

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

Навчально-науковий інститут денної освіти

Форма навчання денна

Кафедра товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

_____ Г. БІРТА

(підпис)

«___» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Біотехнології при виробництві хліба»

зі спеціальності

162 Біотехнології та біоінженерія

(шифр, назва)

освітня програма

«Біотехнологія»

ступеня

бакалавр

(бакалавр, магістр)

Виконавець роботи

Кондратюк Дмитро Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

(підпис, дата)

Науковий керівник

к.с.-г.н., доцент Флока Людмила Валеріївна

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я та по батькові)

(підпис, дата)

Рецензент

Усенко Світлана Олексіївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Полтава – 2024

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота

«Біотехнології при виробництві хліба»

здобувача вищої освіти групи БТб-41 Кондратюка Д.Ю.

Біотехнологія в хлібопеченні відіграє важливу роль у поліпшенні якості та властивостей хлібопродуктів, збільшенні їхньої ефективності та зберіганні. Важливі напрямки біотехнології у хлібопеченні включають використання стартових культур мікроорганізмів для контролю процесу бродіння та виробництва дріжджів, що допомагає у досягненні більш стабільної якості продукції. Також, біотехнологія дозволяє покращити текстуру, смак та збереження хліба шляхом застосування ензимів для збільшення об'єму та м'якості тіста, а також підвищення тривалості зберігання продукту.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження методів біотехнології, що застосовуються при виробництві хліба.

Для досягнення поставленої мети було вирішено низку задач: проаналізувати стан виробництва хліба в Україні; вивчити хімічний склад, харчову та біологічну цінність хлібобулочних виробів; вивчити біотехнологічні аспекти виробництва хліба; провести комплексну оцінку якості хліба за органолептичними і фізико-хімічними показниками; проаналізувати асортимент хліба, що реалізується в маркеті «Делві» м.Полтава; визначити мікробіологічні показники якості та безпечності хліба.

Ключові слова: біотехнологія, мікробіологія, хліб, якість, органолептичні показники, фізико-хімічні показники

ANNOTATION

Thesis

«Biotechnologies in bread production»

Dmytro Kondratiuk, a student of the BTb-41 group

Biotechnology in baking plays an important role in improving the quality and properties of bread products, increasing their efficiency and storage. Important areas of biotechnology in baking include the use of starter cultures of microorganisms to control the fermentation process and yeast production, which helps in achieving more stable product quality. Also, biotechnology allows improving the texture, taste and preservation of bread by using enzymes to increase the volume and softness of the dough, as well as increase the duration of product storage.

The purpose of the qualification work is to study the methods of biotechnology used in the production of bread.

To achieve the goal, a number of tasks were solved: to analyze the state of bread production in Ukraine; to study the chemical composition, nutritional and biological value of bakery products; to study the biotechnological aspects of bread production; conduct a comprehensive assessment of the quality of bread according to organoleptic and physicochemical indicators; to analyze the range of bread sold in the "Delvi" market in Poltava; to determine the microbiological indicators of the quality and safety of bread.

Key words: biotechnology, microbiology, bread, quality, organoleptic indicators, physicochemical indicators

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Огляд літератури	
1.1. Аналіз виробництва хліба в Україні	9
1.2. Характеристика хімічного складу, харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів	16
1.3. Особливості біотехнології виробництва житнього хліба	22
Розділ 2. Дослідна частина	
2.1. Об'єкти дослідження	28
2.2. Методи дослідження	31
Розділ 3. Комплексна оцінка та дослідження асортименту якості хліба	
3.1. Комплексна оцінка якості хліба	37
3.2. Аналіз асортименту хліба, що реалізуються в маркеті «Делві» м.Полтава	45
Розділ 4. Мікробіологічна безпека хліба	
4.1. Мікробіологія хліба	49
4.2. Методи дослідження мікробіологічних показників	53
4.3. Визначення мікробіологічних показників житнього хліба	56
Висновки	64
Пропозиції	65
Список використаних джерел	63
Додатки	71

ВСТУП

Хліб – це не лише продукт харчування, але й символ життя та процвітання. Він є одним із найдавніших продуктів харчування, який супроводжує людство протягом тисячі років. Важливість хліба полягає в тому, що він є важливим джерелом енергії та поживних речовин, необхідних для життєдіяльності людини. Крім того, хліб відіграє важливу роль у культурі та традиціях багатьох народів, він об'єднує сім'ї за обіднім столом, стає символом гостинності та добробуту. Хліб також має велике економічне значення, оскільки хлібопекарська промисловість є однією з найбільших галузей глобальної харчової промисловості [3].

