність у середовищі з підвищеним осмотичним тиском, що може мати місце під час дозрівання здобного тіста.

Результати експериментальних досліджень щодо впливу продуктів переробки ЗП на показник підйомної сили та осмочутливості пресованих хлібопекарських дріжджів наведені в табл. 2.17.

Із даних таблиці видно, що показник підйомної сили дріжджів у дослідних зразках зі спиртовим екстрактом ЗП знижується до 50...32 хв або на 5,6...39,6% відносно контрольного зразка, що свідчить про покращення даної характеристики дріжджів [226].

**Таблиця 2.17 – Вплив продуктів переробки зародків пшениці на підйомну силу та осмочутливість пресованих хлібопекарських дріжджів**

Найменування показника	Значення показника у зразках						
	без добавок (контроль)	з продуктами переробки зародків пшениці					
		спиртовий екстракт ЗП, % до маси борошна			шрот ЗП, % від маси борошна		
		4	6	8	10	15	20
Підйомна сила, хв	53,0±2,0	50,0±1,5	44,0±1,3	32,0±1,2	45,0±1,5	48,0±1,4	51,0±1,6
Осмочутливість, хв	10,5±0,4	10,5±0,4	9,7±0,4	9,7±0,4	10,5±0,4	10,0±0,4	10,5±0,4

Наявність у модельній системі тіста шроту ЗП приводить до покращання показника підйомної сили дріжджів, про що свідчить зниження його значення на 9,4...15,0% з найбільшим ефектом за внесення добавки у кількості 10,0...15,0% від маси дріжджів.

Покращення підйомної сили хлібопекарських пресованих дріжджів за наявності дослідних добавок, очевидно, пов'язане з внесенням разом з ними вітамінів, амінокислот, легкодоступних цукрів, що є поживними для дріжджів і сприяють активізації їх життєдіяльності.

На показник осмочутливості дріжджів дослідні добавки не впливають.

Таким чином, продукти переробки ЗП сприяють покращенню бродильної здатності хлібопекарських пресованих дріжджів, що дозволяє прогнозувати прискорення газоутворення в тісті під час його дозрівання.

## **2.4. Дослідження впливу продуктів переробки зародків пшениці на перебіг процесів дозрівання тіста**

Якість пшеничного хліба зумовлена складними біохімічними, мікробіологічними, колоїдними, фізичними процесами, які відбуваються під час дозрівання тіста. Інтенсивність і спрямування цих процесів залежать не лише від технологічного режиму приготування тіста, але й від складу його рецептури. Визначення технологічних властивостей спиртового екстракту та шроту ЗП, їх різний вплив на властивості сировини хлібопекарського виробництва дає підстави припустити і відмінності у перебігу процесів, що відбуваються під час тістоприготування.

У цьому розділі узагальнені результати досліджень основних процесів дозрівання тіста за наявності добавок, а саме динаміки редукуючих речовин у тісті, інтенсивності спиртового бродіння, зміни титрованої та активної кислотності тіста, його структурно-механічних властивостей.

Зразки тіста готували за технологією пробного лабораторного випікання. Дослідні добавки вносили під час замішування тіста: спиртовий екстракт – у кількості 4,0...8,0% до маси борошна у вигляді суспензії з водою, а порошкоподібний шрот – у кількості 10,0...20,0% від маси борошна в сухому вигляді. Як контрольні були обрані зразки тіста без добавок.

### **2.4.1. Вплив продуктів переробки зародків пшениці на біохімічні та мікробіологічні процеси дозрівання тіста**

#### *Дослідження динаміки редукуючих речовин у тісті з продуктами переробки зародків пшениці*

Інтенсивність мікробіологічних процесів у тісті значною мірою визначається вмістом легкозасвоюваних цукрів, станом крохмалю, наявністю і активністю амілолітичних ферментів.

У зв'язку з цим досліджували вплив дослідних добавок на динаміку редукуючих речовин у тісті, що є важливим з точки зору забезпечення хлібопекарських дріжджів «основним технологічним цукром» – мальтозою. Також визначали кількість спожитих пресованими хлібопекарськими дріжджами цукрів.

Оскільки в дріжджовому тісті гідролітичне розщеплення крохмалю і асиміляція дріжджами мальтози проходять паралельно, то дослідження проводили в зразках тіста з дріжджами і без них.

Результати дослідження динаміки редукуючих речовин у тісті з продуктами переробки зародків пшениці зведені у табл. 2.18 і 2.19.

Як видно з поданих даних динаміки накопичення редукуючих речовин у тісті з спиртовим екстрактом ЗП (табл. 2.18), його додавання у всьому дослідному інтервалі приводить до зміни цього показника.

**Таблиця 2.18 – Вміст редукуючих речовин у тісті зі спиртовим екстрактом із зародків пшениці, % СР (у перерахунку на мальтозу)**

Час відбору проби	Значення показника у зразках тіста			
	без добавки (контроль)	зі спиртовим екстрактом ЗП, % до маси борошна		
		4	6	8
Без дріжджів				
Відразу після замісу	2,61±0,08	3,20±0,09	3,40±0,10	4,00±0,10
Через 4 год автолізу	4,13±1,10	4,85±1,20	5,20±1,30	5,87±1,40
Накопичено	1,52±0,05	1,65±0,05	1,80±0,07	1,87±0,07
Із дріжджами				
Відразу після замісу	2,63±0,08	3,20±0,10	3,45±0,10	4,00±0,10
Через 4 год бродіння	1,88±0,06	1,96±0,06	2,00±0,07	2,42±0,08
Зброджено	2,25±0,08	2,89±0,08	3,2±0,09	3,45±0,10

Дійсно, уже після замішування кількість цукрів у дослідних зразках на 22,6...53,3% перевищує таку в контрольному, що, на наш погляд, викликано високим вмістом у цій добавці власних цукрів (54,0%). Крім того, і кількість накопичених за 4 год цукрів у дослідних зразках також вища на 8,5...23,0% порівняно з контрольним зразком.

Внесення у тісто спиртового екстракту ЗП сприяє також й інтенсифікації процесу споживання дріжджами цукрів, що наглядно видно з наведених у таблиці даних. Так, кількість зброджених цукрів у тісті з добавкою збільшується на 28,4...53,3% порівняно з контрольним зразком.

Аналогічна тенденція спостерігається також і у зразках тіста зі шротом ЗП. Результати дослідження наведені в табл. 2.19.

Відразу після замісу кількість цукрів у зразках зі шротом збільшується на 14,9...30,0% порівняно з контролем.

Також спостерігається інтенсифікація процесу накопичення мальтози в тісті, і на кінець експерименту кількість редукуючих цукрів у дослідних зразках на 5,5...17,0% перевищує таку в тісті без добавки.

Процес асиміляції дріжджами цукрів проходить також більш інтенсивно. Так, через 4 год кількість зброджених цукрів у тісті з цією добавкою перевищує зазначений показник у контрольного зразка на 19,0...31,0%.

Такий вплив дослідних добавок на динаміку редукуючих речовин у тісті пояснюється, у першу чергу, більш глибоким гідролізом крохмалю під дією наявних у добавках високоактивних ферментів  $\alpha$ - і  $\beta$ -амілаз (особливо в спиртовому екстракті), що було показано під час визначення стану вуглеводно-амілазного комплексу у присутності добавок, а також додатковим внесенням цукрів у разі додавання спиртового екстракту ЗП. Більш активне збродження цукрів є результатом покращення біотехнологічних властивостей хлібопекарських дріжджів за наявності дослідних добавок.

**Таблиця 2.19 – Вміст редукуючих речовин у тісті зі шротом зародків пшениці, % СР (у перерахунку на мальтозу)**

Час відбору проби	Значення показника у зразках тіста			
	без добавки (контроль)	зі шротом ЗП, % від маси борошна		
		10	15	20
Без дріжджів				
Відразу після замісу	2,61±0,08	3,00±0,08	3,20±0,10	3,40±0,10
Через 4 год автолізу	4,13±1,10	4,60±1,10	4,86±1,20	5,18±1,40
Накопичено	1,52±0,05	1,6±0,05	1,66±0,05	1,78±0,06
Із дріжджами				
Відразу після замісу	2,63±0,08	3,00±0,08	3,21±0,10	3,40±0,10
Через 4 год бродіння	1,88±0,06	1,92±0,06	1,98±0,07	2,23±0,08
Зброджено	2,25±0,08	2,68±0,08	2,88±0,08	2,95±0,09

Таким чином, використання спиртового екстракту та шроту ЗП сприяють інтенсифікації процесу накопичення та збродження цукрів у пшеничному тісті у процесі його дозрівання.

***Дослідження впливу продуктів переробки зародків пшениці на інтенсивність спиртового бродіння та зміну об'єму пшеничного тіста***

Як відомо, інтенсивність спиртового бродіння відповідає за розпушеність тістової заготовки та є важливим чинником при визначенні тривалості дозрівання тіста.

Вплив добавок із зародків пшениці на процес спиртового бродіння визначали за загальною кількістю виділеного вуглекислого газу під час дозрівання тіста протягом чотирьох годин, а також за швидкістю газоутворення в ньому.

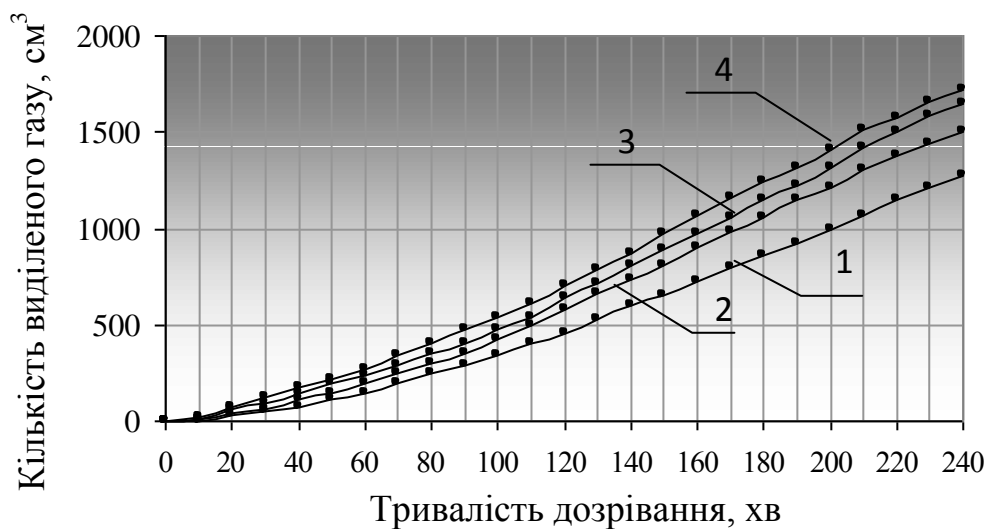
Вплив спиртового екстракту зародків пшениці на кількість діоксиду вуглецю та швидкість газоутворення в тісті з добавкою під час бродіння наведено на рис. 2.8, а, б та 2.9 а, б.

Відносно зразків зі спиртовим екстрактом ЗП слід зазначити, що його внесення в тісто у всьому дослідному інтервалі сприяє інтенсифікації процесу виділення вуглекислого газу, що проілюстровано на рис. 2.8, а. Так, у зразках тіста з добавкою кількість виділеного за 4 год бродіння вуглекислого газу на 10,2...23,3% більша порівняно з контрольним зразком.

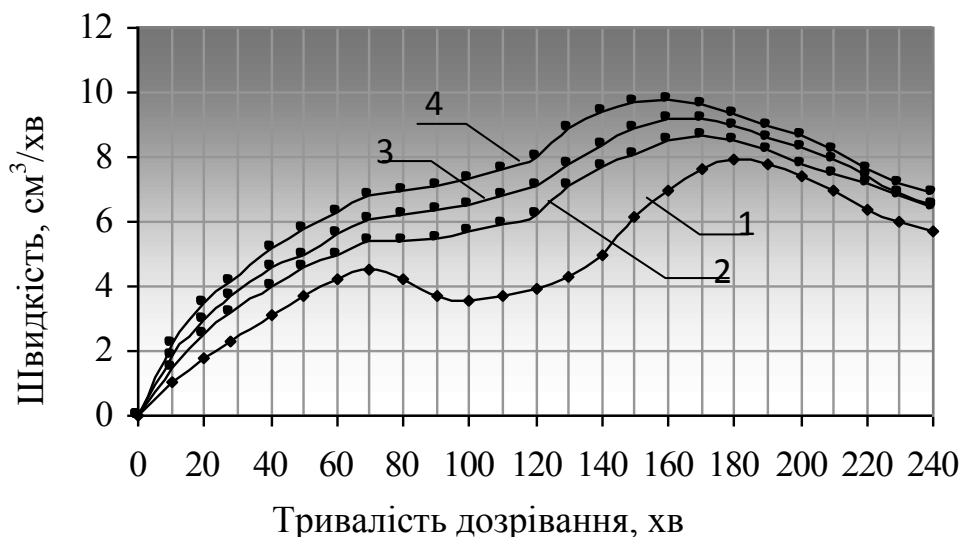
Аналіз даних щодо швидкості газоутворення в тісті (рис. 2.8, б) показав, що наведені криві мають два екстремуми, що, як відомо, зумовлено специфікою життєдіяльності дріжджів у тістовій системі [64].

Утворення першого екстремуму пов'язано із зниженням в тісті кількості легкозасвоюваних цукрів та з індукцією  $\alpha$ -глюкозидази дріжджів у результаті появи у тісті мальтози, утвореної під час гідролізу крохмалю борошна  $\beta$ -амілазою. Як видно з рисунку, перший пік для контрольного зразка

спостерігається через 70 хв з початку експерименту, тоді як для дослідних зразків – на 10...15 хв раніше.



(а)



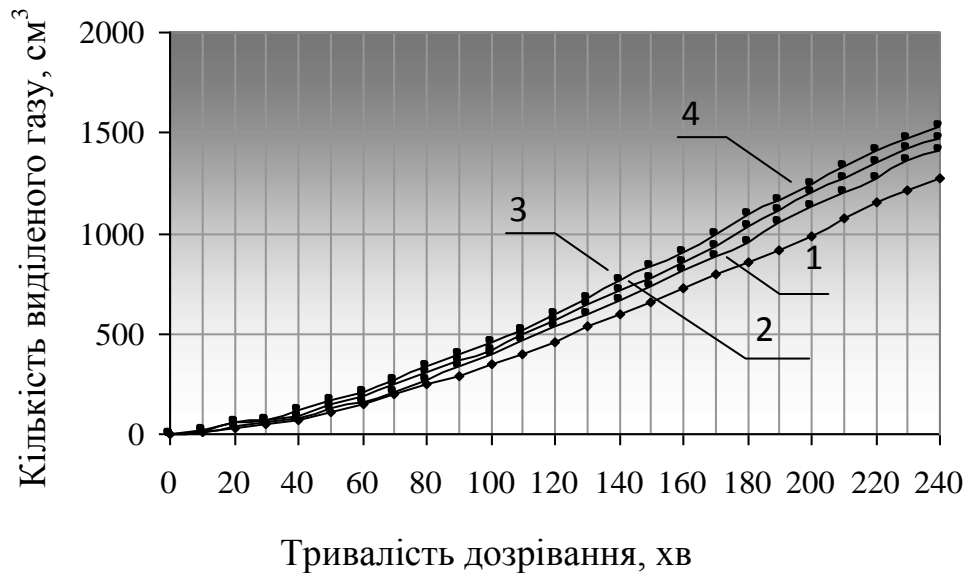
(б)

**Рисунок 2.8 – Зміна кількості виділеного газу (а) та швидкості газоутворення (б) у тісті: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто з додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 4, 6, 8% до маси борошна відповідно.**

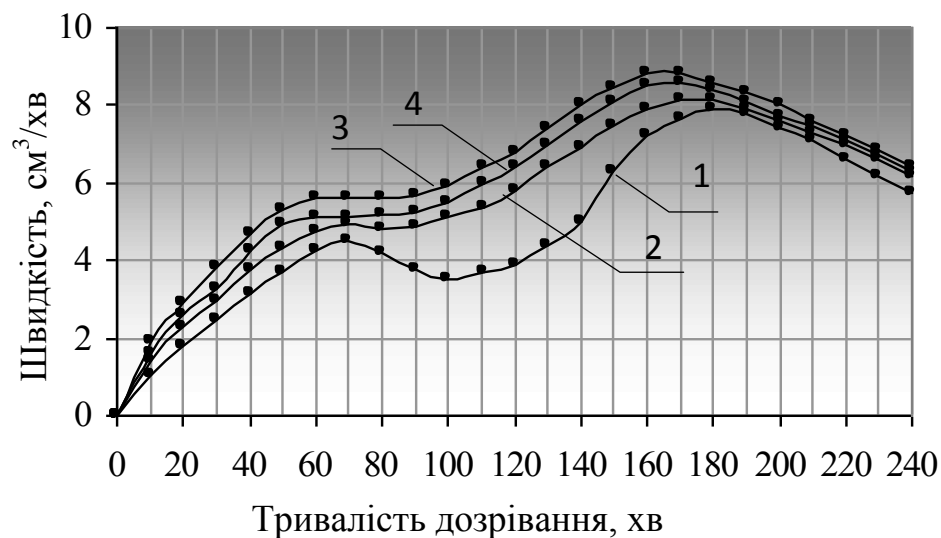
Цікавим є те, що перепади швидкості газоутворення у дослідних зразках менше виражені порівняно з контрольним зразком. Це пояснюється внесенням з добавкою легкозасвоюваних цукрів, які є енергетичним матеріалом для дріжджів у період переходу до використання мальтози, а також швидшим утворенням мальтози в тісті під дією активної  $\beta$ -амілази добавки.

Подальше підвищення швидкості газоутворення пояснюється накопиченням в тісті достатньої кількості мальтози, а також адаптацією

дріжджів до її використання. Поява другого екстремуму характеризує період настання дефіциту цього цукру в тістовій системі, що призводить до зниження інтенсивності газоутворення. Максимальна швидкість газоутворення в цей період і є показником, що визначає оптимальну тривалість дозрівання тіста.



(а)



(б)

**Рисунок 2.9 – Зміна кількості виділеного газу (а) та швидкість газоутворення (б) в тісті: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто з додаванням шроту ЗП у кількості 10, 15, 20% від маси борошна відповідно**

Як видно з експерименту, другий пік у контрольного зразка настає через 180 хв з початку експерименту, а у дослідних зразків – раніше на 10...30 хв залежно від дозування добавки. При цьому й інтенсивність газоутворення в дослідних зразках на всіх етапах експерименту вища, ніж у контрольного



зразка. Дійсно, кількість діоксиду вуглецю за максимальної швидкості газоутворення в контрольного зразка (180 хв) становить  $860 \text{ см}^3$ , а в дослідних зразках за більш короткий час (150...160 хв) –  $916...980 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$ . Отримані дані є підставою для скорочення тривалості дозрівання тіста зі спиртовим екстрактом ЗП на 6,0...17,0 %, або на 10...30 хв.

Аналіз динаміки утворення діоксиду вуглецю у тісті зі шротом ЗП та без нього (рис 2.9, а) показав, що її присутність у кількості 10,0...15,0% від маси борошна інтенсифікує швидкість виділення вуглекислого газу протягом усього експерименту на 7,5...15,7% відносно контрольного зразка. Внесення максимальної кількості шроту ЗП (20,0%) призводить до зниження отриманого ефекту відносно зразка з 15,0% добавки, але перевищує величину цього показника в контрольного зразка на 12,3%. Це може пояснюватися підвищенням водопоглинальної здатності системи за рахунок зв'язування харчовими волокнами значної кількості вологи, що уповільнює життєдіяльність дріжджів і спричиняє зниження інтенсивності газоутворення.

Результати визначення швидкості газоутворення підтверджують отримані дані (рис. 2.9, б). З рисунку видно, що перший екстремум кривих швидкості газоутворення зразків тіста з добавкою спостерігається на 10 хв раніше, ніж у контрольного зразка. Другий екстремум також досягається швидше, ніж у контрольному зразку на 10...20 хв із максимальним ефектом при внесенні шроту ЗП у кількості 15,0% від маси борошна.

Максимальна швидкість газоутворення у контрольному зразку спостерігається через 180 хв, тоді як у дослідних зразках – через 160...170, що на 6,0...11,0%, або на 10...20 хв швидше. У момент досягнення другого піку кількість накопиченого вуглекислого газу у зразках зі шротом зародків становить  $910...950 \text{ см}^3$ , що на 6,5...12,5% більше, ніж у контрольного зразка ( $860 \text{ см}^3$ ).