Біотехнології в хлібопеченні відіграють важливу роль у вдосконаленні якості та властивостей хліба. Однією з ключових технологій є використання мікроорганізмів, зокрема дріжджів, для бродіння тіста. Процес бродіння дозволяє забезпечити підйом і розширення тіста, що в результаті призводить до формування пористої структури хліба. Крім того, біотехнології включають в себе використання ензимів, які сприяють розщепленню складних вуглеводів в тісті, забезпечуючи кращий смак та текстуру хліба, а також терміни його зберігання. смак та текстуру хліба. Наприклад, амілази розщеплюють крохмаль на прості цукри, що сприяє підвищенню об'єму тіста і поліпшенню консистенції хліба. Також біотехнології дозволяють впливати на властивості борошна, використовуючи ферменти для модифікації білків та складу крохмалю, що робить тісто більш еластичним та забезпечує кращу структуру хліба.

Хлібопекарська промисловість є однією з провідних галузей харчової промисловості, розвиток якої безпосередньо впливає на життя всього населення. Виробництво хліба складає основну частину загального обсягу продукції харчової промисловості. Сучасне хлібопекарське виробництво відрізняється високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів, впровадженням новітніх технологій і постійним розширенням

асортименту хлібобулочних виробів. Значну роль у галузі відіграють малі підприємства різних форм власності. Рішення проблеми збалансованого харчування населення, яке є державним пріоритетом, можливе лише за умови розробки та впровадження нових технологій у виробництво [47].

Україна, серед країн Центральної та Східної Європи, відома своїм великим споживанням хліба, але за останні роки цей показник значно зменшився. Замість традиційного хліба, споживачі вибирають інші продукти. Щорічно в Україні виробляється близько 1,8 мільйонів тонн хліба та хлібобулочних виробів, причому більше 70% цього обсягу становлять великі промислові підприємства. Останнім часом ринок хліба стає все більш конкурентним, адже приватні пекарні, супермаркети та інші виробники також активно конкурують за увагу споживачів. На тлі цього зниження споживання традиційного хліба зумовлене зміною у смаках та уподобаннях споживачів, а також попитом на інноваційні продукти, які відповідають вимогам здорового способу життя [1].

Актуальність теми кваліфікаційної роботи обумовлена тим, що на даному етапі розвитку України, дуже велика увага приділяється якості та розширенню асортименту хлібобулочної продукції, оскільки саме від цього залежить успішне просування товару на споживчому ринку і та його здатність конкурувати з аналогічними товарами.

Метою кваліфікаційної роботи стало вивчення біотехнологічних способів, що використовуються при виробництві хліба.

Для досягнення поставленої мети було вирішено низку задач: проаналізувати стан виробництва хліба в Україні; вивчити хімічний склад, харчову та біологічну цінність хлібобулочних виробів; вивчити біотехнологічні аспекти виробництва хліба; провести комплексну оцінку якості хліба за органолептичними і фізико-хімічними показниками; проаналізувати асортимент хліба, що реалізується в маркеті «Делві» м.Полтава; визначити мікробіологічні показники якості та безпечності хліба.

Результати власних досліджень доповідалися і отримали позитивні відгуки на IX Міжнародній молодіжній науково-практичній інтернет-конференції «Наука і молодь у ХХІ сторіччі» (м. Полтава, ПУЕТ, 30 листопада 2023 року із доповіддю: «Застосування методів біотехнології в хлібопеченні» (додаток А).

Об'єктами кваліфікаційної роботи було обрано зразки житнього хліба вітчизняного виробництва.

Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні – відповідно до вимог чинного нормативного документу, стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови».

Кваліфікаційна робота складається із вступу, основної частини (чотирьох розділів), висновків і пропозицій, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Аналіз виробництва хліба в Україні

Хліб та хлібобулочні вироби входять до споживчого набору товарів для розрахунку індексу споживчих цін, їх частка у ваговій структурі цього набору складає майже 9%. Ринок хліба є одним із ключових ринків продовольства поряд з ринком зерна, молока, м'яса, рослинної олії, яєць та інших продуктів. Це одна з найважливіших сфер економіки, яка має великий потенціал та забезпечує населення основними продуктами харчування.

Нині хлібопекарська галузь України, завдяки широкому асортименту продукції, виробничим потужностям, сучасним технологіям та методам організації виробництва, спроможна повністю забезпечити населення різноманітними та якісними хлібобулочними виробами за доступними цінами. Населення України повністю забезпечене вітчизняним хлібом та хлібобулочними виробами, що є особливістю сучасної хлібопекарської галузі країни. Це пояснюється насамперед тим, що ці види продукції мають нетривалий термін зберігання і повинні бути швидко реалізовані, адже хлібопекарська продукція швидко втрачає споживчі властивості та не може транспортуватися на великі відстані. Тому в Україні немає великої кількості імпортованих товарів цього типу, а вітчизняні виробники не стикаються з конкуренцією з боку закордонних підприємств. Водночас швидкопсувність хліба та хлібобулочних виробів ставить перед виробниками жорсткі вимоги: обсяги виробництва повинні відповідати обсягам споживання, тобто скільки вироблено, стільки має бути й реалізовано [46].

Ринок України представлений великою кількістю вітчизняних підприємств. До переліку найбільших виробників хліба загалом увійшло 50 компаній галузі, які розмістились у залежності від обсягів виробництва. Серед них виділяється ПАТ «Концерн «Хлібпром», який увійшов до трійки

найбільших виробників хліба в Україні за версією авторитетного рейтингу «200 найбільших агрокомпаній України». «Концерн Хлібпром» зайняв серед них третє місце з показником 108 тис. т виготовленої продукції за 2023 рік. Даний рейтинг містить не лише фізичні, але й фінансові результати діяльності компаній.

«ПАТ «Концерн Хлібпром» одне з найбільших підприємств українського ринку хліба, яке щодня виготовляє до 300 т продукції – хлібної, хлібобулочної, кондитерської та тістових напівфабрикатів. В структуру Компанії входить 8 переробних підприємств, що розташовані у Львівській та Вінницькій областях. Компанії належать ТМ «Хлібна хата», «Вінницяхліб», «Львівський хліб», «Живий злак», Panerini, Bandinelli, «Любляна» та «Наминайко» [33].

Питома вага найбільших виробників хліба та хлібобулочних виробів на українському ринку наведена на рисунку 1.1.

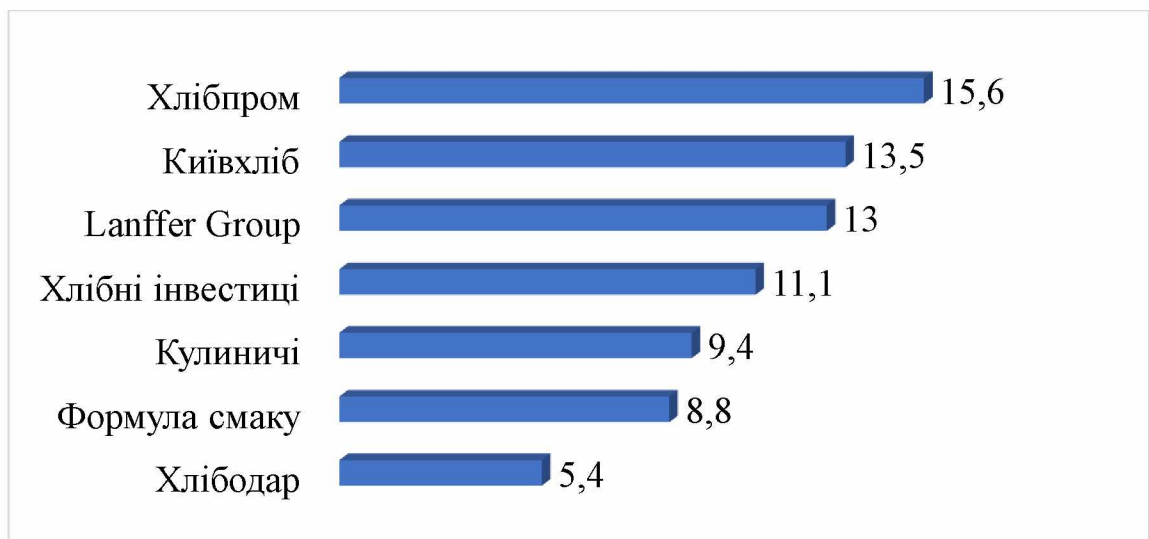


Рисунок 1.1 – Питома вага найбільших виробників хлібобулочних виробів на ринку України у 2023 році.