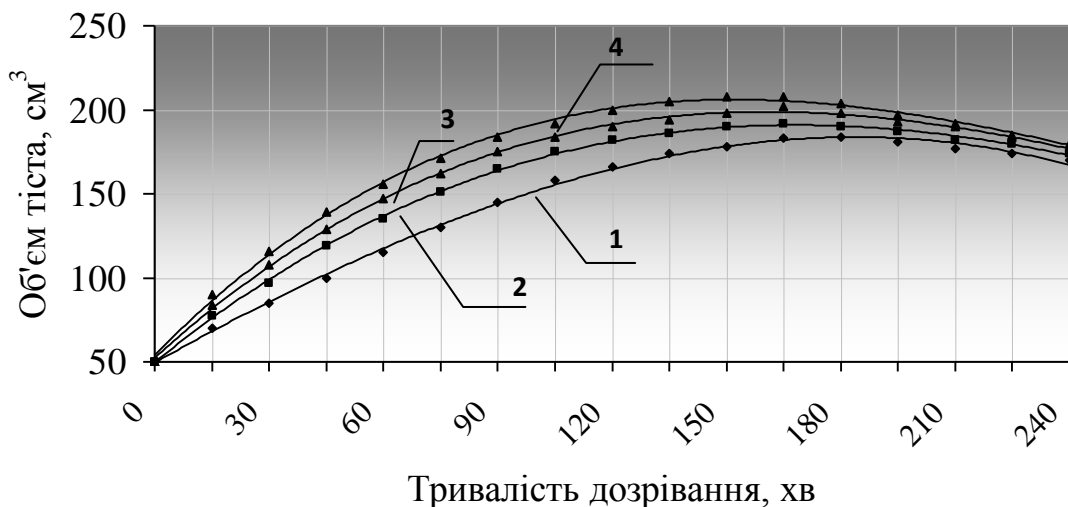
Очевидно, позитивний вплив дослідних добавок на процес газоутворення в тісті є результатом інтенсифікації накопичення та споживання мальтози в тісті, причини чого були пояснені вище.

Оскільки інтенсивність процесу газоутворення зумовлює розпушеність тістової заготовки, вважали за необхідне дослідити зміну об'єму тіста в процесі його дозрівання при внесенні дослідних добавок із зародків пшениці. Результати досліджень наведені на рис. 2.10. та 2.11.

З рис. 2.10 видно, що значення цього показника у дослідних зразках перевищує такі в контролі протягом усього експерименту. Максимальний об'єм контрольного зразка тіста відмічається через 180 хв, тоді як такий об'єм зразків із добавкою спостерігається на 15...25 хв раніше.

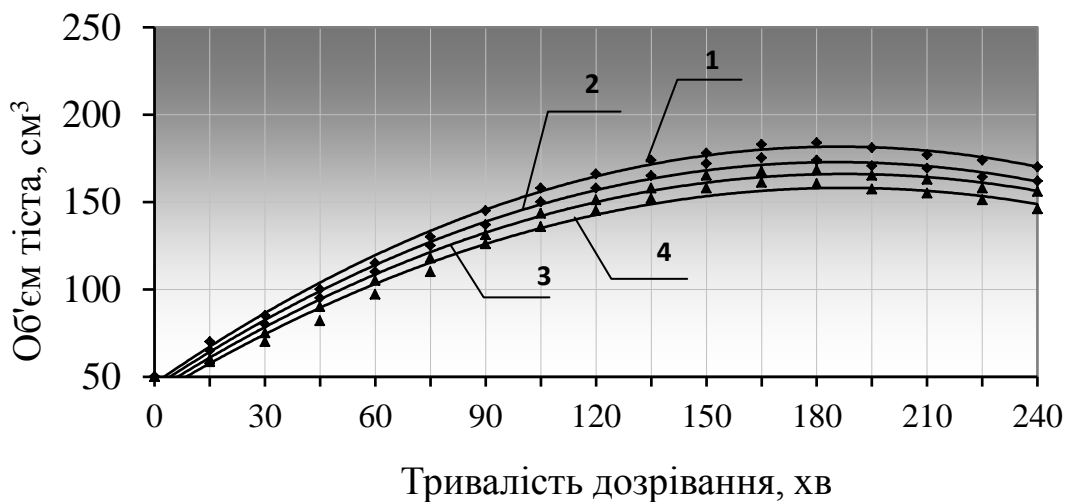
Це пояснюється не тільки підвищенням інтенсивності спиртового бродіння, але й збільшенням кількості та покращенням якості клейковини під дією спиртового екстракту зародків пшениці. Більш пружна та еластична клейковина сприяє утворенню міцного каркасу, який утримує  $\text{CO}_2$ , що утворився в процесі бродіння, і приводить до кращої газотримувальної

здатності тіста порівняно з контрольним зразком, що сприяє кращому формуванню об'єму тіста, готових хлібобулочних виробів та стану їх пористості.



**Рисунок 2.10 – Зміна об'єму тіста в процесі дозрівання: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто з додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 4, 6, 8% до маси борошна відповідно**

Дещо інша картина спостерігалася під час визначення об'єму тіста зі шротом ЗП. Видно, що його внесення призводить до зменшення об'єму дослідних зразків тіста порівняно з контрольним на 6,0...14,0% (рис. 2.11).



**Рисунок 2.11 – Зміна об'єму тіста в процесі дозрівання: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто з додаванням шроту ЗП у кількості 10, 15, 20% від маси борошна відповідно**

Така поведінка системи пов'язана із зниженням газотримуючої здатності тіста у зв'язку із заміною значної кількості пшеничного борошна на шрот ЗП, що призводить до втрати частини утвореного під час бродіння діоксиду

вуглецю.

Таким чином, використання продуктів переробки зародків пшениці у зазначених кількостях приводить до інтенсифікації спиртового бродіння, що дозволить скоротити тривалість дозрівання тіста в разі використання спиртового екстракту ЗП на 10...30 хв, а шроту ЗП на 10...20 хв [227; 228].

### *Дослідження зміни титрованої та активної кислотності тіста у присутності продуктів переробки зародків пшениці*

У процесі дозрівання тіста поряд зі спиртовим відбувається молочнокисле бродіння, продукти якого – молочна та інші кислоти – відіграють важливу роль у формуванні органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей напівфабрикату. Загальну кислотність тіста, зумовлену всіма утвореними кислотами й кислими сполуками, відображає показник титрованої кислотності, який прийнято за критерій оцінки дозрівання тіста. Крім того, ряд колоїдних, мікробіологічних і ферментативних процесів, що перебігають під час дозрівання дріжджового тіста, залежить від концентрації водневих іонів у середовищі (рН), які визначають активну кислотність напівфабрикату. Величина цього показника значно впливає на активність бродильної мікрофлори тіста й на утворення кінцевих продуктів бродіння.

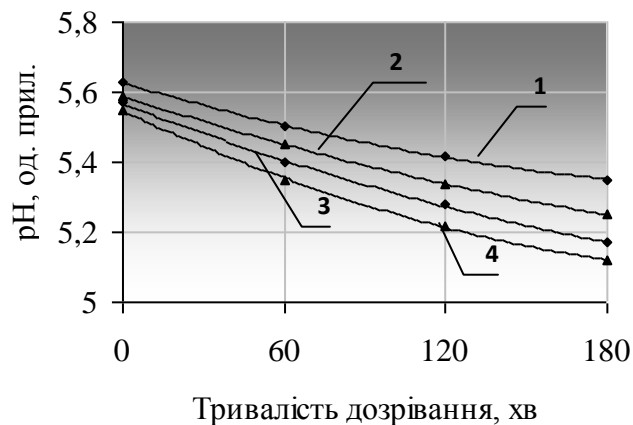
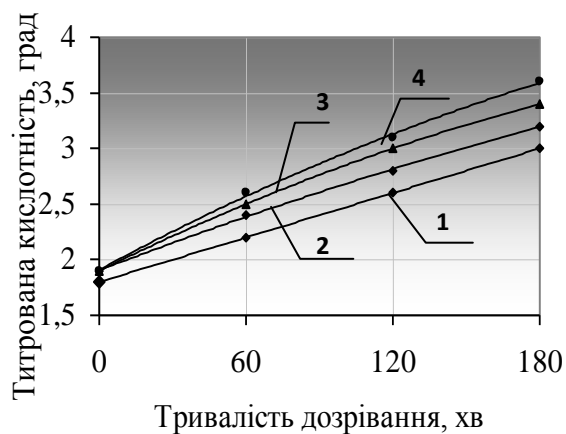
Показники титрованої та активної кислотностей тіста визначали протягом трьох годин дозрівання. Також визначали активність молочнокислих бактерій дослідних зразків, які відображають сумарну активність кислотоутворюючої мікрофлори напівфабрикату, але більшою мірою – активність молочнокислих бактерій (МКБ).

Результати досліджень кислотонакопичення в тісті з дослідними добавками із зародків пшениці наведено на рис. 2.12 та 2.13.

З даних, наведених на рис. 2.12, а, видно, що внесення спиртового екстракту ЗП практично не впливає на початкову титровану кислотність тіста. Проте процес кислотонакопичення в зразках тіста з добавкою перебігає інтенсивніше, ніж у контрольному, у міру збільшення її дозування.

Так, на кінець дозрівання тіста титрована кислотність контрольного зразка підвищилася на 1,2 град, дослідних зразків на – 1,3...1,7 град, що на 6,0...20,0%, відповідно більше.

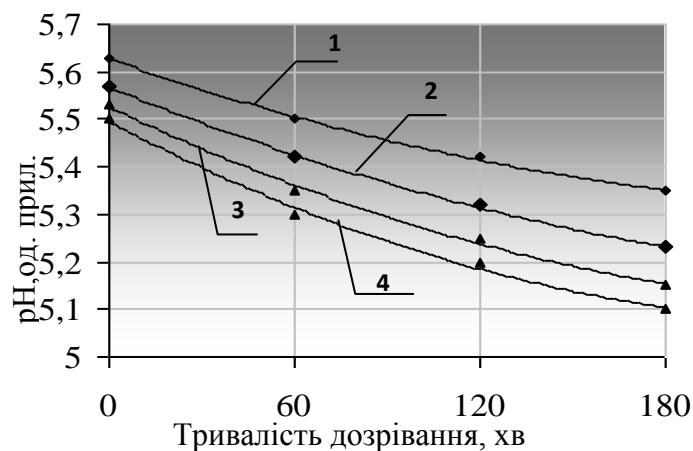
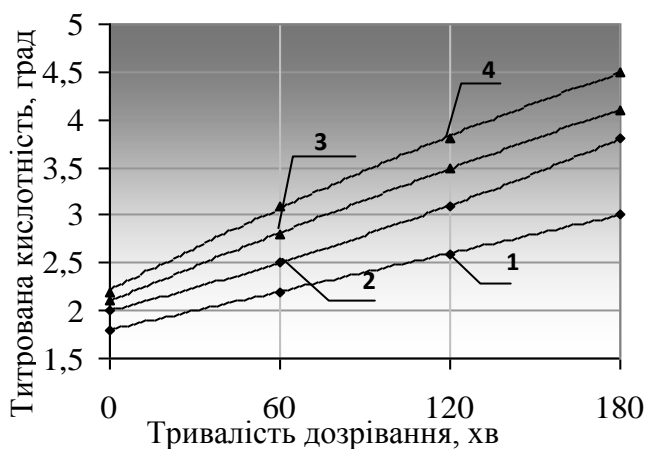
З результатів визначення активної кислотності тіста зі спиртовим екстрактом ЗП (2.12, б) видно, що існує кореляція між зміною цього показника та титрованої кислотності. Активна кислотність контрольного зразка протягом усього періоду дозрівання залишалася вищою, ніж у дослідних зразків. На кінець дозрівання різниця між початковим і кінцевим значеннями контрольного зразка становила 0,28 од., тоді як різниця цього показника дослідних зразків тіста – 0,34...0,43 од., що на 21,4...53,5% більше.



**Рисунок 2.12 – Зміна титрованої (а) та активної (б) кислотності тіста: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто з додаванням спиртового екстракту у кількості 4, 6, 8% до маси борошна відповідно**

Початкова титрована кислотність зразків тіста зі шротом ЗП (рис. 2.13, а) дещо вища за таку в контрольного зразка, що пояснюється заміною значної кількості борошна добавкою з високою титрованою кислотністю.

Протягом експерименту накопичення кислотності в дослідних зразках більш інтенсивне і відрізняється від контрольного на 26,0...50,0%.

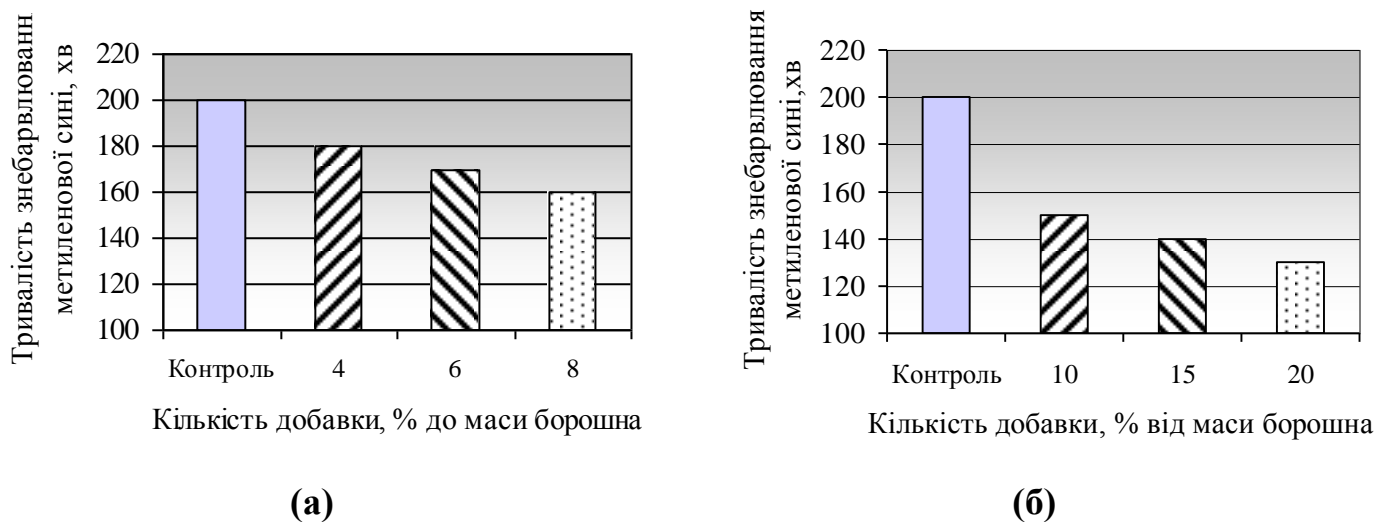


**Рисунок 2.13 – Зміна титрованої (а) та активної (б) кислотності в тісті: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто з додаванням шроту зародків у кількості 10, 15, 20% від маси борошна відповідно**

Зниження рН дослідних зразків тіста також відбувається більш інтенсивно в міру збільшення дозування добавки, і на кінець дозрівання різниця між початковим і кінцевим значеннями рН у контрольному зразку становить 0,28 од., а в дослідних – 0,34...0,40 од., що на 21,4...42,8% більше.

За умов встановленої вище можливості скорочення тривалості дозрівання тіста зі спиртовим екстрактом ЗП на 10...30 хв та шротом ЗП на 10...20 хв, його титрована кислотність буде становити 3,0...3,3 град та 3,5...4,1 град відповідно, що є достатнім для отримання готових виробів високої якості.

Інтенсифікація кислотонакопичення в тісті з дослідними добавками спричинена підвищенням активності молочнокислих бактерій, що підтвердилося під час визначення їх активності (рис. 2.14).



**Рисунок 2.14 – Зміна активності молочнокислих бактерій у тісті: (а) – тісто зі спиртовим екстрактом ЗП; (б) – тісто зі шротом ЗП**

З результатів, наведених на рис. 2.14, а видно, що тривалість знебарвлення метиленової сині в контрольному зразку спостерігалася через 200 хв, а в тісті з спиртовим екстрактом ЗП на 20...40 хв раніше, що свідчить про підвищення активності молочнокислих бактерій на 10,0...20,0% порівняно з контрольним зразком. Активність МКБ у тісті зі шротом ЗП (рис. 2.14, б) також вища, ніж у контрольного зразка на 25,0...35,0%.

Таким чином, використання продуктів переробки зародків пшениці приводить до інтенсифікації процесу кислотонакопичення в тісті, що підтверджує можливість скорочення тривалості його дозрівання.

#### **2.4.2. Зміни структурно-механічних властивостей пшеничного тіста з продуктами переробки зародків пшениці**

Одним із найважливіших етапів формування якісних показників готової продукції є утворення необхідної структури, яка залежить від багатьох чинників, таких як кількість та якість рецептурних компонентів, ступеня механічної обробки, інтенсивності перебігу процесів тістоприготування, вологості напівфабрикатів [228; 229].

Відомо, що в тісті в процесі бродіння відбувається його послаблення внаслідок дії амілолітичних та протеолітичних ферментів. Це, у свою чергу, призводить до зміни його структурно-механічних властивостей. Технологічний

процес приготування хлібобулочних виробів передбачає постійну взаємодію тіста з робочими органами обладнання, а підвищення в'язкості та липкості напівфабрикатів призводить до втрати тіста, зниження якості готових виробів та зупинки виробництва. Тож, вважали за необхідне визначення структурно-механічних властивостей тіста з продуктами переробки ЗП за показниками ефективної в'язкості та міцності адгезії тіста.

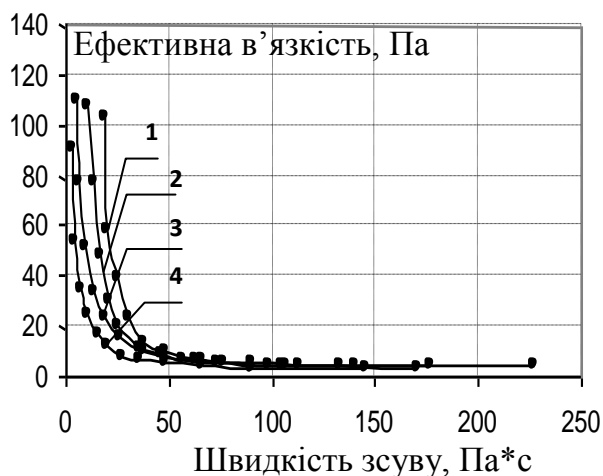
Визначення ефективної в'язкості здійснювали на ротаційному віскозиметрі з розширеним діапазоном швидкостей обертання ротора в межах  $0,001 \dots 100 \text{ c}^{-1}$ .

Дослідження проводили на модельних системах, де вологість бездріжджового тіста становила 60%. Ефективну в'язкість із дослідними добавками визначали після 2 год автолізу тіста.

Міцність адгезії визначали за відривом вибродженого тіста від контактної поверхні за відомою методикою.

Результати дослідження впливу дослідних добавок із зародків пшениці на зміну ефективної в'язкості наведені на рис. 2.15.

Як видно з рисунку, присутність у модельній системі обох добавок призводить до зменшення показника ефективної в'язкості. Установлено, що внесення спиртового екстракту та шроту ЗП сприяє зменшенню показника ефективної в'язкості бездріжджового тіста у  $2,0 \dots 2,5$  та  $1,5 \dots 2,0$  разу відповідно. Отримані результати корелюють із даними амілограм та фаринограм тіста з дослідними добавками, описаними раніше.



(а)

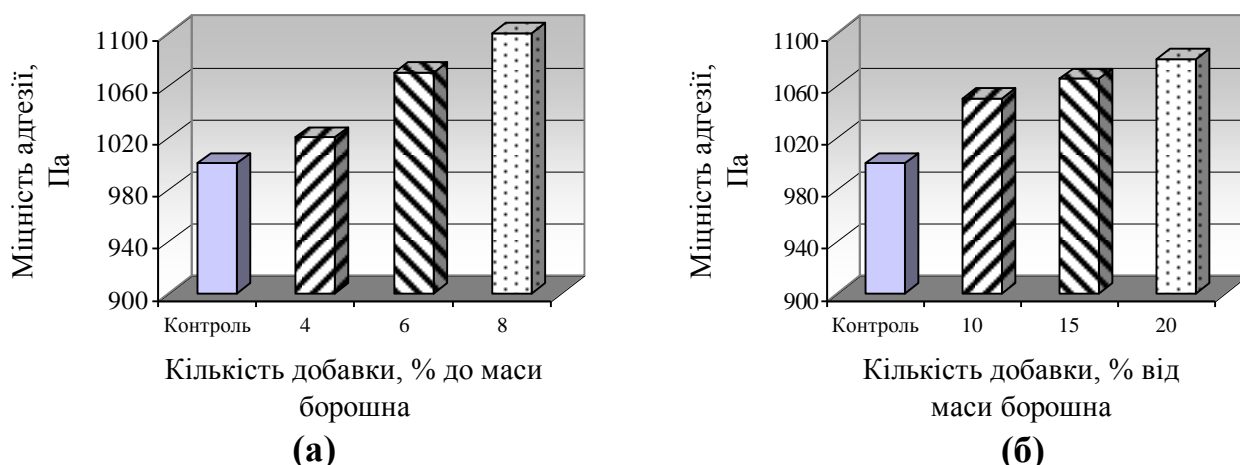


(б)

**Рисунок 2.15 – Зміна ефективної в'язкості (а) – тісто з спиртовим екстрактом ЗП (б) – тісто зі шротом ЗП: 1 – тісто без добавок (контроль); 2, 3, 4 – тісто зі спиртовим екстрактом ЗП у кількості 4, 6, 8% до маси борошна та зі шротом ЗП 10, 15, 20% у кількості від маси борошна відповідно**

Дослідження адгезійних властивостей тіста з дослідними добавками (рис. 2.16) свідчать, що внесення до тіста спиртового екстракту та шроту ЗП

сприяють незначному підвищенню міцності адгезії тіста порівняно з контрольним зразком на 7,0...10,0% та 5,0...8,0% відповідно.