Як бачимо, серед зазначених виробників першість належить ПАТ «Концерн «Хлібпром» (м.Львів) з його часткою на ринку 15,6%. Не надто відстає від нього ПАТ «Київхліб» (м.Київ) з часткою 13,5%. Група «Lauffer Group» (м.Донецьк) у 2019 році мав частку у виробництві хліба та хлібобулочних виробів 13%, але, зрозуміло, з об’єктивних причин його питома

вага на ринку різко скоротилась. ТОВ «ХК «Хлібні інвестиції» (м.Київ) охоплюють на ринку частку трохи більшу 11%, а усі решта зазначених на виробників не «дотягують» до 10% ринку: ТМ «Кулиничі» (м.Харків) – 9,4%, ТМ «Формула смаку» (Кропивницький) – 8,8%, ТМ «Хлібодар» (м.Запоріжжя) – 5,9%. Така структура ринку спостерігається впродовж останніх 5 років з невеликими коливаннями питомої ваги окремих підприємств. Зрозуміло, що станом на лютий 2024 року частка виробників, зареєстрованих у Харкові, Запоріжжі, які зуміли частково здійснити релокацію своїх виробничих потужностей, суттєво знизилась, хоча їхні підприємства продовжують працювати, інколи реально під обстрілами, забезпечуючи населення хлібом як найважливішим серед продуктів харчування [6].

Загалом, перелічені вище підприємства і компанії постачають на ринок близько $\frac{3}{4}$ загальних обсягів хлібної продукції промислового виробництва. А якщо розглядати ринок хліба та хлібобулочних виробів, то він відрізняється значною диференціацією. Так, промислове виробництво хлібної продукції в структурі ринку становить близько 40%, а близько 60% ринку припадає на приватні міні-пекарні, пекарні торговельної мережі, цехи підприємств громадського та швидкого харчування. Особливістю галузі є й те, що значна частка продукції взагалі не піддається обліку органами державної статистики, оскільки хлібна продукція виготовляється приватними особами, невеликими цехами та ін., які спеціалізуються, в основному, на крафтових сортах хліба за старовинними рецептами, з натуральними рослинними добавками, зі спеціального борошна та ін. Їх частку можна встановити лише дуже наближено, виходячи із чисельності населення в країні та середньозваженої норми споживання хліба та хлібобулочних виробів [11].

Якщо звернутись до статистики кількості підприємств-виробників хлібної продукції, у тому числі малих підприємств, то вона наведена в таблиці 1.1. За даними таблиці можна зробити висновок, що за аналізований період загальна кількість діючих підприємств у галузі з незначними коливаннями зростала: з 735 до 793 одиниці, тобто абсолютний приріст кількості виробників

хліба та хлібобулочних виробів за останні п'ять років становив 58 підприємств, а відносний приріст – майже 8%. Стосовно малих підприємств, то їх кількість за аналізований період зросла на 42 одиниці (з 591 до 633), тобто на 7%.

Таблиця 1.1 – Кількість діючих підприємств-виробників хлібної продукції в Україні за 2017-2021 рр.

Роки	Всього		Малі підприємства	
	одиниць	% до загальної кількості діючих під-в	одиниць	% до загальної кількості діючих під-в
2017	735	0,1	591	80,4
2018	749	0,1	599	80,0
2019	769	0,1	610	79,3
2020	751	-	591	78,7
2021	793	-	633	79,8

З наведених даних можемо зробити висновок, що у галузі виробництва хліба та хлібобулочних виробів лєвова частка припадає на малі підприємства, питома вага яких в загальному обсязі коливається навколо 80% [50].

Впродовж останніх п'яти років в загальному обсязі реалізації хлібної продукції в Україні зростає частка виробництва фізичними особами-підприємцями, один з яких є об'єктом нашого дослідження. Це приріст становить за 2017-2021 рр. 1,8 в.п. (10% – 8,2%). Але для повного розуміння динаміки ринку хліба та хлібобулочних виробів в Україні за обсягами реалізації скористаємось даними рисунків 1.2 – 1.3.

Виробництво хліба та хлібобулочних виробів належить до матеріаломістких і основною сировиною для виробництва є борошно. Якщо звернути увагу на структуру споживання борошна в Україні, то близько 90% його виробництва споживає хлібопекарська галузь. Галузь дуже чутлива до зміни цін на борошно, що, у свій час, призвело до протестів хлібопекарів у

зв'язку із значним подорожчанням основної сировини їхньої продукції – борошна. Тому ситуація на ринку борошна, так само, як на ринку зерна, перебуває під пильною увагою держави [33].

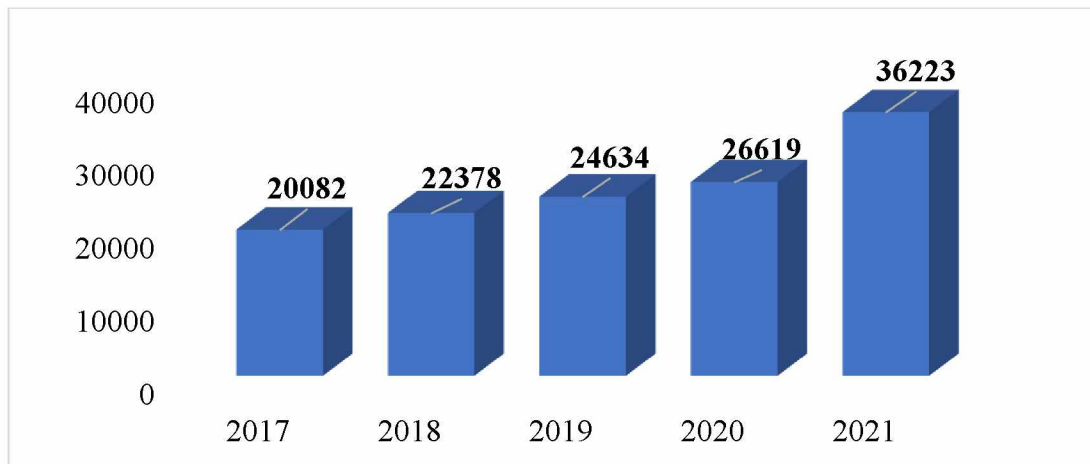


Рисунок 1.2 – Динаміка об'ємів реалізації хлібобулочної продукції суб'єктами господарювання в Україні

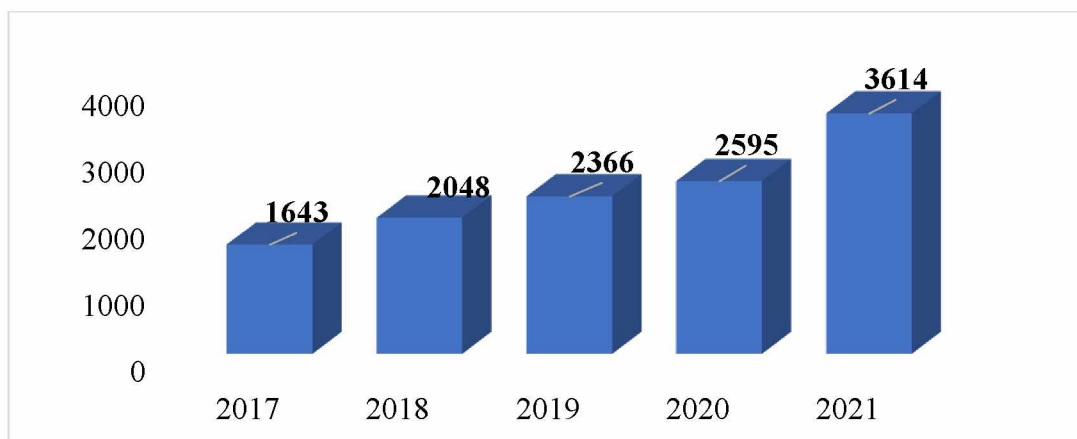


Рисунок 1.3 – Динаміка об'ємів реалізації хлібобулочної продукції ФОП в Україні

Не дивлячись на те, що галузь є однією з найстаріших в Україні й характеризується значним фізичним і моральним зношенням основних засобів, вона, все ж таки, залишається однією з найбільш привабливих для потенційних інвесторів. Обсяги інвестицій у хлібний бізнес щорічно зростають. Однак, помітною є й інша тенденція: основним джерелом фінансування діяльності підприємств хлібопекарської галузі є власні грошові ресурси підприємств чи фізичних осіб-підприємців. Це стосується, в