**Рисунок 2.16 – Міцність адгезії дріжджового тіста: (а) – тісто з додаванням спиртового екстракту ЗП; (б) – тісто з додаванням шроту ЗП**

Однак такі зміни структурно-механічних властивостей тіста з дослідними добавками не спричиняють зменшення ефективності операцій оброблення тіста, що було підтверджено апробацією у виробничих умовах [230].

## **2.5. Розробка нових технологій хліба з пшеничного борошна з використанням продуктів переробки зародків пшениці**

У сучасному вітчизняному хлібопекарському виробництві традиційними способами приготування хлібобулочних виробів із пшеничного борошна є безопарний та опарний, які й було обрано для вдосконалення з використанням спиртового екстракту та шроту зародків пшениці.

Подані нижче матеріали присвячені:

- обґрунтуванню технологічних параметрів приготування тіста з дослідними добавками на основі результатів попередніх досліджень та даних оптимізації;
- розробці технологій виготовлення хлібобулочних виробів опарним і безопарним способами з використанням дієтичних добавок;
- розробці асортименту хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці та оцінці їх якості.

### 2.5.1. Технології хлібобулочних виробів із використанням продуктів переробки зародків пшениці за безопарного способу тістоведення

Як прототип було обрано безопарний спосіб тістоприготування хліба пшеничного з борошна вищого гатунку, де тривалість дозрівання тіста становить 180 хв, вистоювання 40...45 хв, випікання 20 хв [231; 232].

Дослідні добавки вносили на стадії замішування тіста: спиртовий екстракт ЗП – після попереднього суспендування з частиною води, що передбачена рецептурою (гідромодуль 1:3) за температури 30 °С, а шрот ЗП – у сухому вигляді.

Ураховуючи дані про вищу у 1,7 разу водопоглинальну здатність шроту ЗП порівняно з пшеничним борошном, вологість тіста із зазначеною добавкою була збільшена відносно контрольного зразка (44,0%) на 1,0% і становила 45,0%.

Для знаходження оптимальних параметрів технологічного процесу виготовлення хліба з дослідними добавками за критерій оптимізації було обрано показник питомого об'єму готових виробів ( $Y$ , см<sup>3</sup>/г). На основі результатів попередніх досліджень обрані основні керуючі чинники, що впливають на функцію відгуку: кількість добавки ( $x_1$ , %) та тривалість дозрівання тіста ( $x_2$ , хв). Задачею оптимізації було визначення таких значень обраних чинників, за яких буде спостерігатися максимальне значення питомого об'єму готових виробів [233].

Для опису залежностей між вихідними і вхідними параметрами була обрана квадратична модель, для отримання якої визначені умови проведення повного факторного експерименту ПФЕ 2<sup>2</sup> (табл. 2.20). Нижні та верхні рівні дозування добавок були встановлені в межах дослідних інтервалів, що використовувались у попередніх дослідженнях, а тривалість дозрівання тіста – на основі даних про інтенсифікацію газоутворення та кислотонакопичення в ньому за наявності дослідних добавок.

Таблиця 2.20 – Рівні чинників та інтервали їх варіювання

Рівень чинника	Чинники варіювання			
	У разі використання спиртового екстракту ЗП		У разі використання шроту ЗП	
	( $x_1$ ), %	( $x_2$ ), хв	( $x_1$ ), %	( $x_2$ ), хв
Нульовий рівень	6	150	15	170
Інтервал варіювання	2	20	5	15
Нижній рівень	4	130	10	155
Верхній рівень	8	170	20	185

Реалізація експерименту за обраним планом, розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії та математична обробка даних за допомогою стандартного програмного пакета MathCad дозволили отримати регресійні залежності у природних значеннях параметру оптимізації від керуючих чинників:



$$Y1(x_1, x_2) = -25,75 + 1,58x_1 + 0,32x_2 - 5,43 \times 10^{-2} \times x_1^2 - 9,18 \times 10^{-4} \times x_2^2 - 6,25 \times 10^{-3} \times x_1 x_2;$$

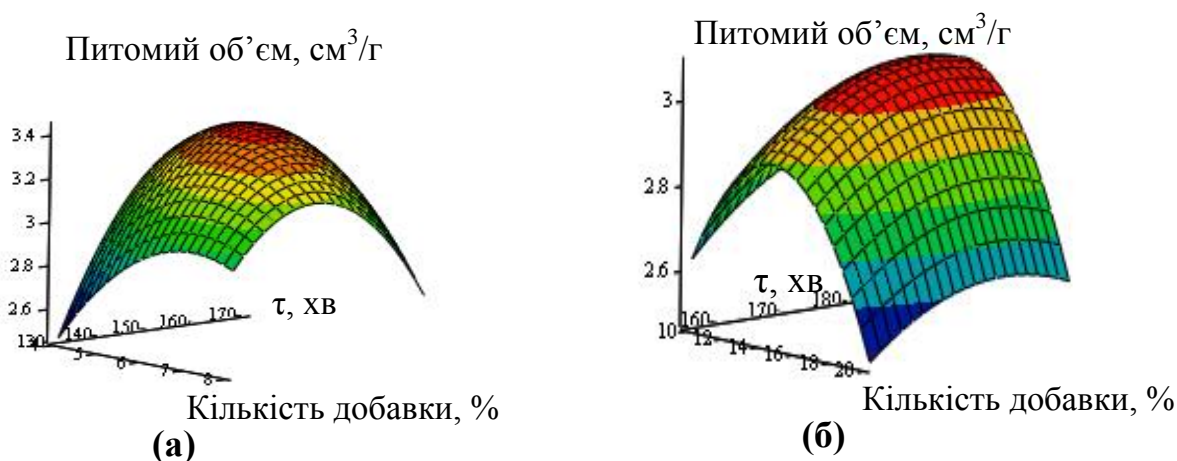
$$Y2(x_1, x_2) = -12,1 + 0,44x_1 + 0,14x_2 - 1,33 \times 10^{-2} \times x_1^2 - 3,69 \times 10^{-4} \times x_2^2 - 3,33 \times 10^{-4} \times x_1 x_2,$$

де  $Y1$  та  $Y2$  – питомі об'єми виробів зі спиртовим екстрактом та шротом ЗП, виготовлених безопарним способом.

Перевірка адекватності отриманих рівнянь показала, що вони вірно відтворюють хід технологічного процесу і можуть бути використані для оптимізації обраного критерію.

Дані рівняння регресії використано для знаходження оптимальних параметрів виготовлення хліба безопарним способом із додаванням продуктів переробки зародків пшениці.

Графічна інтерпретація математичної моделі у вигляді їх відгуку наведено на рис. 2.17.



**Рисунок 2.17 – Відгук математичних моделей процесу виготовлення хліба безопарним способом: (а) – з додаванням спиртового екстракту ЗП, (б) – зі шротом ЗП**

Як свідчать результати оптимізації, найкращий показник питомого об'єму хліба, виготовленого безопарним способом зі спиртовим екстрактом ЗП (рис. 2.17, а) спостерігається за дозувань добавки ( $x_1$ ) в інтервалі 5,2...8,0% до маси борошна і тривалості дозрівання тіста ( $x_2$ ) – 150...160 хв.

Для виробів із шротом ЗП установлені такі інтервали оптимізаційних параметрів (рис. 2.17, б): дозування добавки ( $x_1$ ) – 12,0...17,0% від маси пшеничного борошна, тривалість дозрівання тіста ( $x_2$ ) – 160...170 хв.

Дані оптимізації покладені в основу під час удосконалення безопарної технології хліба з використанням продуктів переробки зародків пшениці – спиртового екстракту та шроту ЗП [234–237].

Запропоновано рецептуру хліба «Духмяний» із додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 8,0% до маси борошна та хліба «Корисний» з додаванням шроту ЗП у кількості 15,0% від маси борошна (табл. 2.21).

**Таблиця 2.21 – Рецептури хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом зародків пшениці та хліба «Корисний» зі шротом зародків пшениці**

Сировина	Витрати сировини, кг	
	«Духмяний»	«Корисний»
Борошно пшеничне вищого гатунку	100,0	85,0
Шрот зародків пшениці	–	15,0
Спиртовий екстракт зародків пшениці	8,0	–
Дріжджі хлібопекарські пресовані	2,0	2,0
Сіль харчова	1,25	1,25
РАЗОМ:	111,25	103,25

Технологічні схеми виробництва хліба «Духмяний» та «Корисний» із додаванням спиртового екстракту та шроту ЗП безопарним способом наведені на рис. 2.18 та 2.19.

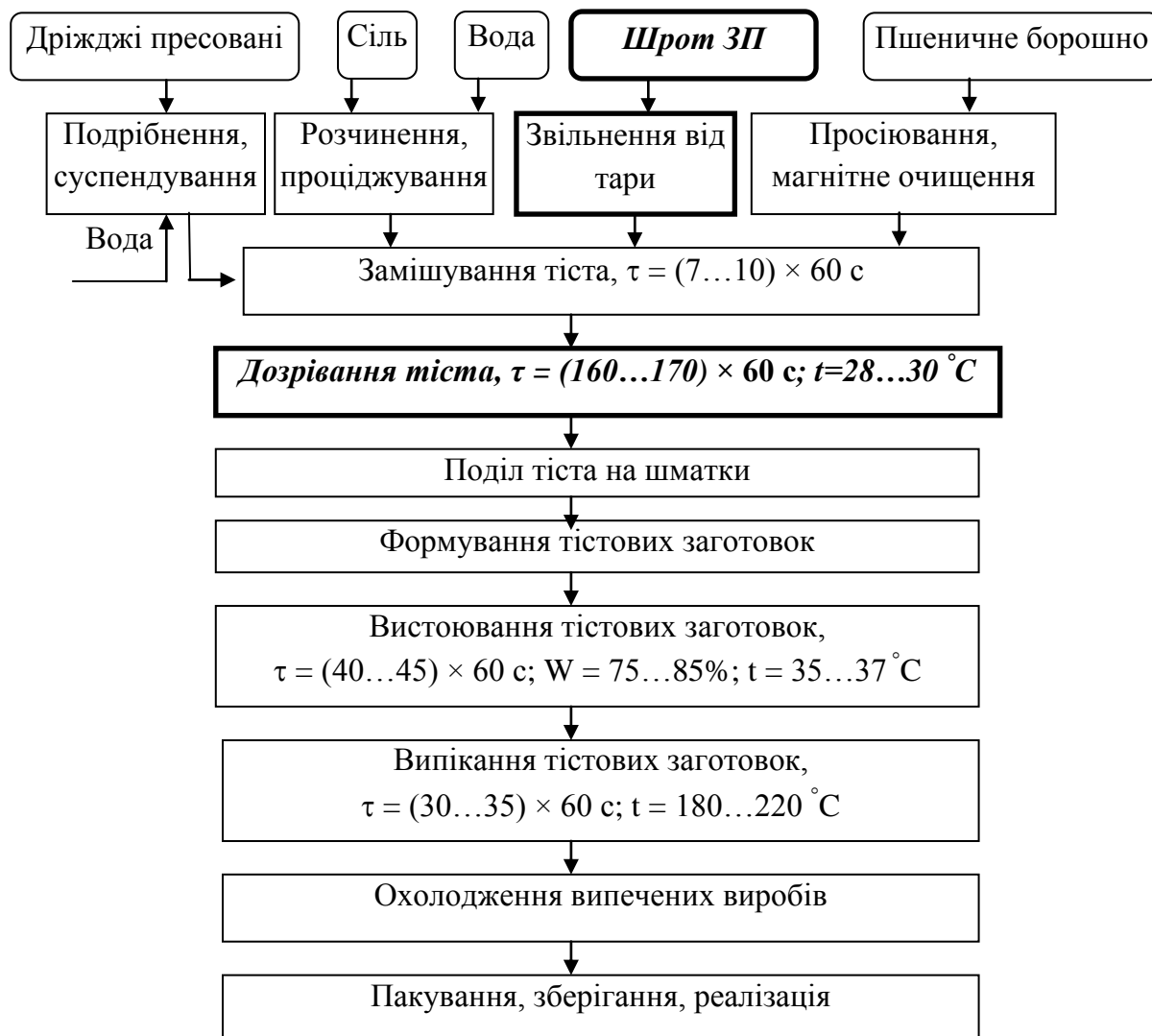


**Рисунок 2.18 – Технологічна схема виробництва хліба «Духмяний» безопарним способом з додаванням спиртового екстракту ЗП**

Як видно з рисунків, удосконалені технологічні схеми відрізняються від традиційної додаванням добавок на стадії замішування тіста і скороченням тривалості дозрівання тіста зі спиртовим екстрактом ЗП до 150...160 хв, зі шротом ЗП – до 160...170 хв.

Інші стадії та параметри технологічного процесу залишаються без змін. Після дозрівання тісто ділять на шматки, округлюють, укладають у форми, проводять вистоювання тістових заготовок та їх випікання. Випечені вироби охолоджують, запаковують в поліетиленову плівку та зберігають.

Важливим є те, що реалізація удосконаленої технології хліба з добавками не потребує зміни апаратурного оформлення технологічного процесу. Необхідним є тільки установка додаткової ємності для підготовки спиртового екстракту ЗП до виробництва, що полягає у з'єднанні його з частиною рецептурної кількості води.



**Рисунок 2.19 – Технологічна схема виробництва хліба «Корисний» безопарним способом з додаванням шроту ЗП**

Удосконалений безопарний спосіб приготування хліба з добавками може бути рекомендований як для підприємств великої та середньої потужності, так і для мініпекарень та закладів ресторанного господарства.

Результати досліджень органолептичних і фізико-хімічних показників якості хліба «Духмяний» та «Корисний» наведено у табл. 2.22.

Наведені дані свідчать, що виготовлений безопарним способом зі скороченим терміном дозрівання хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП у кількості 8,0% до маси борошна за органолептичними показниками якості не поступається хлібу, виготовленому за традиційною технологією, і навіть набуває нових властивостей. Так, наявність спиртового екстракту ЗП у рецептурі надає хлібу яскравіше забарвлені скоринки, приємного присмаку та запаху добавки.

**Таблиця 2.22 – Показники якості хліба «Духмяний» та «Корисний» з продуктами переробки зародків пшениці**

Найменування показників якості	Характеристика показників якості зразків хліба		
	Хліб без добавок (контроль)	Хліб «Духмяний» (з додаванням 8% спиртового екстракту ЗП до маси борошна)	Хліб «Корисний» (з додаванням 15% шроту ЗП від маси борошна)
Органолептичні показники			
Форма, стан поверхні	Правильна форма з випуклою скоринкою, без підривів і тріщин		
Колір скоринки	Світло-жовтий	Світло-коричневий	Коричневий
Стан м'якушки	Пропечена, еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною пористістю, без слідів непромісу		Пропечена, менш еластична м'якушка з розвинутою, однорідною пористістю, без слідів непромісу, з вкрапленнями добавки
Смак та запах	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу з приємними присмаком та запахом добавки	
Фізико-хімічні показники			
Кислотність, град	2,8±0,1	2,9±0,1	3,2±0,1
Вологість, %	43,0±1,2	43,0±1,2	43,9±1,2
Пористість, %	70,0±2,0	74,0±2,0	68,0±2,0
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	3,0±0,1	3,2±0,1	2,9±0,1

Зміна кольору скоринки пов'язана з інтенсифікацією реакцій меланоїдиноутворення та карамелізації за рахунок внесення з добавкою додаткових амінокислот та редуруючих цукрів.

З аналізу фізико-хімічних показників якості хліба «Духмяний» видно, що його титрована кислотність та вологість знаходяться майже на рівні контрольного зразка, а показники пористості м'якушки та питомого об'єму хліба вищі відносно контрольного зразка на 6,0 та 6,6%, що є результатом підвищення газоутримувальної здатності тіста зі спиртовим екстрактом та прискорення мікробіологічних та біохімічних процесів його дозрівання.

Результати визначення органолептичних показників якості хліба «Корисний» свідчать, що внесення шроту ЗП у кількості 15% від маси борошна призводить до незначної втрати еластичності м'якушки та появи у ній

вкраплень добавки. Дослідний зразок хліба має більш забарвлену скоринку хліба та приємний запах і присмак добавки. Титрована кислотність хліба «Корисний» вища, ніж у контрольному зразку, через високу кислотність тіста з цією добавкою. Спостерігається також збільшення вологості хліба зі шротом ЗП, що зумовлене підвищенням вологості тіста при замішуванні та високою водопоглинальною здатністю добавки.

Показники пористості та питомого об'єму хліба зі шротом ЗП порівняно з контрольним зразком дещо знижені, що пояснюється частковою втратою пружньо-еластичних властивостей тіста та його газоутримувальної здатності внаслідок заміни пшеничного борошна сировиною, яка не містить клейковини. Проте така зміна органолептичних та фізико-хімічних показників якості є характерною для хлібобулочних виробів із високим вмістом харчових волокон. Вихід хліба з добавками збільшується порівняно з контрольним зразком: зі спиртовим екстрактом ЗП – на 6,0%, зі шротом ЗП – на 9,0%.

Таким чином, виготовлення хлібобулочних виробів з продуктами переробки зародків пшениці безопарним способом за удосконаленою технологією дозволяє отримати вироби з високими органолептичними і фізико-хімічними показниками якості.

### **2.5.2. Технології хлібобулочних виробів із використанням продуктів переробки зародків пшениці за опарного способу тістотведення**

Для удосконалення опарної технології приготування хлібобулочних виробів із продуктами переробки ЗП як прототип використовували технологію виготовлення батонів міських опарним способом, згідно з яким готується традиційна опара з 50% пшеничного борошна вологістю 48%. Тривалість дозрівання опари становила 180 хв, а тіста – 90 хв [231; 232]. Дослідні добавки вносили на стадії замішування тіста, вологість якого у разі використання спиртового екстракту ЗП становила 40,5%, а шроту ЗП – 42,0%.

Оптимізація технологічних параметрів опарного способу приготування виробів із дослідними добавками здійснювалася з використанням тих же параметрів оптимізації та рівнів дозувань добавок. Тривалість дозрівання тіста варіювалася нами з урахуванням максимального ефекту прискорення газоутворення в тісті (табл. 2.23).

У результаті реалізації експерименту за обраним планом, розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії та статистичного оброблення експериментальних даних із використанням регресійного аналізу отримано такі рівняння регресії у природних значеннях:

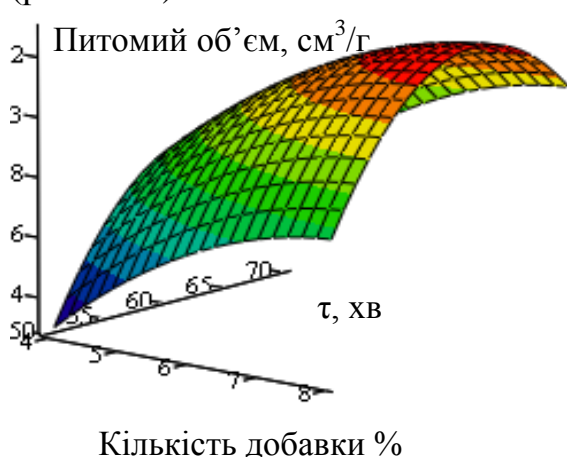
$$Y_3(x_1, x_2) = 0,41 + 0,17x_1 + 8,45 \times 10^{-2} \times x_1^2 - 4,25 \times 10^{-3} \times x_1^2 - 5,75 \times 10^{-4} x_2^2 - 2,5 \times 10^{-3} x_1 x_2;$$
$$Y_4(x_1, x_2) = -4,6 + 5,4 \times 10^{-2} x_1 + 0,25 x_2 - 2 \times 10^{-3} x_1^2 - 10^{-3} x_1 x_2,$$

де  $Y_3$  та  $Y_4$  – питомі об'єми виробів зі спиртовим екстрактом та шротом ЗП, виготовлених опарним способом.

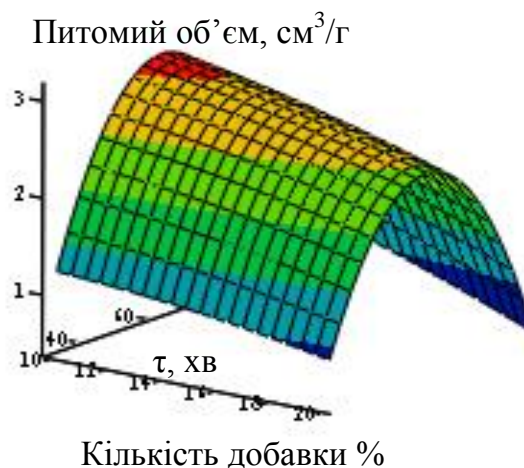
Таблиця 2.23 – Рівні чинників та інтервали їх варіювання

Рівень чинника	Чинники варіювання			
	У разі додавання спиртового екстракту ЗП		У разі додавання шроту ЗП	
	( $x_1$ ), %	( $x_2$ ), хв	( $x_1$ ), %	( $x_2$ ), хв
Нульовий рівень	6	60	15	60
Інтервал варіювання	2	30	5	30
Нижній рівень	4	30	10	30
Верхній рівень	8	90	20	90

За результатами аналізу математичної моделі встановлено, що для виробів із спиртовим екстрактом ЗП функція відгуку набуває максимального значення за таких рівнів чинників варіювання: дозування дослідної добавки ( $x_1$ ) – 4,0...6,4 % до маси борошна, тривалість дозрівання тіста ( $x_2$ ) – 55...65 хв (рис. 2.20).