основному, міні-пекарень, які впродовж останніх років помітно активізувались на ринку з власними вузькими асортиментними лінійками, але якісної хлібобулочної продукції, наприклад, крафтові сорти хліба, домашня випічка, екопродукція та ін. [6].

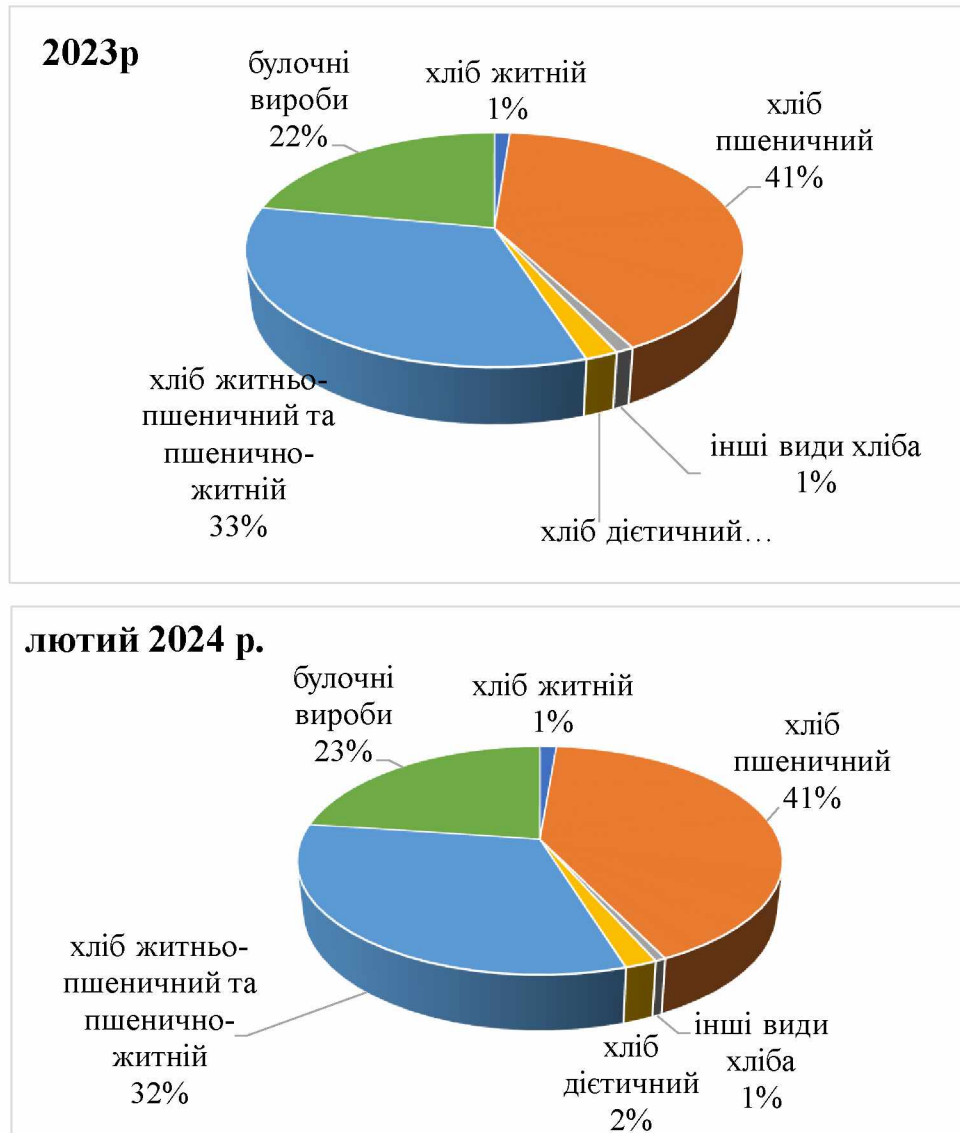


Рисунок 1.4 – Структура ринку хлібобулочних виробів за видами у 2023р. та початку 2024 р.

Крім того, хлібопекарі є одними з тих, хто найчастіше користуються кредитними ресурсами, особливо мікрокредитами, в процесі придбання необхідного обладнання, для усунення чи запобігання нестачі обігових коштів. Державою здійснюється підтримка хлібопекарських підприємств при

закупівлі обладнання вітчизняного виробництва для переробки сільськогосподарської продукції та будівництва і реконструкції виробничих об'єктів через механізми здешевлення середньострокових та довгострокових кредитів [6].

Структура ринку хліба та хлібобулочних виробів за видами продукції у 2023 р. та початку 2024 р. представлена на рисунку 1.4.

Аналіз вторинної інформації показує, що сьогодні розвиток ринку хліба та хлібобулочних виробів відбувається переважно за рахунок нетрадиційних сортів, зростає попит на нові сорти хліба з більш складною рецептурою і здобу, тоді як споживання «соціального» хліба є досить стабільним протягом вже кількох років (його частка становить близько 50%). Враховуючи ситуацію зменшення споживання хліба та хлібобулочних виробів на ринку, доцільними вважаємо розроблення та підтримання продуктових інновацій підприємствами хлібопекарської промисловості для того, щоб викликати зацікавлення споживачів. Проте впровадження таких інновацій вимагає їх належного обґрунтування з урахуванням переваг споживачів.

Отже, в умовах сьогодення на ринку хліба і хлібобулочних виробів в Україні спостерігається висока конкуренція. Хлібопекарські підприємства пропонують широкий асортимент виробів з різноманітними смаковими властивостями, поживною цінністю, а також урізноманітнюють його новими зразками, хоча постійно скорочуються обсяги промислового виробництва хліба та хлібобулочних виробів. Через ситуацію зменшення споживання хліба та хлібобулочних виробів населенням підприємствам хлібопекарської промисловості необхідно обґрунтовувати напрями продуктових інновацій з урахуванням наявної структури їх товарного асортименту та переваг споживачів через їх дослідження та визначення пріоритетних напрямів впровадження інноваційних товарів [33].

1.2. Характеристика хімічного складу, харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів

Хлібобулочні вироби характеризуються високими споживними властивостями, які визначаються їх хімічним складом, засвоюваністю поживних речовин, енергетичною цінністю та біологічними показниками.

Хліб як харчовий продукт має забезпечувати організм енергією, пластичними речовинами (білками, жирами, вуглеводами), біологічно активними речовинами (ферментами, гормонами), сприяти укріпленню імунітету, що залежить від вмісту повноцінних білків і вітамінів [14].

Харчова цінність показує комплекс корисних властивостей продукту, його здатність забезпечувати фізіологічні потреби організму в енергії та основних поживних речовинах: білках, вуглеводах, жирах, вітамінах, мінеральних речовинах та їх засвоюваність. Хліб має високу харчову цінність, вона залежить від виду і сорту борошна, рецептурних добавок і вологості виробу [7].

Хімічний склад хлібобулочних виробів – зумовлюється видом і сортом борошна, рецептурою, способами приготування тіста, випікання та іншими чинниками.

Хліб поліпшений і здобний, до складу якого входять молочні, яєчні та деякі інші продукти, характеризується підвищеним вмістом білкових речовин, передусім повноцінних білків. Хліб багатий на вуглеводи: крохмаль, декстрин, цукри і харчові волокна. До харчових волокон належать клітковина, яка сприятливо впливає на функції травного тракту, ліпідний обмін речовин, виведення з організму токсичних і радіоактивних речовин. Тому в багатьох країнах світу практикують виготовлення хліба з цілого зерна, а точніше з борошна, до складу якого входять усі структурні частини зерна [22].

Булочні, здобні, бубликові та інші хлібобулочні вироби мають у своєму складі ті самі речовини, що входять до складу хліба, але в інших пропорціях.

Булочні вироби у порівнянні з хлібом характеризуються меншим вмістом води (32-35%) і більшою кількістю поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів).

Загалом хлібобулочні вироби забезпечують потреби людини в основних поживних речовинах у таких обсягах: у вуглеводах на 40-45%, в тому числі в цукрах - 15 і харчових волокнах - 50-60; білках на 30-35, у тому числі в білках рослинного походження на 80-82; жирах на 8-12%.