(а)



(б)

**Рисунок 2.20 – Відгук математичних моделей технологічного процесу виготовлення хлібобулочних виробів опарним способом: (а) – з додаванням спиртового екстракту ЗП; (б) – зі шротом ЗП**

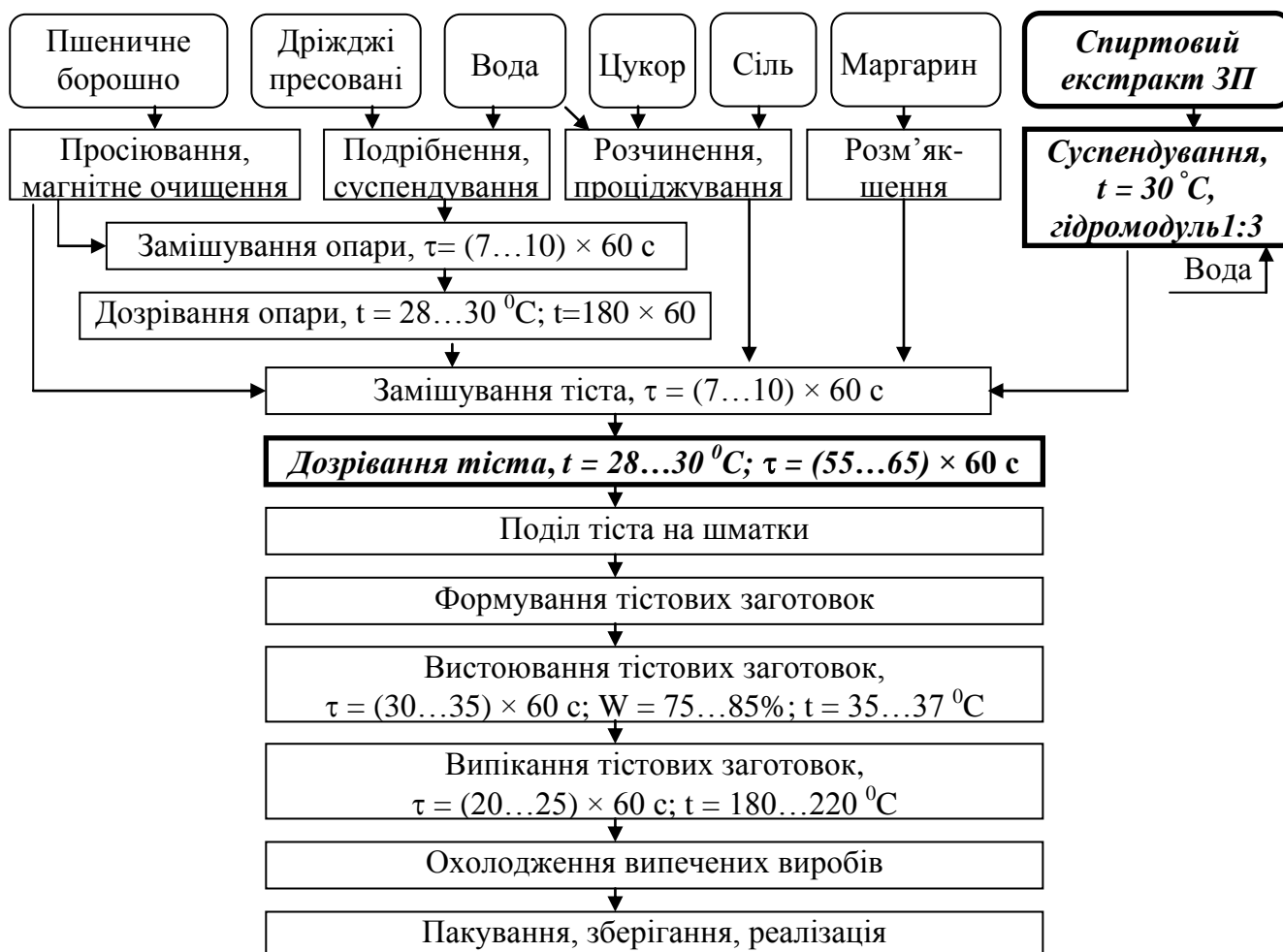
Кількість шроту ЗП у рецептурі для отримання готових виробів із максимально високим показником питомого об'єму хліба повинна знаходитися в межах 10,0...12,0%, а тривалість дозрівання тіста з цією добавкою – 60...70 хв.

З використанням отриманих даних нами запропоновано рецептури батону «Харківський» із вмістом спиртового екстракту ЗП 6,0% до маси борошна та батону «Сонячний» із вмістом шроту ЗП 10% від маси борошна (табл. 2.24).

**Таблиця 2.24 – Рецептури батону «Харківський» зі спиртовим екстрактом зародків пшениці та батону «Сонячний» зі шротом зародків пшениці**

Сировина	Витрати сировини, кг	
	«Харківський»	«Сонячний»
Борошно пшеничне вищого ґатунку	100,0	90,0
Шрот зародків пшениці	–	10,0
Спиртовий екстракт зародків пшениці	6,0	–
Цукор білий	3,5	3,5
Маргарин	3,5	3,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,5	1,5
Сіль харчова	1,5	1,5
<b>РАЗОМ:</b>	<b>116,0</b>	<b>110,0</b>

Технологічні схеми виробництва опарним способом батонів «Харківський» з додаванням спиртового екстракту ЗП та «Сонячний» з додаванням шроту ЗП наведені на рис. 2.21 та 2.22.

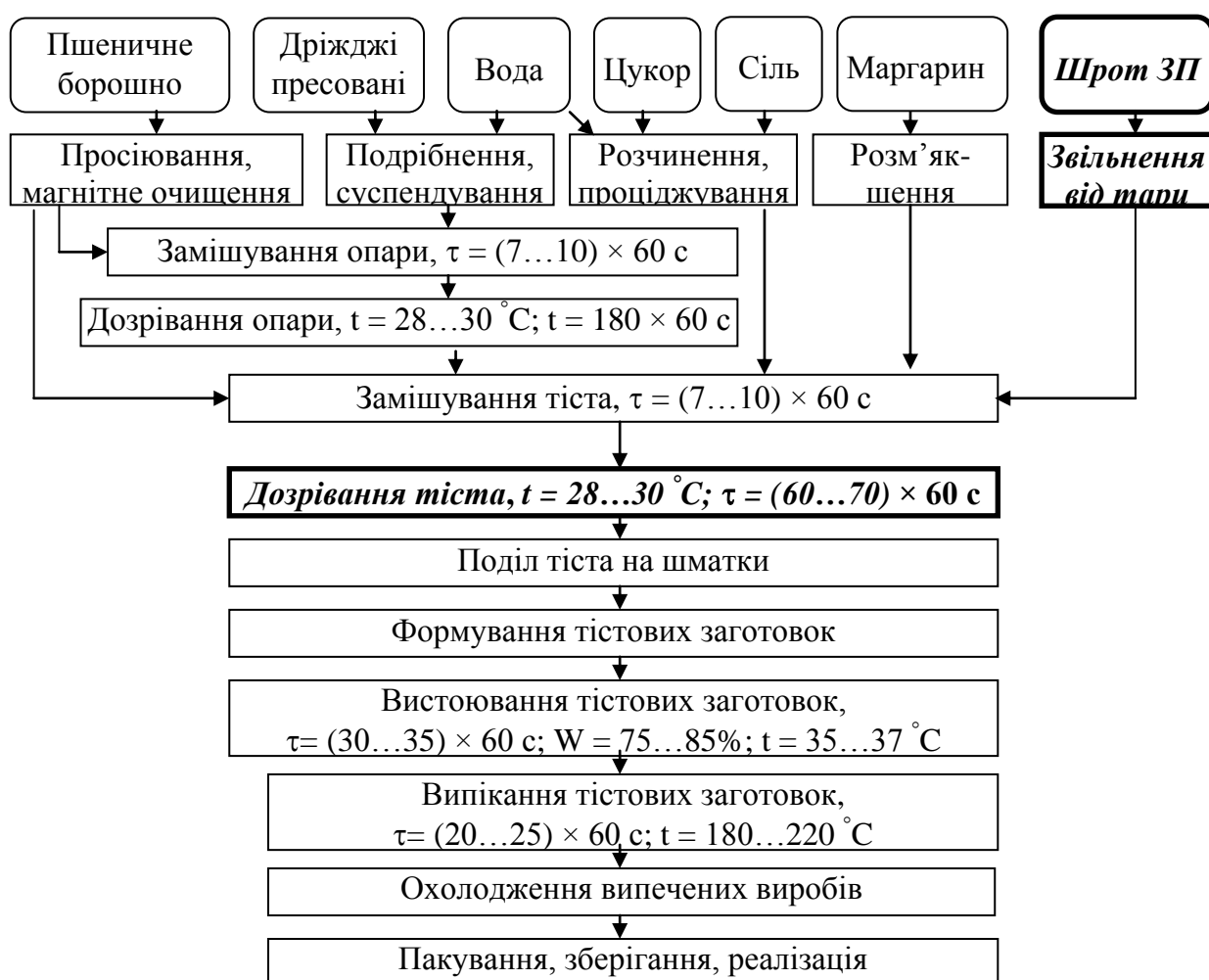


**Рисунок 2.21 – Технологічна схема виробництва батону «Харківський» опарним способом із додаванням спиртового екстракту ЗП**

Показники якості готових хлібобулочних виробів із продуктами переробки ЗП наведені в табл. 2.25.

З наведених даних видно, що батон «Харківський» із додаванням спиртового екстракту ЗП у кількості 6,0% до маси борошна відрізняється високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості. Наявність добавки в рецептурі надає виробам приємних присмаку та запаху, властивих дослідній добавці. Пористість м'якушки та питомий об'єм виробів із добавкою дещо перевищують показники контрольного зразка, виготовленого за традиційною технологією.

Результати дослідження якості батону «Сонячний» зі шротом ЗП у кількості 10,0% від маси борошна сприяє незначному зниженню пористості та питомого об'єму готових виробів, що дещо позначилося й на органолептичних показниках якості.



**Рисунок 2.22 – Технологічна схема виробництва батону «Сонячний» опарним способом з додаванням шроту ЗП**

Кислотність дослідних зразків батону на 13,3% вища порівняно з контрольним, що пояснюється вищою порівняно з пшеничним борошном



кислотністю добавки та інтенсифікацією кислотонакопичення в тісті за її присутності. Вихід хлібобулочних виробів із добавками збільшується порівняно з контрольним зразком: зі спиртовим екстрактом ЗП – на 5,0%, зі шротом ЗП – на 6,5%.

**Таблиця 2.25 – Показники якості батону «Харківський» та «Сонячний» з продуктами переробки зародків пшениці**

Найменування показників якості	Характеристика показників якості дослідних зразків		
	Батон без добавок (контроль)	Батон «Харківський» із додаванням 6% спиртового екстракту ЗП до маси борошна	Батон «Сонячний» з додаванням 10% шроту ЗП від маси борошна
<b>Органолептичні показники</b>			
Форма, стан поверхні	Правильна довгасто-овальна форма, не розпливчаста, без злипів, без підривів і тріщин, з надрізами		Правильна довгасто-овальна форма, не розпливчаста, без злипів, без підривів і тріщин, без надрізів
Колір скоринки	Світло-жовтий, з глянцем	Світло-коричневий, з глянцем	Коричневий, з глянцем
Стан м'якушки	Пропечена, еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною пористістю, без слідів непромісу		Пропечена, менш еластична м'якушка з добре розвинутою, однорідною пористістю, без слідів непромісу, з включеннями добавки
Смак та запах	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу, з легким приємним присмаком добавки	
<b>Фізико-хімічні показники</b>			
Кислотність, град	3,0±0,1	3,0±0,1	3,4±0,1
Вологість, %	40,4±1,0	40,0±1,0	41,8±1,0
Пористість, %	70,0±2,0	73,0±2,0	69,0 ±1,5
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	3,2±0,1	3,3±0,1	2,9±0,1

Узагальнену у даному розділі інформацію покладено в основу ТУ У 15.8-01566330-242:2010 «Вироби хлібобулочні з продуктами переробки зародків пшениці», які розроблено та затверджено в установленому порядку. Нові технології хлібобулочних виробів були апробовані та впроваджені на хлібопекарських виробництвах м. Харкова, Дніпропетровська, Сватова тощо.

## РОЗДІЛ 3

### СПОЖИВЧА ЦІННІСТЬ І КВАЛІМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ХЛІБА З ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ

Споживчу цінність хлібобулочних виробів із продуктами переробки ЗП оцінювали за їх харчовою та біологічною цінністю, перетравлюваністю білкових речовин хліба, збереженістю свіжості виробів протягом зберігання. Також визначали інтегральний показник якості виробів як узагальнюючу характеристику комплексного показника якості виробів та економічної ефективності від впровадження розробок у виробництво.

Експериментальні дослідження і розрахунки вищевказаних показників здійснювали на прикладі хліба «Духмяний» з додаванням спиртового екстракту ЗП та «Корисний» з шротом ЗП, виготовлених безопарним способом.

#### **3.1. Харчова, біологічна цінність та перетравлюваність хліба з продуктами переробки зародків пшениці**

Одними з важливих складових, що формують споживчу цінність хлібобулочних виробів, є їх харчова та біологічна цінність. Харчова цінність відображує здатність продукту забезпечувати фізіологічні потреби організму людини в енергії та поживних речовинах, а біологічна цінність характеризується збалансованістю за незамінними чинниками харчування – амінокислотним, вітамінним складом тощо [64].

Харчову та біологічну цінність хліба з продуктами переробки ЗП оцінювали за вмістом у ньому білка, вітамінів, харчових волокон, низькомолекулярних фенольних сполук і дубильних речовин. Для оцінки міри забезпечення добової потреби у біологічно активних і поживних речовинах визначали інтегральний скор у дослідних výroбах вітамінів, білка та харчових волокон. Біологічну цінність білків хліба з добавками визначали також за амінокислотним скором незамінних амінокислот [238–240].

Результати досліджень даних показників наведені у табл. 3.1 та 3.2.

З наведених у табл. 3.1 даних видно, що у хлібі «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП вміст вітаміну Е порівняно з контрольним зразком хліба без добавки збільшується в 1,5 разу, В<sub>1</sub> – у 2,5 разу, В<sub>6</sub> – у 1,5 разу, РР – у 1,8 разу.

Покриття добової потреби у цих вітамінах за споживання 277 г хліба зі спиртовим екстрактом ЗП зростає до 48,0; 37,0; 27,7 та 24,0% відповідно (табл. 3.2). Суттєвого збільшення вмісту білків та харчових волокон у хлібі «Духмяний» не спостерігається.

**Таблиця 3.1 – Вміст біологічно активних і поживних речовин у 100 г хліба з продуктами переробки зародків пшениці**

Найменування біологічно активних і поживних речовин	Вміст біологічно активних і поживних речовин у зразках хліба		
	Хліб без добавок (контроль)	Хліб «Духмяний» (з додаванням 8% спиртового екстракту ЗП до маси борошна)	Хліб «Корисний» (з додаванням 15% шроту ЗП від маси борошна)
Білок, %	7,6±0,2	8,0±0,2	11,0±0,3
Харчові волокна, %	0,100±0,002	0,200±0,005	2,600±0,100
Низькомолекулярні фенольні сполуки (за рутином), мг/100 г	2,8±0,1	63,5±2,0	21,6±1,0
Дубильні речовини, (за таніном), мг/100 г	1,80±0,05	42,20±1,50	14,20±0,50
Каротиноїди, мг/100 г	-	0,160±0,010	0,160±0,005
Вітаміни, мг/100 г,			
у т. ч. токоферол (E)	1,70±0,06	2,60±0,08	2,40±0,08
тіамін (B <sub>1</sub> )	0,080±0,002	0,200±0,005	0,100±0,005
піридоксин (B <sub>6</sub> )	0,080±0,004	0,200±0,010	0,180±0,004
ніацин (PP)	0,70±0,02	1,30±0,05	0,75±0,02

У хлібі «Корисний» зі шротом ЗП порівняно з контролем збільшується вміст білків у 1,4 разу, що забезпечує добову потребу в них на 55,4%.

**Таблиця 3.2 – Забезпечення добової потреби у вітамінах, харчових волокнах та білку при споживанні 277 г хлібобулочних виробів з продуктами переробки зародків пшениці**

Найменування біологічно активних і поживних речовин	Добова потреба	Забезпечення добової потреби у біологічно активних і поживних речовинах при споживанні 277 г хліба, %		
		Хліб без добавок (контроль)	Хліб «Духмяний» (з додаванням 8% спиртового екстракту ЗП до маси борошна)	Хліб «Корисний» (з додаванням 15% шроту ЗП від маси борошна)
Білок, %	55,0	38,3±1,5	40,3±1,5	55,4±1,7
Харчові волокна, %	20,0	1,40±0,05	2,80±0,10	37,0±1,50
Каротиноїди, мг/100 г,	5,0	-	8,9±0,2	8,9±0,2
Вітаміни, мг/100 г,				
у т. ч. токоферол (E)	15,0	31,4±1,0	48,0±1,7	44,3±1,6
тіамін (B <sub>1</sub> )	1,5	14,7±0,5	37,0±1,5	18,5±0,8
піридоксин (B <sub>6</sub> )	2,0	11,1±0,4	27,7±1,0	25,0±1,0
ніацин (PP)	15,0	13,0±0,5	24,0±0,9	14,0±0,5

Кількість вітаміну Е у хлібі за додавання шроту ЗП підвищується у 1,4 разу, а В<sub>6</sub> – у 2,2 разу, що забезпечує добову потребу в них на 44,3 і 25,0% відповідно. Вміст харчових волокон у хлібі «Корисний» збільшується до 2,6%, що дозволяє вважати його ефективним джерелом цих речовин – за споживання 277 г хліба «Корисний» забезпечується 37,0% добової потреби в харчових волокнах.

Також хлібобулочні вироби з дослідними добавками збагачуються на каротиноїди, і, незважаючи на те, що інтегральний скор їх незначний, таке збагачення є вагомим із тих позицій, що хліб без добавок не містить каротиноїдів взагалі.

Слід зазначити, що розроблені вироби характеризуються підвищеним вмістом низькомолекулярних фенольних сполук, дубильних речовин, що мають антиоксидантні властивості.

Також вважали за необхідне дослідити біологічну цінність білків хліба з дослідними добавками за амінокислотним скором незамінних амінокислот. Результати дослідження наведені в табл. 3.3.

Аналіз амінокислотного скору білкових речовин зразків хліба з дослідними добавками дав привід стверджувати, що хліб «Корисний» зі шротом ЗП порівняно з контрольним зразком характеризується дещо зниженим скором ізолейцину та триптофану, метіоніну та цистину та підвищеним скором треоніну.

**Таблиця 3.3 – Біологічна цінність хлібобулочних виробів з продуктами переробки зародків пшениці**

Найменування амінокислоти	Амінокислотний скор, %		
	Контрольний зразок	Хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП	Хліб «Корисний» зі шротом ЗП
Ізолейцин	97,0 ±3,5	98,0±3,0	93,8±3,4
Лейцин	103,0±4,0	103,2±4,0	102,3±4,0
Лізін	39,5±1,0	40,0±1,0	68,2±2,8
Метіонін+цистин	118,0±4,0	116,7±4,0	100,0±4,0
Фенілаланін+тирозин	126,0±4,0	126,8±4,0	125,4±4,0
Треонін	70,0±3,0	71,0±3,0	82,8±3,3
Триптофан	109,0±4,0	110,3±4,0	91,0±3,6
Валін	86,8±3,0	97,4±2,5	88,4±3,4

Проте найбільші зміни спостерігаються в амінокислотному скорі лізину, який є лімітуючою амінокислотою у пшеничному хлібі. Його величина збільшується відносно контролю більше ніж у 1,7 разу, що свідчить про підвищення біологічної цінності білків хліба зі шротом ЗП. Амінокислотний скор білків хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП знаходиться на рівні контрольного зразка.

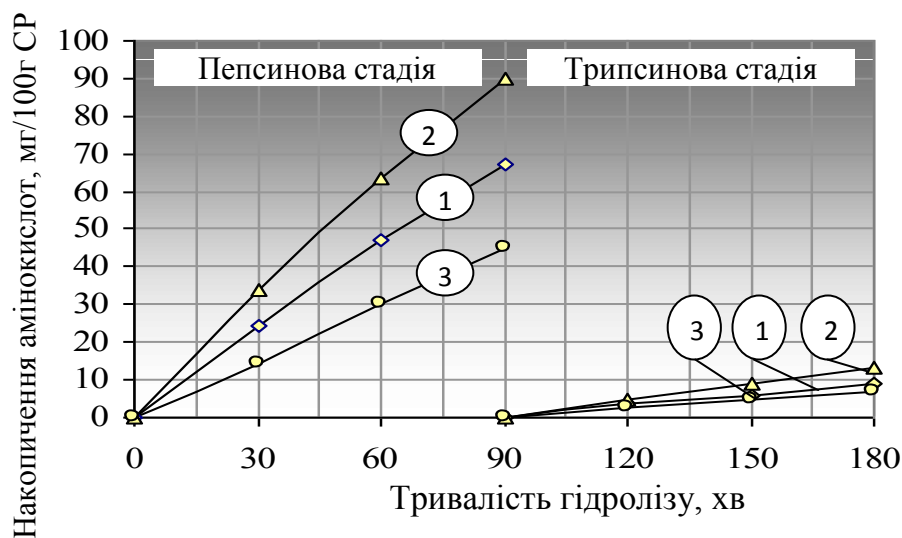
Отже, результати визначення біологічної та харчової цінності хліба з дієтичними добавками із зародків пшениці дозволяють характеризувати хліб із додаванням спиртового екстракту ЗП як ефективне джерело вітамінів та фенольних сполук, а хліб зі шротом ЗП, разом з цим, відрізняється високим вмістом харчових волокон, а також білка з підвищеним вмістом лізину.

Харчова та біологічна цінність білка хліба визначається не тільки його вмістом у продуктах, але й ступенем засвоюваності організмом людини.

У зв'язку з цим, наступним етапом дослідження було вивчення інтенсивності гідролізу білкових речовин дослідних зразків хліба пепсином і трипсином *in vitro*.

Про інтенсивність перетравлюваності білків судили за приростом у середовищі кількості кінцевих продуктів ферментативного гідролізу білкових речовин – вільних амінокислот.

Результати експериментальних досліджень наведені на рис. 3.1.



**Рисунок 3.1 – Кількість накопичених вільних амінокислот під час гідролізу *in vitro* білків хліба: 1 – хліб без добавок (контроль); 2 – хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП; 3 – хліб «Корисний» з шротом ЗП**

Установлено, що додавання спиртового екстракту та шроту ЗП по-різному впливає на ступінь ферментативного гідролізу білків дослідних зразків хліба порівняно з хлібом без добавок як на пепсинової стадії, так і на трипсинової. Кількість накопичених вільних амінокислот під час ферментативного гідролізу білків хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП на пепсинової стадії перевищує значення контрольного зразка на 30,0%, а на трипсинової – на 48,6%. Це, на наш погляд, можна пояснити покращенням структурно-механічних властивостей м'якушки хліба з добавкою, що робить білки хліба більш доступними для дії травних ферментів.

Ступінь засвоюваності білка хліба «Корисний» зі шротом ЗП була нижчою, ніж у контрольного зразка, на 33,0% на пепсиновій стадії та на 5,4% на трипсиновій. Ймовірно, зниження ступеня перетравлювальності білків хліба зі шротом ЗП зумовлено наявністю в ньому значної кількості харчових волокон, які ускладнюють доступ протеолітичних ферментів до субстрату за рахунок утворення білок-полісахаридних комплексів [139]. Ці результати узгоджуються з даними літературних джерел щодо дослідження перетравлюваності білків хлібобулочних виробів із високим вмістом харчових волокон [141; 187].

Таким чином, хлібобулочні вироби з продуктами переробки ЗП можна вважати виробами підвищеної харчової та біологічної цінності. Їх можна рекомендувати для масового споживання, а також у раціонах для оздоровчого та лікувально-профілактичного харчування.

### **3.2. Дослідження процесів черствіння хліба з продуктами переробки зародків пшениці**

Вагомим показником споживчих властивостей хліба є його свіжість. Під час зберігання хліба відбувається його черствіння, яке супроводжується втратою м'якості і підвищенням крихкості м'якушки, зниженням її еластичності та зменшенням вологості. Згідно з сучасними уявленнями про причини зміни якості хлібобулочних виробів під час зберігання, черствіння хліба зумовлено складним комплексом процесів ретроградації крохмалю, денатурації білкових речовин, а також зміною форм зв'язку і перерозподілу вологи між ними [64].

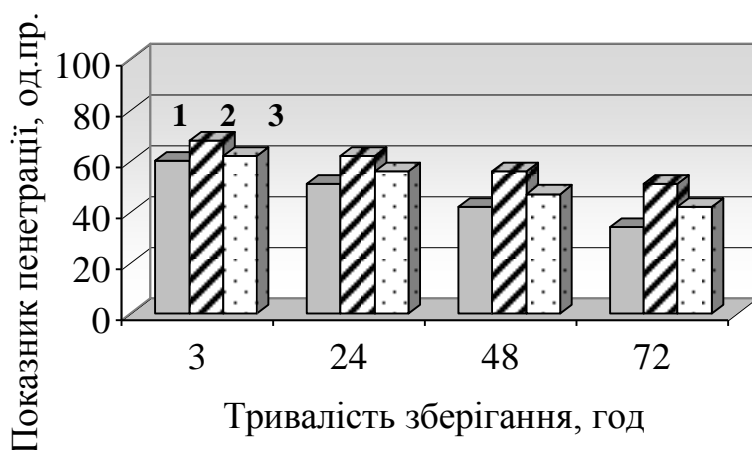
Хлібобулочні вироби після повного остигання (через 3 год після випікання) запаковували у поліетиленову плівку і зберігали за температури 18...20<sup>0</sup> С та відносної вологості повітря 65...70% протягом 72 год.

Про збереженість свіжості хліба «Духмяний» та «Корисний» з дослідними добавками судили за зміною показників penetрації, вологості, намочуваності та кришкуватості їх м'якушки протягом 72 год зберігання.

Для оцінки зміни структурно-механічних властивостей м'якушки хліба в процесі зберігання використовували лабораторний пенетрометр «Labor», принцип дії якого ґрунтується на визначенні глибини вільного занурення індентора в м'якушку хліба. Результати експериментальних досліджень наведені на рис. 3.2.

Як видно з наведених на рисунку даних, початкове значення показника penetрації м'якушки у хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП на 13,3% вище, ніж у контрольного зразка і хліба «Корисний» зі шротом ЗП. Протягом усього експерименту величина цього показника хліба зі спиртовим екстрактом ЗП знижувалася менш інтенсивно порівняно з іншими зразками, і після 72 год зберігання у хліба «Духмяний» вона знизилася на 25,0% відносно початкового значення, у хліба «Корисний» – на 32,2%, а у контрольного зразка – аж на 43,3%. Слід зазначити, що показник penetрації м'якушки хліба «Духмяний» і

«Корисний» після закінчення експерименту був близький до такого в контрольного зразка після 24 і 48 год зберігання.



**Рисунок 3.2 – Зміна показника penetрації м'якушки хліба протягом зберігання: 1 – хліб без добавок (контроль), 2 – хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП; 3 – хліб «Корисний» зі шротом ЗП**

Паралельно з визначенням показника penetрації хліба вважали за необхідне дослідити ступінь втрати вологи м'якушки хліба в процесі зберігання (табл. 3.4).

Дані таблиці свідчать, що вологість усіх зразків хліба після охолодження майже однакова, але протягом усього експерименту процес усихання контрольного зразка перебігає більш інтенсивно.

**Таблиця 3.4 – Зміна вологості хліба з продуктами переробки зародків пшениці під час зберігання**

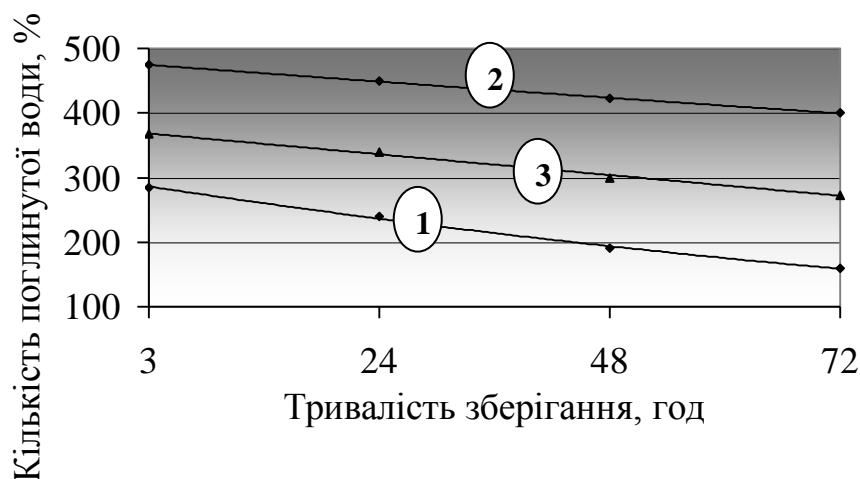
Зразки хлібобулочних виробів	Вологість хліба протягом зберігання, %			
	3 год	24 год	48 год	72 год
Хліб без добавок (контроль)	43,0±1,2	41,4±1,1	40,3±1,0	37,5±1,0
Хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП	43,0±1,2	42,0±1,1	41,2±1,1	40,0±1,1
Хліб «Корисний» зі шротом ЗП	43,9±1,3	42,5±1,2	41,6±1,2	39,4±1,0

Втрата вологи контрольним зразком за період експерименту становила 12,8%, тоді як втрати вологи дослідних зразків були нижчими – 7,0% у хлібі «Духмяний» та 10,2% у хлібі «Корисний».

Як відомо, черствіння виробів супроводжується також змінами гідрофільних властивостей м'якушки: різко знижується здатність м'якушки до набрякання і поглинання води та зменшується кількість зв'язаної вологи [234].

Дослідження зміни показника намочуваності хліба з дослідними добавками проводили, як і в попередніх дослідженнях, протягом 72 год. Отримані результати наведені на рис. 3.3.

З наведених даних видно, що показник намочуваності хліба «Духмяний» уже після трьох годин зберігання на 66,0% вище, ніж у контрольного зразка, а у хліба «Корисний» – на 28,0% відповідно.



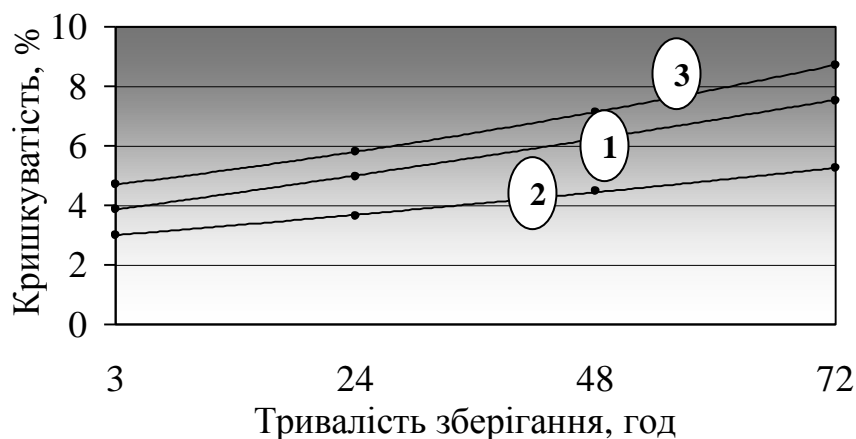
**Рисунок 3.3 – Зміна кількості поглинутої води м'якушкою хліба:  
1 – хліб без добавок (контроль); 2 – хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП; 3 – хліб «Корисний» зі шротом ЗП**

На кінець експерименту показник намочуваності контрольного зразка відносно свого початкового значення зменшився на 43,0%, тоді як у хлібі «Духмяний» та «Корисний» – лише на 15,6 та 25,6%.

Завершальним етапом дослідження змін, що перебігають у хлібобулочних виробках з продуктами переробки ЗП під час зберігання, було визначення їх кришкуватості (рис. 3.4).

З рисунку видно, що вже на початку експерименту кришкуватість м'якушки дослідних зразків хліба зі спиртовим екстрактом ЗП менша, ніж у контрольного зразка, за рахунок більшої її еластичності. Початкова кришкуватість зразків хліба зі шротом ЗП, навпаки, вища у зв'язку із зниженням у тістовій системі частки крохмалю та клейковинних білків і підвищенням вмісту харчових волокон. Проте величина цього показника протягом зберігання дослідних зразків змінюється менш інтенсивно. Так, на кінець експерименту кришкуватість м'якушки контрольного зразка хліба збільшилася порівняно з початковим значенням у 1,9 разу, тоді як значення показника кришкуватості хліба «Духмяного» зросло в 1,7 разу, а хліба «Корисний» – у 1,8 разу.





**Рисунок 3.4 – Зміна кришкуватості м'якушки хліба: 1 – хліб без добавок (контроль); 2 – хліб «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП; 3 – хліб «Корисний» зі шротом ЗП**

Кращу збереженість свіжості дослідних зразків хліба можна пояснити більш інтенсивним ферментативним гідролізом крохмалю в тісті за наявності добавок, що, як відомо, приводить до затримки процесу його ретроградації під час зберігання виробів [64].

Крім того, збільшення кількості клейковини, покращення її гідратаційної здатності в разі додавання спиртового екстракту ЗП та підвищення вмісту в тісті високогідрофільних харчових волокон за додавання шроту ЗП приводить до підвищення гідрофільності тіста і, ймовірно, до зменшення кількості в ньому вільної води.

Таким чином, внесення продуктів переробки ЗП сприяє кращому зберіганню свіжості хліба порівняно з хлібом без добавок.

### **3.3. Кваліметрична оцінка якості хліба з продуктами переробки зародків пшениці**

Під час визначення інтегральної оцінки якості нової продукції враховували значення комплексного показника якості та показника економічної ефективності від впровадження. Розрахунки комплексного та інтегрального показників якості нового продукту проводили згідно з використанням принципів кваліметрії.

#### **3.3.1 Розрахунок комплексного показника якості хліба з продуктами переробки зародків пшениці**

Для розрахунку комплексного показника якості хліба «Духмяний» із додаванням спиртового екстракту ЗП та хліба «Корисний» зі шротом ЗП було

побудовано усікнене «дерево властивостей», яке містить органолептичні, фізико-хімічні показники якості, а також показники біологічної, харчової цінності та економічної ефективності.

Згідно з побудованим для оцінки якості хлібобулочних виробів «деревом властивостей» (рис. 3.5) до групи А, що характеризує органолептичні властивості продукту, відносяться зовнішній вигляд та форма виробу, стан м'якушки, колір скоринки, смак та запах.

До групи властивостей В, яка визначається фізико-хімічними показниками, включено вологість, кислотність, пористість виробів та їх питомий об'єм. Група властивостей С об'єднує групу показників, які характеризують хімічний склад готових виробів, – вміст вітамінів Е, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, каротиноїдів, харчових волокон та білка.

<b>ЯКІСТЬ ПРОДУКТУ</b>	<b>Комплексний показник</b>	<b>РА</b> Органолептичні показники	Pa1	Зовнішній вигляд та форма		
			Pa2	Стан м'якушки		
			Pa3	Колір скоринки		
			Pa4	Смак		
			Pa5	Запах		
		<b>РВ</b> Фізико-хімічні показники	Pb1	Вологість		
			Pb2	Кислотність		
			Pb3	Пористість		
			Pb4	Питомий об'єм		
		<b>РС</b> Біологічна і харчова цінність	Pc1	Вміст вітаміну Е		
			Pc2	Вміст вітаміну В <sub>1</sub>		
			Pc3	Вміст вітаміну В <sub>6</sub>		
			Pc4	Вміст каротиноїдів		
			Pc5	Вміст харчових волокон		
			Pc6	Вміст білка		
		<b>Економічна ефективність</b>				

**Рисунок 3.5 – «Дерево властивостей» для хліба з продуктами переробки ЗП**

Для обраного кола властивостей визначали необхідні показники якості та виражали їх через абсолютні показники P<sub>i</sub>.

Обчислення групового показника властивостей групи А (органолептичні) здійснювали з використанням 50-бальної шкали оцінювання, а для груп В, С брали значення базових показників, виміряні за допомогою стандартних методик із визначенням базового. Переведення отриманих абсолютних значень у відносні безрозмірні величини для органолептичних властивостей здійснено за відношенням до їх базових значень (формула 3.1).

$$q = P_i / P_{\text{баз}} . \quad (3.1)$$

Для показників групи В та С за базовий брали максимальне значення того чи іншого показника (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Базові показники для властивостей груп А та В

Група властивостей	Показник	Одиниці вимірювання	Значення базового показника
В	Pb <sub>1</sub>	%	40,0
	Pb <sub>2</sub>	град	2,8
	Pb <sub>3</sub>	%	72,0
	Pb <sub>4</sub>	см <sup>3</sup> /Г	3,2
С	Pb <sub>1</sub>	мг/100 г	2,6
	Pb <sub>2</sub>	мг/100 г	0,2
	Pb <sub>3</sub>	мг/100 г	0,17
	Pb <sub>4</sub>	мг/100 г	1,3
	Pb <sub>5</sub>	мг/100 г	2,67
	Pb <sub>6</sub>	мг/100 г	15,4

Результати переведення абсолютних показників якості у відносні безрозмірні величини наведено в табл. 3.6.

Визначення внутрішньогрупових та міжгрупових коефіцієнтів вагомості проводилося експертним методом.

Таблиця 3.6 – Визначення відносних показників якості зразків

Одиниці вимірювання	K <sub>i</sub> -ті показники якості				Відносні показники якості			
	код	конт- роль	зразок № 1	зразок № 2	код	конт- роль	зразок № 1	зразок № 2
Бали	РА <sub>1</sub>	46	50	46	КА <sub>1</sub>	0,91	1,0	0,91
Бали	РА <sub>2</sub>	48	48	45	КА <sub>2</sub>	0,96	0,96	0,90
Бали	РА <sub>3</sub>	48	50	48	КА <sub>3</sub>	0,96	1,0	0,96
Бали	РА <sub>4</sub>	48	48	47	КА <sub>4</sub>	0,96	0,96	0,94
Бали	РА <sub>5</sub>	47	50	47	КА <sub>5</sub>	0,94	1,0	0,94
%	РВ <sub>1</sub>	40,0	39,0	40,0	КВ <sub>1</sub>	1,0	0,98	1,0
Град	РВ <sub>2</sub>	2,3	2,5	2,8	КВ <sub>2</sub>	0,82	0,89	1,0
%	РВ <sub>3</sub>	70,0	72,0	70,0	КВ <sub>3</sub>	0,97	1,0	0,97
см <sup>3</sup> /Г	РВ <sub>4</sub>	3,0	3,2	2,8	КВ <sub>4</sub>	0,94	1,0	0,88
мг/100 г	РС <sub>1</sub>	1,7	2,6	2,3	КС <sub>1</sub>	0,65	1,0	0,89
мг/100 г	РС <sub>2</sub>	0,085	0,2	0,1	КС <sub>2</sub>	0,43	1,0	0,5
мг/100 г	РС <sub>3</sub>	0,13	0,17	0,16	КС <sub>3</sub>	0,77	1,0	0,94
мг/100 г	РС <sub>4</sub>	-	1,3	1,1	КС <sub>4</sub>	-	1,0	0,85
мг/100 г	РС <sub>5</sub>	0,1	0,1	2,67	КС <sub>5</sub>	0,04	0,04	1,0
мг/100 г	РС <sub>6</sub>	7,7	12,2	15,4	КС <sub>6</sub>	0,5	0,8	1,0

У цьому випадку використання експертного методу, який засновано на усередненій думці спеціалістів, вважається доцільним, оскільки визначення вагомості досліджуваних показників не можна підрахувати жодним із рахункових шляхів. Для розрахунку використовували таку формулу:

$$a_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n a_{ij} ; \quad (3.2)$$

де  $a_i$  – середнє арифметичне значення коефіцієнта вагомості  $i$ -го показника якості;

$n$  – число показників якості продукції;

$N$  – число експертів;

$a_{ij}$  – параметри вагомості  $K_i$ -го показника, подані  $j$ -м експертом.

Експертною групою співробітників Харківського державного університету харчування та торгівлі визначено внутрішньогрупові та міжгрупові коефіцієнти вагомості кожного показника якості з дотриманням такої умови:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1 , \quad (3.3)$$

де  $M_i$  – коефіцієнт вагомості  $K_i$ -го показника;

$n$  – число показників якості продукції в окремій групі.

Дані розрахункових внутрішньогрупових коефіцієнтів вагомості для властивостей хлібобулочних виробів наведені в табл. 3.7.

**Таблиця 3.7 – Коефіцієнти вагомості показників якості для окремих груп властивостей хлібобулочних виробів**

Групи	Коефіцієнти вагомості					
	Для властивостей груп А	МА <sub>1</sub>	МА <sub>2</sub>	МА <sub>3</sub>	МА <sub>4</sub>	МА <sub>5</sub>
0,2		0,2	0,2	0,2	0,20	
Для властивостей груп В	МВ <sub>1</sub>	МВ <sub>2</sub>	МВ <sub>3</sub>	МВ <sub>4</sub>		
	0,15	0,15	0,35	0,35		
Для властивостей груп С	МС <sub>1</sub>	МС <sub>2</sub>	МС <sub>3</sub>	МС <sub>4</sub>	МС <sub>5</sub>	МС <sub>6</sub>
	0,2	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15

Наступним кроком був розрахунок групової оцінки (К) якості зразків хлібобулочних виробів для кожної групи властивостей.

Для групи властивостей А:

$$Ka_0 = (Ma_1 \times qa_1) + (Ma_2 \times qa_2) + (Ma_3 \times qa_3) + (Ma_4 \times qa_4) + (Ma_5 \times qa_5).$$

Для групи властивостей В:

$$Kb_0 = (Mb_1 \times qb_1) + (Mb_2 \times qb_2) + (Mb_3 \times qb_3) + (Mb_4 \times qb_4).$$

Для групи властивостей С:

$$Kc_0 = (Mc_1 \times qc_1) + (Mc_2 \times qc_2) + (Mc_3 \times qc_3) + (Mc_4 \times qc_4) + (Mc_5 \times qc_5) + (Mc_6 \times qc_6).$$

Для визначення комплексного показника якості досліджених зразків визначали коефіцієнти вагомості для окремих груп властивостей (табл. 3.8).

**Таблиця 3.8 – Міжгрупові коефіцієнти вагомості для хлібобулочних виробів**

Групи показників	Ma <sub>0</sub>	Mb <sub>0</sub>	Mc <sub>0</sub>
Коефіцієнт вагомості	0,3	0,3	0,4

Комплексну оцінку якості досліджуваних зразків визначали за формулою:

$$K_0 = \sum M_i (m_i q_i), \quad (3.4)$$

де  $M_i$  – міжгрупові коефіцієнти вагомості ;

$m_i$  – коефіцієнти вагомості окремих показників якості;

$q_i$  – відносні показники якості.

Результати визначень комплексної оцінки якості досліджуваних зразків хлібобулочних виробів наведено на рис. 3.6.

За шкалою оцінки розподіляються таким чином:

Дуже добре – 1,00...0,80

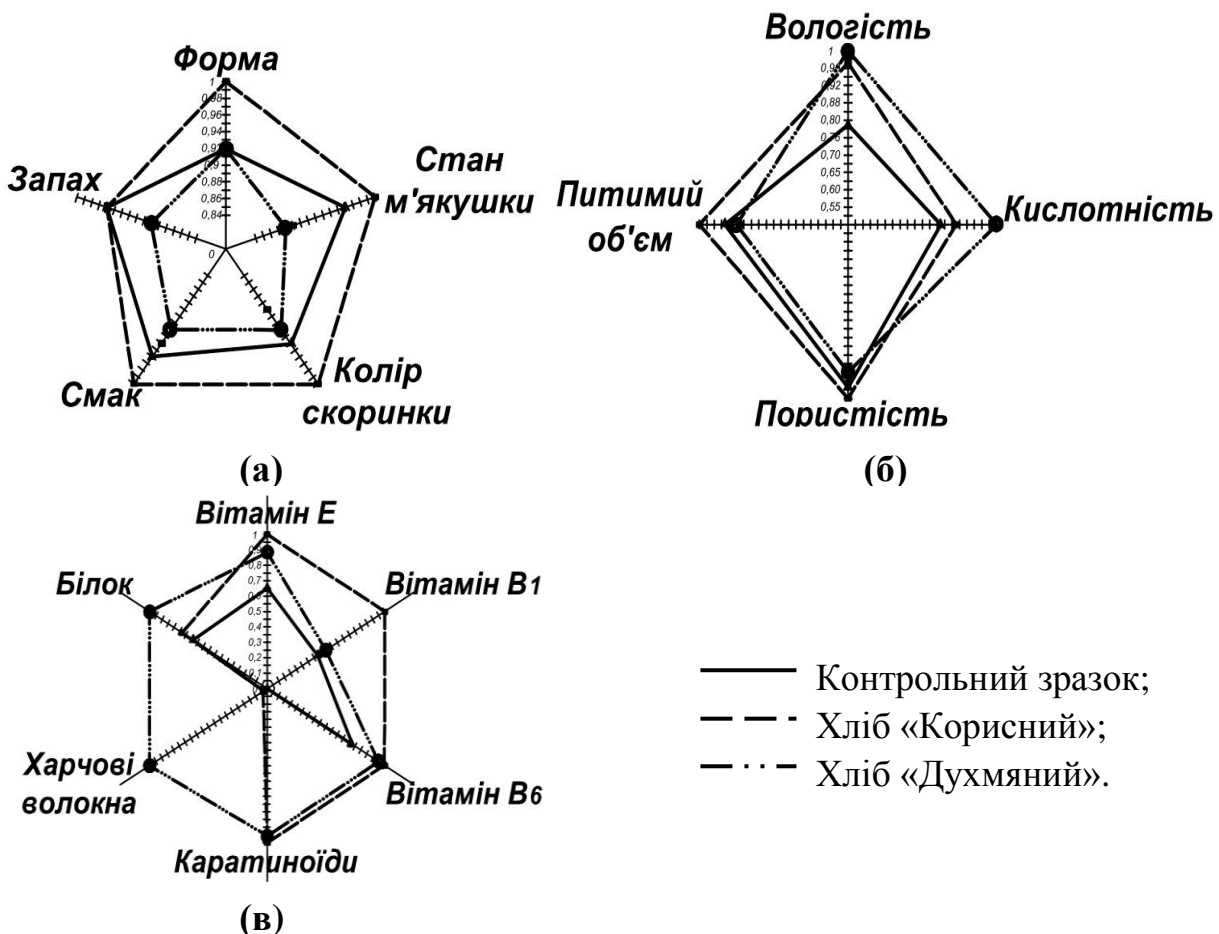
Добре – 0,80...0,63

Задовільно – 0,63...0,37

Погано – 0,37...0,20

Дуже погано – 0,20...0,00

З урахуванням групових показників окремих властивостей отримано моделі якості дослідних зразків хліба з дієтичними добавками за органолептичними, фізико-хімічними показниками якості та їх харчовою цінністю (рис. 3.6).



**Рисунок 3.6 – Профілі досліджуваних зразків хліба за даними органолептичних показників (а), фізико-хімічних показників якості (б) та харчової цінності (в) хлібобулочних виробів**

З отриманих результатів видно, що комплексна оцінка якості контрольного зразка відповідає показнику «добре» (0,67), тоді як комплексні оцінки дослідних зразків із дієтичними добавками із зародків пшениці вищі і становлять 0,93 – для хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП та 0,9 – для хліба «Корисний» зі шротом ЗП.

### **3.3.2. Розрахунок економічної ефективності від впровадження нових технологій хліба з продуктами переробки зародків пшениці**

Конкурентоспроможність підприємства є однією з найважливіших категорій ринкової економіки, оскільки характеризує можливість та ефективність його адаптації до умов ринкового середовища з метою збереження та створення нових конкурентних переваг. Забезпечення конкурентоспроможності підприємства тісно пов'язано з конкурентоспроможністю продукції і є можливим тільки за умов упровадження інновацій.

Інноваційна спрямованість розвитку сучасного виробництва взаємопов'язана зі створенням як принципово нових технологій, так і нових продуктів, які мають унікальні якісні характеристики та спроможні задовольняти різноманітні потреби населення, що постійно змінюються. Створення нових продуктів на базі національних технологій не тільки розширює асортимент продовольчого ринку України, а й сприяє підвищенню економічної безпеки держави.

Виробництво та використання нових продуктів супроводжується підвищенням економічної ефективності, джерелами якої можуть бути:

- більш низькі витрати на виробництво та реалізацію продукції, що надає можливість знизити кінцеві ціни;
- підвищення обсягів продажу як за рахунок більш низьких цін, так і за рахунок вищих якісних характеристик продуктів;
- зростання прибутку як за рахунок збільшення обсягів реалізації, так і в результаті зниження поточних витрат.

Для виявлення доцільності широкого впровадження технології виробництва хлібобулочних виробів з продуктами переробки ЗП необхідно зіставити майбутні вигоди та витрати, пов'язані з виробництвом.

Оскільки технологія виробництва хлібобулочних виробів з продуктами переробки ЗП не передбачає принципових відмінностей від традиційної, окрім змінення складу сировини за рахунок введення дієтичних добавок та скорочення тривалості повного циклу приготування хліба, то розрахунки собівартості можуть бути виконані за збільшеними показниками. Витрати за статтю «Сировина і матеріали» визначали прямим підрахунком. Витрати за іншими статтями собівартості визначали відносно до вартості сировини та матеріалів, використовуючи їх рівні, які склалися при виробництві продуктів-аналогів, та враховуючи різну динаміку постійних і змінних витрат відносно до змін обсягу виробництва.

Вартість сировини для виробництва 1 кг хліба з дослідними добавками є вищою порівняно із сировиною для виготовлення хліба за традиційною рецептурою. Так, використання спиртового екстракту ЗП збільшує вартість сировини у 2,5 разу, а шроту ЗП – на 10,4%.

Ціна хліба «Духмяний» із використанням спиртового екстракту ЗП є вищою ніж ціна хліба за традиційною рецептурою, на 69,8% за рахунок саме вартості цієї добавки. Ціна хліба «Корисний» із додаванням шроту ЗП – вище на 1,6%. Проте розбіжності між цінами є менш значними, ніж між вартістю сировини на виробництво хлібобулочних виробів за рахунок незмінності інших виробничих та комерційних витрат.

Відсутність виробів-аналогів і більш високі якісні параметри запропонованої продукції порівняно з існуючою традиційною рецептурою дозволяють прогнозувати декілька варіантів ціни реалізації залежно від стратегії в ціновій політиці (табл. 3.11).

**Таблиця 3.11 – Відпускна ціна на нові хлібобулочні вироби при різних цілях і видах цінової політики**

Варіанти відпускних цін	Контрольний зразок	Хліб «Духмяний»	Хліб «Корисний»
Собівартість 1 кг хліба	3,78	6,42	3,85
<i>1-й варіант:</i> Ціна з урахуванням рівня рентабельності, що склався (8,2%), у т.ч. прибуток у складі ціни	4,91 0,31	8,34 0,53	4,99 0,32
<i>2-й варіант:</i> Ціна, скоригована на коефіцієнт якості Комплексний показник якості Коефіцієнт співвідношення якісних характеристик Прибуток у складі ціни	4,91 0,67 1,00 0,31	6,87 0,93 1,40 -	6,58 0,90 1,34 1,63
<i>3-й варіант:</i> Ціна на основі методу змінних витрат, у т.ч. прибуток у складі ціни	4,91* 0,31	7,25 0,46	3,93 0,90

\* ціна розрахована на основі повних витрат

Перший варіант відпускних цін виробників розраховано, виходячи з рівня рентабельності продукції – 8,2%. Він забезпечує виробникам нових продуктів конкурентні переваги порівняно з продуктами-аналогами за рахунок якісних параметрів. Така цінова політика на стадії виведення товарів на ринок є агресивною та орієнтується на рівень рентабельності, що склався в даному сегменті ринку. Проте реалізація хліба «Духмяний» за ціною, яка є вищою майже на 70% порівняно з традиційним хлібом, може стикнутися з обмеженим попитом.

У розрахунках за другим варіантом ураховано співставлення якісних характеристик продукції, що пропонується, та традиційної. Споживачі сприймають підвищення рівня якості як відповідне підвищення ціни, що дозволяє виробнику відповідним чином регулювати рівень цін. Проведені дослідження та розрахунки комплексного показника якості дозволяють за допомогою коефіцієнта співставлення якісних характеристик визначити рівень відмінностей між новою продукцією та аналогами.

Відомо, що попит є еластичним як від якості, так і від ціни. Тому ціну на хліб за традиційною рецептурою скориговано на відповідний коефіцієнт. За цим варіантом ціна хліба «Духмяний» після сплати податку на додану вартість забезпечує відшкодування витрат та отримання прибутку. А ціна хліба «Корисний» з урахуванням якості забезпечує достатньо високий рівень рентабельності – 42,3% проти 8,2% за першим варіантом.

Одним із джерел економічного ефекту за цим варіантом цінової політики, як і за попереднім, є підвищення виходу продукції відповідно на 4,3% та 7,3%. Додатковим джерелом економічного ефекту при розрахунках співвідношень «ціна – якість» є зростання обсягу продажу у зв'язку з еластичністю попиту.



Третій варіант відпускних цін на хлібопродукти розраховано на основі методу змінних витрат, за яким до розрахунків ціни включають тільки змінні витрати та прибуток. Ціну на хліб за традиційною рецептурою визначали методом повних витрат, оскільки вона є діючою і використовується порівняльна база. За даним варіантом ціна хліба «Духмяний» на 47,0% вище, ніж традиційного, а хліба «Корисний» на 46,0% нижче. Така цінова політика може використовуватися на стадії виведення товару на ринок, але за умови, що постійні витрати покриваються за рахунок доходу від реалізації інших продуктів, що виготовляються.

Таким чином, розрахунок економічного ефекту від впровадження удосконалених технологій визначив збільшення повних витрат на виробництво 1 кг хліба «Духмяний» та «Корисний» на 3,43 та 0,08 грн відповідно, проте зростання обсягу їх реалізації за рахунок високої споживчої цінності призведе до збільшення прибутку у 1,5 і 3,1 рази відповідно.

### 3.3.3. Розрахунок інтегрального показника якості хліба з продуктами переробки зародків пшениці

На підставі даних про групові показники якості розраховані комплексні показники, які разом із даними економічної ефективності використано для розрахунку інтегрального показника виробів.

Оскільки метою нашої роботи є розробка технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності з високими споживчими властивостями, то підчас визначення коефіцієнтів вагомості для комплексного показника якості та економічної ефективності більшої значущості надаємо саме комплексному показнику якості, який вміщує в собі як органолептичні, фізико-хімічні показники якості хліба, так і дані його біологічної та харчової цінності. Для комплексного показника якості коефіцієнт вагомості дорівнює 0,7, а для показника економічної ефективності – 0,3.

Для визначення відносного показника для економічної ефективності були використані дані відпускної ціни за 1 кг хлібобулочних виробів, де ціна 1 кг хліба без добавки становить 4,91 грн, хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП – 8,34 грн, хліба «Корисний» зі шротом ЗП – 4,99 грн. Як базовий показник було використано ціну хліба без добавки. З урахуванням отриманих даних інтегральна оцінка для хлібобулочних виробів наведена в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Результати інтегрального показника якості розроблених хлібобулочних виробів

Найменування показника (коефіцієнт вагомості)	Значення показника хліба		
	без добавки	«Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП	«Корисний» зі шротом ЗП
Комплексний показник якості (0,7)	0,67	0,93	0,90
Економічна ефективність (0,3)	1,0	0,58	0,98
<b>Інтегральний показник якості</b>	<b>0,77</b>	<b>0,83</b>	<b>0,92</b>

Таким чином, за результатами розрахунку комплексних показників якості хлібобулочних виробів та їх економічної ефективності інтегральна оцінка хліба «Духмяний» зі спиртовим екстрактом ЗП перевищує інтегральну оцінку хліба за традиційною технологією на 8,0%, а хліба «Корисний» зі шротом ЗП відповідно на 19,5%, що свідчить про їх конкурентоспроможність.

## ВИСНОВКИ

Поданий у монографії аналіз вітчизняних і закордонних літературних джерел із питань створення технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності показав актуальність залучення з цією метою зародків пшениці та продуктів їх переробки як цінного джерела необхідних для функціонування організму людини речовин. Перспективними з цієї точки зору є нові вітчизняні дієтичні добавки – спиртовий екстракт і шрот зародків пшениці, які випускаються під торговими марками «Глюкорн-100» та «Шрот зародків пшениці харчовий». Установлено, що вони є цінним джерелом вітамінів Е, РР, групи В, каротиноїдів поліфенольних сполук, а шрот, крім того, містить значну кількість білка та харчових волокон.

У результаті проведеного комплексу експериментальних досліджень із визначення впливу дослідних добавок на властивості сировини хлібопекарського виробництва та процеси дозрівання тіста розроблено гнучкі технології хліба і булочних виробів. Їх особливість полягає у можливості отримання продукції підвищеної харчової, біологічної цінності та високої якості за скороченого терміну дозрівання тіста за опарного та безопарного способів виробництва. Ці технології можуть бути впроваджені на хлібопекарських підприємствах різної потужності без суттєвих змін в апаратурно-технологічній схемі виробництва. Розроблені вироби можуть бути рекомендовані для масового споживання, а також включатися до раціону оздоровчого та лікувально-профілактичного харчування.

Нові наукові розробки здобули позитивних відгуків фахівців хлібопекарської промисловості і впроваджені у виробництво, а також стали переможцями Всеукраїнського конкурсу «Винахід – 2008» у номінації «Кращий винахід – 2008 у галузі біотехнології та харчової промисловості» і були відзначені на Всеукраїнському конкурсі-виставці «Кращий вітчизняний товар 2009 року» в номінації «Інноваційні розробки».

Проте, на нашу думку, потенціал досліджуваних продуктів переробки зародків пшениці на сьогодні не є вичерпаним. Їх функціонально-технологічні властивості та багатий хімічний склад відкривають широкі можливості для подальшого використання у технологіях широкого спектра борошняних виробів підвищеної харчової цінності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Спиричев В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский. – Новосибирск : Сибирское университетское изд-во., 2004. – 547 с.
2. Подрыгало Л. В. Современные приоритеты и перспективы научно-практических исследований в нутрициологии / Л. В. Подрыгало, Н. М. Филатова, Р. С. Назарян // *Врачебная практика.* – 2007. – № 1. – С. 103–107.
3. Смоляр В. І. Сучасне обґрунтування нормативів харчування / В. І. Смоляр // *Проблеми харчування.* – 2006. – № 3. – С. 24–30.
4. Смоляр В. І. Основні тенденції в харчуванні населення України / В. І. Смоляр // *Проблеми харчування.* – 2007. – № 4. – С. 3.
5. Цимбаліста Н. В. Стан фактичного харчування населення та аліментарно обумовлена захворюваність / Н. В. Цимбаліста, Н. В. Давиденко // *Проблеми харчування.* – 2008. – № 12. – С. 32–35.
6. Codex Alimentarius Commission. Совместная программа FAO/WHO по стандартах пищевых продуктов. – М. : Весь мир, 2007. – 185 с.
7. Сучасний стан питання якості та безпечності зерна та зернопродуктів в Україні / Л. М. Хомічак, Г. Д. Гуменюк, Л. В. Баль-Прилипка, Ю. В. Слива // *Хлебопекарское и кондитерское дело.* – 2010. – № 3. – С. 26–29.
8. Мадзиевская Т. А. Функциональные продукты питания геронтологического профиля / Т. А. Мадзиевская, Г. П. Страшенко // *Хлебопекарское и кондитерское дело.* – 2009. – № 4. – С. 28–29.
9. Каленик Т. К. Возможности оптимизации питания / Т. К. Каленик, Д. В. Купчак // *Пищевая промышленность.* – 2010. – № 4. – С. 50–51.
10. Корзун В. Н. Вимоги до якості харчування населення в умовах екологічного неблагополуччя / В. Н. Корзун // *Екологічний вісник.* – 2006. – № 6. – С. 10–14.
11. Матасар І. Про наукове обґрунтування та розробку норм фізіологічних потреб дорослого працездатного населення України в основних харчових речовинах та енергії / І. Матасар, Н. Салій // *Ліки України.* – 2007. – № 12. – С. 61–63.
12. Бакуменко О. Е. Современные подходы к организации оптимального питания учащейся молодежи / О. Е. Бакуменко, А. Ф. Доронин // *Пищевая промышленность.* – 2010. – № 7. – С. 36–38.
13. Химический состав пищевых продуктов / [под ред. А. А. Покровского]. – М. : Пищ. пром-сть, 1976. – 227 с.
14. Спиричев В. Б. Теоретические и практические аспекты современной витаминологии / В. Б. Спиричев // *Проблеми харчування.* – 2006. – № 2. – С. 18–36.

15. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / [под ред. М. Ф. Нестерина, И. М. Скурихина]. – М. : Пищ. пром-сть, 1979. – 247 с.
16. Смоляр В. І. Сучасне обґрунтування нормативів харчування / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2006. – № 3. – С. 24–30.
17. Пересічний М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення : монографія / М. І. Пересічний – К., 2008. – 717 с.
18. Басюркіна Н. Й. Дослідження проблем забезпечення продовольчої безпеки держави / Н. Й. Басюркіна // Розвиток наукових досліджень 2008 : Міжнар. наук.-практ. конф.: матеріали / ПДПУ, 2008. – С. 34–39.
19. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания / [В. Г. Белкин, Т. К. Каленик, Л. О. Коршенко и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – № 1. – С. 26–29.
20. Збагачення харчових продуктів вітамінами та мінералами як важливий фактор оптимізації харчування населення України / О. С. Мартинова, Н. В. Гордієнко, А. Є. Подрушняк, В. П. Кульчицька // Актуальні питання гігієни харчування та безпечність харчових продуктів : IV Міжнар. наук.-практ. конф. – К., 2006. – С. 60–61.
21. Зельдич Э. Итоги внедрения программы «Здоровье через хлеб» / Э. Зельдич // Хлебопродукты. – 2009. – № 6. – С. 56–57.
22. Оспанов А. А. Проблемные вопросы обогащения муки и хлебобулочных изделий / А. А. Оспанов, В. В. Ремеле // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2009. – № 2. С. 42–43.
23. Рудавская А. Б. Биокорректоры – обязательный компонент современных продуктов питания / А. Б. Рудавская // Пищевая промышленность. – 2001. – № 5. – С. 54–55.
24. Козярин И. П. Возрастные особенности применения биологически активных добавок / И. П. Козярин, А. П. Ивахно, Т. И. Мельниченко // Современная педиатрия. – 2007. – № 2. – С. 75–77.
25. Кисиль Н. Н. Исследования биологически активных добавок к пище / Н. Н. Кисиль // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С. 52–53.
26. Бакулина О. Н. Ингредиенты для индустрии здорового питания / О. Н. Бакулина, Т. Н. Некрасова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С.32–34.
27. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти / Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачова. – Одеса, 2003. – 312 с.
28. Биологически активные вещества пищевых продуктов : справочник. – К. : Урожай, 1992. – 265 с.
29. Концепція Загальнодержавної цільової соціальної програми «Здорова нація» на 2009–2013 [Електронний ресурс]: закон України № 731 від

21.05.2008. – Режим доступу : <<http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=731-2008-%F0>>.

30. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / [Г. М. Лисюк, О. В. Самохвалова, З. І. Кучерук та ін.]; за ред. Г. М. Лисюк. – Х. : Університетська книга, 2009. – 464 с.

31. Изучение потребительских предпочтений БАД / Е. О. Ермолаева, И. В. Сурков, А. Н. Австрийских, Ю. В. Безносков // Пищевая промышленность. – 2010. – № 4. – С. 58–59.

32. Коновалов К. Л. Натуральные продукты для здорового питания – органик-продукты / К. Л. Коновалов, М. Т. Шульбаева, Т. А. Штерник // Пищевая промышленность. – 2010. – № 3. – С. 26–27.

33. Про прожитковий мінімум [Електронний ресурс]: закон України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/966-14>>.

34. Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини [Електронний ресурс]: закон України. – Режим доступу: <<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2809-15>>.

35. Application of Biotechnology for Functional Foods, 2007 Elektronik resource]. – Available at : <[http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Food\\_nd\\_Biotechnology/PIFB\\_Functional\\_Foods.pdf](http://www.pewtrusts.org/uploadedFiles/wwwpewtrustsorg/Reports/Food_nd_Biotechnology/PIFB_Functional_Foods.pdf)>.

36. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World / Edited by Debasis Bagchi. – USA, Elsevier Inc., 2008. – 447 p.

37. Chadwick R. Functional Foods / R. Chadwick. – Germany, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003. – 220 p.

38. Капрельянц Л. В. Пищевые продукты будущего / Л. В. Капрельянц, Л. А. Осипова // Зернові продукти і комбікорми. – 2007. – № 2. – С. 11–17.

39. Карпенко П. А. Шляхи оптимізації щодо методології клінічних досліджень продуктів спеціального призначення / П. А. Карпенко // Журнал практичного лікаря. – 2006. – № 4. – С. 13–15.

40. Капрельянц Л. В. Совершенствование модели формирования функциональных продуктов питания нового поколения / Л. В. Капрельянц, А. В. Егорова // Зернові продукти і комбікорми. – 2008. – № 2. – С. 21–24.

41. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологию / [А. Ф. Доронин, Л. Г. Липатова, А. А. Кочеткова и др.] ; под ред. А. А. Кочетковой. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 288 с.

42. Roberfroid M. B. Global view on functional foods: European perspectives / M. B. Roberfroid // British J. Nutrition. – 2002. – v. 88, suppl. 2. – 133–138 p.

43. 18th International Congress of Nutrition September 19–23. – South Africa. Durban, 2005.– 440 p.

44. General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods. FAO/WHO // Codex Alimentarius. – 1994. – Vol. 4, – 13 p.

45. Принципи розробки функціональних продуктів / Н. Я. Орлова, О. В. Сидоренко // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності

харчових продуктів. Міжнародні, європейські і національні підходи до вирішення. Нові критерії оцінки ризику, показники, методи та регламенти. Питна вода – харчовий продукт № 1. Проблеми функціонального харчування: : IV Міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – К., 2006. – С. 61–62.

46. Кисла Л. В. Концептуальний підхід до розробки функціональних продуктів в сучасному раціоні харчування населення України / Л. В. Кисла, Л. В. Махія // Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів. Міжнародні, європейські і національні підходи до вирішення. Нові критерії оцінки ризику, показники, методи та регламенти. Питна вода – харчовий продукт № 1. Проблеми функціонального харчування: : IV Міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – К., 2006. – С. 50.

47. Горєменова Г. А. Использование системного подхода при обогащении пищевых продуктов незаменимыми микронутриентами / Г. А. Горєменова, М. С. Курохин, Л. А. Моюрникова // Пищевая промышленность. – 2003. – № 11. – С. 70–73.

48. Рудавська Г. Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення / Г. Б. Рудавська, Є. В. Тищенко, Н. В. Притульська. – К. : КНТЕУ, 2002. – 370 с.

49. Баль-Прилипко Л. В. Якість та безпека продуктів харчування – запорука здоров'я та довголіття / Л. В. Баль-Прилипко, Ю. В. Слива // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2010. – № 1. – С. 8–9.

50. Юдина С. Б. Технология продуктов функционального питания / С. Б. Юдина. – М. : ДеЛи принт, 2008. – 280 с.

51. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность : учеб. пособие / Л. А. Маюрникова, В. М. Позняковский, Б. П. Суханов, Г. А. Гореликова ; под общ. ред. В. М. Позняковского. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 424 с.

52. Технологічні аспекти створення хлібобулочних і кондитерських виробів спеціального призначення / Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. В. Самохвалова, З. І. Кучерук // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1 (6). – С. 25–30.

53. Панов Д. П. Обогащение продуктов питания массового потребления / Д. П. Панов // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С. 30–31.

54. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия : монография / [Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. В. Погарская и др.]; Харьк. гос. акад. технол. и орг. Питания ; Укр. нац. ун-т пищ. технологий. – Х. : 2002. – 205 с.

55. Сирохман І. В. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів / І. В. Сирохман, Т. М. Лозова. – К., 2006. – 382 с.

56. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. – К. : Центр учбової літ-ри, 2009. – 544 с.
57. Оптимальное питание – здоровье нации : материалы Всерос. конгресса. – М., 2005. – 324 с.
58. Про затвердження Концепції поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування від 26.05.2004 р. [Електронний ресурс] Закон України № 332. – Режим доступу : <<http://uazakon.com/document/fpart71/idx71292.htm>>.
59. Концепція державної політики в галузі харчування населення України. Canada Ukraine Legislative & intergovernmental Project [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <[http://www.culip.com.ua/m\\_hlthprtct\\_harch\\_u.html](http://www.culip.com.ua/m_hlthprtct_harch_u.html)>.
60. Галузева програма розвитку хлібопекарської галузі на період до 2015 року : наказ № 164 від 20.03.2008. – Офіц. вид. – К. : М-во аграрної політики України, 2008.
61. Технология обеспечения безопасности и качества продуктов / К. В. Колончин, Д. А. Еделев, М. В. Кантере, В. А. Матисон // Пищевая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 16–18.
62. Краус С. Хлебобулочные изделия с функциональными свойствами / С. Краус, Л. Акжигитова, Е. Люнина // Хлебопродукты. – 2008. – № 2. – С. 44–45.
63. Зверев С. В. Функциональные зернопродукты / С. В. Зверев, Н. С. Зверева. – М. : ДеЛи принт, 2006. – 119 с.
64. Дробот В. І. Технологія хлібопекарного виробництва / В. І. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 236 с.
65. Матвеева И. В. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий / И. В. Матвеева, И. Г. Белявская. – М., 2001. – 116 с.
66. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – К. : Урожай, 1988. – 150 с.
67. Мука повышенной пищевой ценности: Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты : IX междунар. науч.-практ. конф. : материалы. – М., 2011. – С. 119–120.
68. Ергашова Х. О целесообразности обогащения пшеничной сортовой муки мучкой / Х. Ергашова, В. Раджабова // Хлебопродукты. – 2010. – № 11. – С. 54–55.
69. Технологические аспекты производства хлеба из проросшего зерна пшеницы / С. Корячкина, Е. Кузнецова, Ю. Гончаров, С. Куценко // Хлебопродукты. – 2008. – № 4. – С. 46–47.
70. Дерканосова Н. Выбор соотношения мучных компонентов в рецептурах хлебобулочных изделий / Н. Дерканосова, Н. Таганова // Хлебопродукты. – 2009. – № 2. – С. 54–55.
71. Здоровье через хлеб // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2010. – № 6. – С. 27–29.

72. Васильченко А. Н. Состояние и перспективы развития хлебопекарной промышленности в Украине / А. Н. Васильченко // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1 (6). – С. 5–8.
73. Чубенко Н. Т. Применение зерна в хлебопечении / Н. Т. Чубенко // Хлебопекарное производство. – 2005. – № 5. – С. 19–20.
74. Жирнова Е. Технологии многокомпонентных смесей с повышенным содержанием белка / Е. Жирнова, Е. Мельников // Хлебопродукты. – 2010. – № 12. – С. 56–57.
75. Зубець М. Сій тритікале і жито – господарем будеш / М. Зубець // Зерно і хліб. – 2004. – № 1. – С. 30–32.
76. Росляков Ю. Использование тритикалевой муки в хлебопечении Краснодарского края / Ю. Росляков // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 12–13.
77. Богатырева Т. Развитие биотехнологии в области переработки хлебопекарного сырья / Т. Богатырева // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 43–45.
78. Еркинбаева Р. К. Исследование хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Р. К. Еркинбаева. – М., 1980. – 24 с.
79. Гонзикова О. П. Новые виды хлеба с использованием нетрадиционных компонентов / О. П. Гонзикова, Л. И. Кастрова // Современные проблемы технического и технологического хранения и переработки зерна // Республ. науч.-практ. конф. – Барнаул, 1997. – С. 39–42.
80. Malaotra K. Nutritive value of triticale products / K. Malaotra, V. L. Kawatra // J. Res. Punjab Arg. Univ. – 1990. – Vol. 27, № 4. – P. 703–710.
81. Пащенко Л. П. Тритикале: состав, свойства, рациональное использование в пищевой промышленности / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова, А. В. Любарь. – Воронеж : ИПФ «Воронеж», 2005. – 207 с.
82. Тертычная Т. Н. Теоретические и практические аспекты использования тритикале в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности : автореф. дис. ... доктора с.-х. наук : 05.18.01 / Т. Н. Тертычная. – М., 2010. – 36 с.
83. Еркинбаева Р. К. Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки / Р. К. Еркинбаева // Хлебопечение России. – 2004. – № 4. – С. 14–15.
84. Грищенко С. А. Разработка технологии функционального назначения на основе муки тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / С. А. Грищенко. – Краснодар, 2003. – 24 с.
85. Pat. 2808420 Fran, МПК<sup>7</sup> А 21Д 2/36, А 21 Д 13/04. Farine composee destine a l'elaboration produits alimentaires en particulier de boulangerie et / 04 patisserie / Picart Christian. – 09.11.2011.



86. Коновалова Ю. Комплексная оценка качества хлеба из зерна пшеницы и тритикале с использованием порошка крапивы, шиповника и «Флавоцена» / Ю. Коновалова // Хлебопродукты. – 2010. – № 10. – С. 56–57.
87. Лаптева Н. К. Перспективные сорта озимой тритикале для хлебопечения / Н. К. Лаптева, Л. В. Митькиных // Хлебопечение России. – 2011. – № 4. – С. 16–17.
88. Технологічні властивості зерна, борошна і тіста : монографія / [О. М. Сафонова, Л. М. Тищенко, Т. В. Гавриш та ін.]. – Х., 2012. – 250 с.
89. Хатко З. Пшеничный хлеб 1-го сорта с добавлением овсяной муки и пектина / З. Хатко // Хлебопекарная и кондитерская промышленность Украины. – 2007. – № 11. – С. 43–46.
90. Чемодурова Е. И. Разработка технологии овсяной сортовой муки : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. И. Чемодурова. – М., 1990. – 20 с.
91. Овчинникова А. Н. Применение овсяной муки в хлебопечении / А. Н. Овчинникова // Актуальные проблемы экономики регионов. – 2006. – № 8. – С. 216–218.
92. Gambus H. Мука из цельносмолотого зерна овса как источник питательных веществ в хлебе из пшеничной муки / H. Gambus, F. Gambus, E. Pisulewska // Biul. Inst. hod. i aklim. rosl. – 2006. – № 23. – С. 259–267.
93. Leonte Mihai. Contributions regarding the use of oats flour and by-products of milk industry to obtain bakery products / Leonte Mihai, Ciobanu Donmica, Fulbure Monica // Modell. and Optimiz. Mach. Build. Field. – 2006. – № 1. – С. 114–119.
94. Чалдаев П. А. Пути улучшения качества пшенично-овсяных хлебобулочных изделий / П. А. Чалдаев, А. Ф. Шевченко, А. В. Зимичев // Хлебопечение России. – 2010. – № 1. – С. 20–21.
95. Карпова О. Использование овсяных добавок для продления свежести хлеба / О. Карпова // Хлебопродукты. – 2008. – № 1. – С. 43–44.
96. Темникова О. Е. Обзор использования нетрадиционного сырья в хлебопечении / О. Е. Темникова, Н. А. Егорцев, А. В. Зимичев // Хлебопродукты. – 2012. – № 4. – С. 54–55.
97. Куликов Д. Побочный продукт переработки овса – перспективное сырье для хлебопечения / Д. Куликов // Хлебопродукты. – 2010. – № 12. – С. 55.
98. Хлеб с функциональными свойствами от ООО «Ирекс» // Хлебопродукты. – 2009. – № 6. – С. 58–59.
99. Ячменная мука [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://diamant.su/shop/product-20.html>>.
100. Еремина О. Оценка потребительских свойств хлеба с добавлением вторичных продуктов переработки ячменя / О. Еремина, Ю. Степанов, Т. Иванова // Хлебопродукты. – 2010. – № 7. – С. 52–53.
101. Гарш З. Экструзия в производстве солодовых экстрактов для хлебопекарной отрасли / З. Гарш, Е. Серякова // Хлебопродукты. – 2010. – № 11. – С. 46–47.

102. Живой хлеб // Хлебопродукты. – 2008. – № 1. – С. 58–59.
103. Богатырев А. Н. Обогащение продуктов витаминами – актуальная тема XXI века / А. Н. Богатырев // Пищевая промышленность. – 2010. – № 9. – С. 72–73.
104. Гаврилова О. М. Приготовление хлеба с использованием гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева, П. И. Вакуленчик // Хлебопечение России. – 2007. – № 3. – С. 14–15.
105. Чайка І. Борошно з гречки / І. Чайка // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2007. – № 2. – С. 45–46.
106. Шаншарова Д. Пшеничный хлеб с использованием рисовой и гречневой муки / Д. Шаншарова // Хлебопродукты. – 2010. – № 8. – С. 39–40.
107. Постнова О. М. Перспективи використання кріас-порошку оплодня у технології хліба профілактичного напрямлення / О. М. Постнова, Г. М. Лисюк // Вісник Східноукр. ун-ту ім. В. Даля. – 2007. – С. 325–328.
108. Росляков Ю. Ф. Применение рисовой муки в пищевой промышленности / Ю. Ф. Росляков, Н. А. Шмалько // Хлебопечение России. – 2005. – № 3. – С. 10–11.
109. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread / R. S. Kadan, M. G. Robinson, D. P. Thibodeaux, A. V., Pepperman // J. Food Sc. – 2001. – Vol. 66, № 7. – P. 940–944.
110. Соболев М. І. Рис — цінний продукт харчування / М. І. Соболев // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 78 міжнар. наук. конф. : матеріали / НУХТ – К., 2012. – С. 116–117.
111. Динь Т. Х. Определение оптимальной рецептуры хлеба с рисовой мукой / Т. Х. Динь // Пищевая промышленность. – 2010. – № 6. – С. 64–65.
112. Зиятдинова В. А. Исследование потребительских свойств рисовой крупы / В. А. Зиятдинова, И. И. Погорелова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств : 10-я Междунар. науч.-практ. конф. : материалы / АлтГТУ. – Барнаул, 2007. – С. 166–167.
113. Использование кукурузной муки в производстве пшеничного хлеба / Ж. К. Усембаева, Д. Р. Даутканова, С. Д. Мусаева, А. М. Татенов // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 11. – С. 37–38.
114. Чубенко Н. Т. Применение зерна в хлебопечении / Н. Т. Чубенко // Хлебопечение России. – 2004. – № 6. – С. 20.
115. Мука кукурузная Полента Истантанеля [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://www.nevkusno.ru/item/11460>>.
116. Оптимизация в рецептуре хлебобулочных изделий содержания кукурузной и чечевичной муки / С. С. Чесакова, М. К. Садыгова, Д. Ф. Олейникова, И. Л. Казанцева // Вестник Алтайского гос. ун-та. – 2008. – № 6. – С. 242–244.
117. Бейко Л. А. Соя і соєві продукти – незамінні компоненти в харчуванні людей / Л. А. Бейко, О. І. Гащук, Н. В. Хоренжий // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 6. – С. 18–21.

118. Махинько В. М. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з продуктами із сої : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Махинько Валерій Миколайович. – К., 2006. – 113 с.
119. Пащенко Л. Новые изделия с добавлением продуктов переработки бобовых культур / Л. Пащенко, Т. Ильина, В. Пащенко // Хлебопродукты. – 2010. – № 10. – С. 50–51.
120. Сергиенко И. В. Разработка технологий функциональных хлебобулочных изделий с применением соепродуктов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Сергиенко Инна Владимировна. – Воронеж, 2009. – 245 с.
121. Бегеулов М. Использование соевой окары в хлебопечении / М. Бегеулов // Хлебопродукты. – 2010. – № 7. – С. 40–42.
122. Арсеньева Л. Ю. Вдосконалення технології пшеничного хліба, збагаченого соєвими продуктами / Л. Ю. Арсеньєва, В. М. Махинько // Наук. пр. Укр. держ. ун-ту харч. технологій : у 2 ч. – К., 2001. – Вип. 10. – С. 100.
123. Рибчинська Я. Е. Дослідження хлібопекарських властивостей композиційних сумішей з борошном квасолі різної крупності / Я. Е. Рибчинська // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 78 міжнар. наук. конф. : матеріали / НУХТ. – К., 2012. – С. 136–137.
124. Аникеева Н. Семена нута – перспективное сырье для производства белковых препаратов / Н. Аникеева // Хлебопродукты. – 2010. – № 1. – С. 48–49.
125. Зубцов В. *Linium usitatissimum* – самый полезный / В. Зубцов, И. Миневиц, Т. Цыганова // Хлебопродукты – 2009. – № 6. – С. 64–65.
126. Васнева И. Чечевица – ценный продукт функционального питания / И. Васнева, О. Бакуменко // Хлебопродукты. – 2010. – № 11. – С. 39–40.
127. Кулакова Ю. А. Применение семян нута в технологии хлебобулочных изделий улучшенной биологической ценности : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Кулакова Юлия Александровна. – Воронеж, 2005. – 192 с.
128. Бакалова А. И. Использование горохово-анисовой закваски в хлебопечении / А. И. Бакалова. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 78 міжнар. наук. конф. : матеріали / НУХТ – К., 2012. – С. 89–90.
129. Казанцева И. Л. Перспективы использования продуктов переработки саратовского нута в технологии функциональных пищевых продуктов / И. Л. Казанцева, Л. Ф. Рамазаева // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты : VIII науч.-практич. конф. [Инновационные технологии продуктов здорового питания: сб. материалов МГУПП]. – М., 2010. – С. 89–96.
130. Пшеничный хлеб с включением семян льна – это повышенное содержание волокон / Г. Пшенишнюк, Н. Черно, О. Лось, Ю. Савчук // Хлібопекарська і кондитерська промисловість. – 2007. – № 4. – С. 4–7.
131. Синьогуб А. М. Вивчення біохімічного складу насіння льону / А. М. Синьогуб, І. В. Козюля // Наукові здобутки молоді – вирішенню

проблем харчування людства у ХХІ столітті : 78 міжнар. наук. конф. : матеріали / НУХТ. – К., 2012. – С. 139–140.

132. Миневи́ч И. Использование семян льна в хлебопечении / И. Миневи́ч, В. Зубцов, Т. Цыганова // Хлебопродукты. – 2008. – № 3. – С. 38–40.

133. Особенности протекания операции замеса пшеничного теста при производстве хлебобулочных изделий с пищевыми волокнами: Технологии продуктов здорового питания. Функциональные пищевые продукты // IX междунар. науч.-практ. конф. : материалы. – Москва, 2011. – С. 345 – 348.

134. Использование пшеничных отрубей при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения: Технологии продуктов здорового питания. Функциональные пищевые продукты : IX межд. научн.-практ. конф. : материалы. – М., 2011. – С. 373–374.

135. Бубулич П. Г. Качество и пищевая ценность хлебцев «Докторские» и кекса «Столичный» на основе введения дикорастущих ягод / П. Г. Бубулич, А. С. Кашин // Вестник Красноярского гос. аграр. ун-та. – 2009. – № 3. – С. 202–208.

136. Ильина О. А. Производство хлебобулочных и кондитерских изделий с пищевыми волокнами / О. А. Ильина // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 8. – С. 44–46.

137. Баулина Т. В. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием продуктов переработки зерна / Т. В. Баулина, Т. В. Шленская // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты : VII междунар. научн.-практ. конф. мол. уч. : [Инновационные технологии продуктов здорового питания: сб. материалов МГУПП] – М., – 2010. – С. 21–27.

138. Щербатенко В. В. Исследование физико-химической структуры тонкоизмельченных отрубей для производства хлеба повышенной пищевой ценности / В. В. Щербатенко, А. В. Пат, Н. В. Кузнецова // Хлебопекарская и кондитерская промышленность. – 1983. – №11. – С. 28–30.

139. Пищевые волокна / [М. С. Дудкин, Н. К. Черно, Н. С. Казанская и др.]. – К. : Урожай, 1988. – 150 с.

140. Годунова Л. Ю. Використання пшеничних зародкових пластівців і зародків кукурудзи для виготовлення булочних, сухарних та бараночних виробів / Л. Ю. Годунова, І. А. Сисоєва, В. Г. Юрчак // Хлібопродукти-94 : 1-ша Нац. наук.-практ. конф. – Одеса, 1994. – С. 103.

141. Борисенко О. В. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Борисенко Олена Вікторівна. – К., 2008. – 152 с.

142. Сафонова О. М. Використання зародків пшениці в технології хлібобулочних виробів оздоровчого призначення з борошна пшеничного озонованого / О. М. Сафонова, О. А. Холодова. – Одеса, 2011. – Вип. 40 (1). – С. 127–130.

143. Extraction of Oil From wheat Germ by supercritical CO<sub>2</sub> / [A. Piras, A. Rosa, D. Falconieri et. al] // *Molecules*. 2009. – № 14. – P. 2573–2581.
144. Солоницька І. В. Розробка технології виробництва хлібобулочних виробів із пластівцями пшеничних зародків / І. В. Солоницька, І. М. Калугіна // *Хранение и переработка зерна*. – 2006. – № 10 (88). – С. 32–33.
145. Козаков Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Козаков, В. Л. Кретович. – М. : Колос, 1980. – 318 с.
146. Козьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н. П. Козьмина. – М. : Колос, 1976. – 374 с.
147. Беркутова Л. С. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки / Л. С. Беркутова, И. А. Швецова. – М. : Колос, 1984. – 223 с.
148. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – М. : ГИОРД, 2005. – 510 с.
149. Posner E. S. The technology of wheat germ separation in flour mills / E. S. Posner // *Association of operative milers. Bulletin*. – 1985. – № 10. – P. 4577–4592.
150. Barnes P. The heart of the wheat / P. Barnes // *Nutrition & Food Science*. – 1980. – Vol. 80. – P. 2–4.
151. Шаповаленко О. Л. Обробка та зберігання пшеничних зародків / О. Л. Шаповаленко, Т. Л. Ягнюк // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2001. – С. 15–17.
152. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції / О. В. Богомоллов, Н. В. Верешко, О. М. Сафонова, О. І. Черевко ; під ред. О. І. Шаповаленка, О. М. Сафонові. – Х. : Еспада, 2008. – 544 с.
153. Then C. C. Amino acid composition and biological value of cereal germ / C. C. Then // *Amino acid composition and biological value of cereal proteins : Proc. Int. Assoc. Cereal Chem. Symp.* – Budapest (Hungary), 1983. – P. 453–466.
154. Иванова М. В. Товароведная оценка белков муки зародышей пшеницы и использование лейкозина в производстве мучных кондитерских изделий и соусов для общественного питания : дис. ... канд. техн. наук / Иванова Марина Викторовна. – М., 2011. – 128 с.
155. Грузинов Е. В. Аминокислотный состав и некоторые функциональные свойства белка глобулина, выделенного из муки зародышей пшеницы / Е. В. Грузинов, Е. В. Журавко, М. В. Иванова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2008. – № 7. – С. 47–48.
156. Грузинов Е. В. Морфология и аминокислотный состав белка глютелина, выделенного из муки зародышей пшеницы. / Е. В. Грузинов, Е. В. Журавко, М. В. Иванова // *Стратегия подготовки кадров для малого и среднего бизнеса в пищевой промышленности : XIV междунар. науч. конф., 13-14 октября 2008 г.* – М., 2008. – Вып. 13.3, т. 5. – С. 43–44.

157. Brandolini A. Wheat germ: not only a by-product / A. Brandolini, A. Hidalgo // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. – 2012. – Vol. 63, № 51. – P. 71–74.
158. Моргун В. А. Химический состав зародышевых продуктов / В. А. Моргун, Д. А. Жигунов // *Хранение и переработка зерна*. – 2001. – № 8. – С. 44–45.
159. Присвятский Л. А. Товароведение зерна и продуктов его переработки / Л. А. Присвятский. – М. : Колос, 1978. – 495 с.
160. Кузьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н. П. Кузьмина. – М., 1976. – 265 с.
161. Поперечний А. М. Комплексна переробка зернової сировини. Обладнання та технології харчових виробництв / А. М. Поперечний, В. І. Павлов : темат. зб. наук. пр. – Донецьк, 2009. – Вип. 22. – С. 186–191.
162. Бутковский В. А. Мукомольное производство / В. А. Бутковский. – М. : Агропромиздат, 1990. – 382 с.
163. Oliveira J. A. North Spanish emmer and spelt wheat landraces: agronomical and grain quality characteristic evaluation / J. A. Oliveira // *Plant Genetic Resources Newsletter*. – 2001. – № 125. – P. 16–20.
164. Дерканосова Н. Выбор соотношения мучных компонентов в рецептурах хлебобулочных изделий / Н. Дерканосова, Н. Таганова // *Хлебопродукты* – 2009. – № 2. – С. 54–55.
165. Brandolini A. Wheat germ: not only a by-product / A. Brandolini, A. Hidalgo // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. – 2012. – Vol. 63, № 1. – P. 71–74.
166. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях / М. Н. Запрометов. – М. : Наука, 1993. – 272 с.
167. Кретович В. Л. Проблема пищевой ценности хлеба / В. Л. Кретович, Р. Р. Токарева. – М. : Наука, 1978. – 288 с.
168. Марьян В. И. Глубокая переработка зародышей злаковых культур / В. И. Марьян // *Хранение и переработка зерна*. – 2001. – № 9. – С. 37–38.
169. Моргун В. О. Улучшение хлебопекарных свойств муки // В. О. Моргун. – Одеса, 1991. – 136 с.
170. Mazhidov K. K. Composition of the Fatty Acids and triacylglycerils of Wheat Germ flakes / K. K. Mazhidov, R. A. Makhmudov, Y. I. Makienko // *Chemistry of Natural Compounds*. – 1996. – Vol. 23, № 2. – P. 208–212.
171. Зайцев В. И. Минеральные вещества зерна пшеницы и продуктов ее переработки / В. И. Зайцев, В. Г. Хомец // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 1975. – № 3. – С. 35–38.
172. Kumar P. Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat: A Review / [P. Kumar, R. K. Yadava, B. Gollen et al.] // *Life Sciences and Medicine Research*. – 2011. – P. 144–153.

173. Шумейко О. Зародки злаків / О. Шумейко, Н. Мар'ян // *Зерно і хліб*. – 1997. – № 3. – С. 30–31.
174. Корячкина С. Я. Использование нетрадиционных видов муки в производстве мучных кондитерских изделий / С. Я. Корячкина // *Технические науки*. – 2005. – № 8. – С. 90–92.
175. Месенжник Я. З. Новые перспективные биологически активные продукты [Электронный ресурс] / Я. З. Месенжник, А. Б. Вишняков, Н. В. Власов. – Режим доступа : <<http://www.mainb.ru/articles/razrab/>>.
176. Альрахмун Абдулатиф. Получение препаратов протеаз из зародышей пшеницы / Абдулатиф Альрахмун // *Пути повышения качества зерна и зернопродуктов, улучшения ассортимента крупы, муки и хлеба : Всесоюз. науч. конф. : тез. докл.* – 1989. – С. 56.
177. Гусак-Шкловська Я. Властивості препарату протеолітичних ферментів із пшеничних зародків / Я. Гусак-Шкловська // *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ*. – Х., 2008. – Вип. 1 (7). – С. 63–64.
178. Безусов А. Т. Выделение и очистка липазы из зародышей зерна пшеницы / А. Т. Безусов, З. Ю. Средницкая, Е. А. Хассан Рамадан // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2007. – № 4. – С. 11–14.
179. Мерко І. Т. Наукові основи і технологія переробки зерна : [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / І. Т. Мерко, В. О. Моргун. – Одеса, 2001. – 348 с.
180. Моргун В. Уміють відбирати пшеничні зародки на млинзаводах Європи та Америки / В. Моргун, Д. Жигунов // *Зерно і хліб*. – 2007. – № 2. – С. 16–18.
181. Моргун В. Чимало існує технологічних секретів при відборі зародкових пластівців і борошна. Їх треба знати / В. Моргун, Д. Жигунов // *Зерно і хліб*. – 2007. – № 3. – С. 26–28.
182. Моргун В. О. Підвищення виходу пшеничного зародкового продукту / В. О. Моргун, Д. О. Жигунов, Т. В. Полянська // *Зб. наук. пр. ОНАХТ*. – Одеса, 1999. – Вип. 19. – С. 4–7.
183. Иванова М. В. Взбивные кремы с белком муки зародышей пшеницы / М. В. Иванова // *Питание и общество*. – 2010. – № 3. – С. 23.
184. Иванова М. В. Обогащение белком хлебобулочных изделий / М. В. Иванова // *Межрегиональная науч.-практ. конф. молодых ученых / МГУТУ*. – М., 2010. – С. 52–54.
185. Пат. РФ 2397649. Способ обогащения белком хлебобулочных изделий / Грузинов Е. В., Иванова М. В. – Заявл. 27.10.09 ; опубл. 27.08.10, Бюл. № 24.
186. Muhammad U. A. Wheat Germ: Biochemical and Nutritional Implications / U. A. Muhammad , M. A. Faqir // Lambert Academic Publishing. – 2011. – P. 224.
187. Годунова Л. Ю. Повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий с применением побочных продуктов мукомольного производства : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Годунова Людмила Юріївна. – К., 1984. – 158 с.

188. Бабенко П. Ю. Разработка технологии комплексной переработки зародышей пшеницы : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Бабенко Павел Петрович. – М., 2001. – 215 с.

189. Изделия диетического и профилактического назначения / [Ф. Кветный, Н. Кузнецова, И. Маслова, Т. Снагина и др.] // Хлебопродукты. – 1996. – № 6. – С. 16–17.

190. Демчук А. П. Опыт создания белковых композиций для повышения биологической ценности хлеба / А. П. Демчук, Н. Н. Чумаченко, Л. Ю. Годунова // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1983. – № 3. – С. 30–31.

191. Characteristics and functional properties of wheat germ protein glycated with saccharides through Maillard reaction / Li-Ya Niu, Shao-Tong Jiang, Li-Jun Pan, Ying-Si Zhai // Institute of Food Science and Technology. – 2011. – P. 2197–2203.

192. Gomez M. Effect of Extruded Wheat Germ on Dough Rheology and Bread Quality [Electronic resurse] / M. Gomez , J. Gonzales, B. Oliete // Food and Bioprocess Technology. – 2011. – Available at : <http://www.springerlink.com/content/t85032810r285844/>.

193. Шаповаленко О. Мікрохвильова обробка пшеничних зародків і сушіння інфрачервоним випромінюванням / О. Шаповаленко, Т. Ягнюк // Зерно і хліб. – 2000. – № 4. – С. 20–22.

194. Костенко Н. Пшеничні зародки і крупку з мінімальними енергозатратами можна одержувати на компактній установці, яку розробили кївські науковці / Н. Костенко, О. Шихабутінова // Зерно і хліб. – 2000. – № 4. – С. 24–25.

195. Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough / Alok K. Srivastava, M. L. Sudha, V. Baskaran, K. Leelavathi // European Food Research and Technology. – 2007. – P. 365–372.

196. Бондаренко О. А. Разработка технологии стабилизации качества пшеничных зародышей : дис. ... канд. техн. наук : 01.18.05 / Бондаренко Ольга Александровна. – Воронеж, 2006. – 235 с.

197. Pat. United States 4759934. Ferrara Process for preparing high protein bread with ascorbic acid and product / Peter J. 07/26/1988.

198. Studies on the development of pan bread using raw wheat germ jiwan / S. Sidhu, Suad N. Al-Hooti, Gameela M. Al-Saqer, Amani Al-Othman // Journal of food quality. – 2001. – P. 235–247.

199. Иванова М. В. Распределение витаминов группы «В» по типам белков зародышей пшеницы / М. В. Иванова, Е. В. Грузинов, Е. В. Журавко // Технология и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты : VI Междунар. науч.-практ. конф. : материалы в 2 ч. / МГУПП. – 2008. – С. 190–192.

200. Льняная мука с мукой зародышей пшеницы [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kadr9.ru/lnenejszarodishem>.



201. Махмудов Р. А. Исследование физико-химических показателей масла из зародышевых хлопьев зерна пшеницы / Р. А. Махмудов, К. Х. Мажидов, Ю. И. Макиенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – № 2. – С. 17.
202. Козловский В. С. Биологически активные добавки из зародышей пшеницы / В. С. Козловский // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 1. – С. 36–38.
203. Елисеева М. Н. Исследование влияние натурального подсластителя на активность ферментов пшеничной муки / М. Н. Елисеева, Т. Б. Цыганова // Хлебопечение России. – 2005. – № 3. – С. 12–13.
204. Рецептуры композитных смесей для хлебобулочных изделий по показателям качества белка / Т. Санина, Е. Пономарева, О. Воропаева, В. Рыжков // Хлебопродукты. – 2006. – № 2. – С. 66–68.
205. Пономарева О. И. Применение зародышей пшеницы для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.07 / Пономарева Ольга Ивановна. – СПб., 2001. – 170 с.
206. Зародыш здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://dorc.com.ua/index.php?option=com\\_content&task=view&id=44](http://dorc.com.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=44).
207. Пшеница – продукт на все времена [электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://www.pink-lotus.ru/zar.html>>.
208. Дієтична добавка «Олія з зародків пшениці» : ТУ У 20608169-2000. – [Чинний від 2008-01-30]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – С. 18–35.
209. Дієтична добавка «Глюкорн-100» : ТУ У 15.6-20608169.005-2002. – [Чинний від 2008-01-30]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – С. 28–42.
210. Дієтична добавка «Шрот зародків пшениці харчовий» : ТУ У 20608169.002-99. – [Чинний від 2009-06-24]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – С.13–27.
211. Протокол клінічних випробувань продукції : № 161 від 28.10.2002. – К. : Випробувально-біологічний центр Ін-ту біохімії НАН України, 2002. – 7 с.
212. Сладкая коллекция «Валео» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://tovaleo.narod.ru/4.htm>>.
213. Пат. 65573 Україна, МПК А 21D13/08. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикаку / Касабова К. Р., Олійник С. Г., Лисюк Г. М., Самохвалова О. В. ; заявник і патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Заявл. 16.05.11 ; опубл. 12.12.11, Бюл. № 23.
214. Самохвалова О. В. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» у технології бісквітного напівфабрикату // О. В. Самохвалова, К. Р. Касабова, С. Г. Олійник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / ХДУХТ. – 2011. – Вип. 2. – С. 255–291.
215. Лисюк Г. М. Обґрунтування використання дієтичної добавки «Глюкорн-100» у технології пшеничного хліба / Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв

ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2007. – Вип. 1 (5). – С. 403–407.

216. Быстро и вкусно / Г. М. Лисюк, С. Г. Олейник, Е. И. Кравченко, П. А. Карпенко // Пищевые технологии и оборудование. – 2010. – С. 44–46.

217. Технологія пшеничного хліба підвищеної харчової цінності / Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко, П. О. Карпенко // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : II міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – Д., 2007. – С. 243–244.

218. Підвищення харчової цінності пшеничного хліба за рахунок використання дієтичної добавки «Глюкорн-100» / О. І. Кравченко, С. Г. Олійник, Г. М. Лисюк, К. В. Пилипенко: 73-тя наук. конф. мол. уч., асп. і студ. : матеріали. – К., 2007. – С. 86–87.

219. Oliinik S. Use of new dietary additive for healthy wheat bread / S. Oliinik, G. Lisiuk, O. Kravchenko // Functional Foods and Chronic Diseases: Science and Practice. – 2011. – P. 202–203.

220. Использование диетической добавки «Глюкорн-100» для повышения пищевой ценности пшеничного хлеба / Г. М. Лисюк, С. Г. Олейник, Е. И. Кравченко, П. А. Карпенко // Питание и общество. – 2007. – № 11. – С. 24–25.

221. Вплив дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці» на якість пшеничного хліба / [Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко та ін.] // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Всеукр. наук. конф. матеріали. – Х., 2009. – Ч. 1. – С. 64.

222. Щодо розробки технології булочних виробів із використанням дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» / О. І. Кравченко, С. Г. Олійник, О. С. Кульчій, В. С. Рудченко // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Всеукр. наук. конф. : матеріали у 2 ч. Ч. 1. – Х., 2010. – С. 58.

223. Use of new dietary additives for healthy bakery products / G. Lisiuk, S. Oliinik, O. Kravchenko, P. Karpenko // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття : Міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – Х., 2010. – С. 183–184.

224. Кравченко О. І. Зміна властивостей пшеничного тіста під впливом дієтичної добавки «Глюкорн-100» / О. І. Кравченко, Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2011. – Вип. 1 (13). – С. 180–186.

225. Лисюк Г. М. Хотите мати високу органолептику пшеничного хліба? / Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко, П. О. Карпенко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2007. – № 2. – С. 21–22.

226. Вплив дієтичної добавки «Глюкорн-100» на властивості хлібопекарських дріжджів / С. Г. Олійник, О. І. Кравченко, Я. О. Кушніренко // Питання технології та гігієни харчування : Всеукр. наук. конф. матеріали. – Д., 2009. – С. 120–121.

227. Щодо використання дієтичної добавки «Глюкорн-100» у технології хлібобулочних виробів / О. І. Кравченко, Л. С. Зірка // Основи раціонального харчування : Всеукр. семінар мол. вч., асп. та студ. : матеріали. – Д., 2010. – С. 75.
228. Николаев Б. А. Структурно-механические свойства мучного теста: монографія / Б. А. Николаев. – М. : Пищ. пром-сть, 1976. – 244 с.
229. Мачихин Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов : монография / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 216 с.
230. Зміна структурно-механічних властивостей пшеничного тіста під впливом дієтичної добавки «Глюкорн-100» / О. І. Кравченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : Міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – Х., 2011. – С. 38–39.
231. Ершов П. С. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия / П. С. Ершов. – СПб., 1998. – 191 с.
232. Сборник технологических инструкций. – М. : Прейскурант, 1989. – 496 с.
233. Оптимізація технологічних параметрів приготування хлібобулочних виробів з дієтичними добавками «Глюкорн-100» та «Шрот зародків пшениці харчовий» / О. І. Кравченко, О. Г. Дьяков, Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник // Харчова наука і виробництво. – 2012. – № 1 (18). – С. 25–27.
234. Технологія пшеничного хліба збагаченого вітамінами / Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко // Прогресивні технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства : Міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – П., 2009. – С. 62–64.
235. Використання дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» для підвищеної харчової цінності пшеничного хліба / О. І. Кравченко, Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, П. О. Карпенко // Зб. наук. праць ОНАХТ. – 2010. – Вип. 38. – Т. 1. – С. 195–200.
236. Пат. 83404 А Україна, МПК (2006) А 21D 8/02. Спосіб виробництва пшеничного хліба / Лисюк Г. М., Олійник С. Г., Кравченко О. І., Карпенко П. О. ; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. – № u 2006 07854 ; заявл. 13.07.2006 ; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13. – 2 с.
237. Пат. № 51504 А Україна, МПК (2009) А 21D 8/02. Спосіб виробництва пшеничного хліба» / Лисюк Г. М., Олійник С. Г., Кравченко О. І., Карпенко П. О. ; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. – № u 2009 12166 ; заявл. 26.11.2009 ; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14. – 3 с.
238. Технологія хліба підвищеної харчової цінності з використанням спиртового екстракту зародків пшениці / [О. І. Кравченко, Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник та ін.] // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Всеукр. наук. конф. : матеріали у 2 ч. Ч. 1. – Х., 2010. – С. 57.

239. Вплив дієтичної добавки «Шрот зародків пшениці харчовий» на харчову цінність пшеничного хліба / Є. Ф. Сердюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Всеукр. наук. конф. : матеріали. – Х., 2011. – Ч. 1. – С. 78.

240. Лисюк Г. М., Використання продуктів переробки зародків пшениці у технологіях хлібобулочних виробів / Г. М. Лисюк, С. Г. Олійник, О. І. Кравченко // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи: Міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали. – К., 2010. – С. 60–61.

Наукове видання

ОЛІЙНИК Світлана Георгіївна  
ЛИСЮК Галина Михайлівна  
КРАВЧЕНКО Олена Іванівна  
САМОХВАЛОВА Ольга Володимирівна

## **ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ІЗ ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЗАРОДКІВ ПШЕНИЦІ**

Монографія

Редактор Г.С. Супруненко

Підп. до друку \_\_\_\_\_2014 р. Формат 60 x 84 1/16. Папір офсет.  
Друк офсет. Умов. друк. арк. 6,8 Тираж 50 прим. Зам. \_\_

---

Видавець і виготівник  
Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, Харків 61051  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.