В людському організмі хліб засвоюється не на 100% (бо, в ньому містяться речовини, що не перетравлюються: клітковина, гемі целюлоза) та різні речовини, такі як, крохмаль, білок, жири засвоюються по-різному, це залежить від багатьох чинників [15].

Зазвичай засвоюваність хімічних речовин у хлібобулочних виробах з вищих сортів борошна краща, що пояснюється меншим вмістом у них клітковини та вищою пористістю. Важливу роль відіграють смакові властивості виробів, їхній зовнішній вигляд. Добре розвинена пористість виробів зумовлює добру збагачуваність їх травними соками, що сприяє кращому засвоюванню їжі.

Хлібобулочні вироби відіграють важливу роль в енергетичному балансі людини, забезпечуючи на 30-35% його потреби в енергії. Енергетична цінність житнього хліба становить 180-220, пшеничного – 230-250 ккал/100 г. Високою енергетичною цінністю характеризуються здобні хлібобулочні вироби, сухарі, сушки та інші вироби тому що в них менший вміст води та більше поживних речовин [23].

Біологічна цінність хліба – полягає в наявності та співвідношенні в білках незамінних амінокислот, кількості вітамінів, мінеральних і деяких інших речовин. Білки хліба мають у своєму складі всі незамінні амінокислоти, їх у житньому хлібі більше, ніж у пшеничному. Вони бідніші на деякі незамінні амінокислоти (лізин, цистин, триптофан і метіонін), ніж білки м'яса, риби, молочних продуктів, тому тісто збагачують, додаючи яєчні, молочні та деякі інші продукти. У порівняння з виробами із пшеничного борошна, житній хліб

значно відрізняється за вмістом незамінних амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів.

Хліб важливий як джерело мінеральних речовин. До його складу входить комплекс необхідних вітамінів групи В - тіамін (В), рибофлавін (В₂), а також нікотинова кислота (РР), токоферол (Е) [37].

У хлібові міститься калій, фосфор, сірка, магній в кілька менших кількостях хлор, кальцій, натрій, кремній і в невеликих кількостях інші елементи.

Добова потреба організму в органічних кислотах складає 2 г. У 100 г житньо-пшеничного хліба міститься 0,32 г органічних кислот, а в 100 г батонів нарізних – 0,24 г. Це свідчить про те, що 300 г українського хліба забезпечує добову потребу в органічних кислотах на 48 %, а 300 г батонів нарізних – на 32 %. Тобто, вироби з хліба є суттєвим джерелом органічних кислот у денному раціоні людини.

Хліб багатий на фосфор, магній, сірку, залізо, марганець. У ньому недостатньо міститься кальцій, калій, йод, селена, особливо у виробах з пшеничного сортового борошна [44].

Енергетична цінність показує кількість енергії, що виділяється з харчових речовин продукту в результаті їх біологічного окислення в організмі людини. Енергетичну цінність продукту виражають у ккал або кДж. Енергетична цінність хлібних виробів залежить від їх хімічного складу – вологості, вмісту білків, жирів, вуглеводів і ступеню засвоєння організмом цих складових. Чим менша вологість хліба і чим більше в його рецептурі міститься жиру і цукру, тим вища калорійність виробів.

Калорійність 300 г хліба формового з пшеничного оббивного борошна становить 609 ккал, а з борошна І сорту – 678 ккал.

Енергетична цінність житнього хліба становить 180-220, пшеничного – 230-250 ккал/100г, булочних, здобних та інших хлібобулочних виробів значно вища, ніж хліба - 250-300 Ккал.

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 [39].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад та енергетична цінність хлібобулочних виробів

Вид і сорт хлібобулочних виробів	Хімічний склад, г/100 г					Енергетична цінність, ккал/100г
	вода	білки	жири	вуглеводи	інші речовини	
Хліб пшеничний:						
вищого сорту формовий	37,8	7,6	0,8	48,7	8,8	238
оббивний формовий	44,3	8,2	1,4	37,3	5,1	195
Хліб житній :						
сіяний формовий	42,4	4,7	1,0	44,0	7,9	209
оббивний формовий	47,0	6,6	1,2	35,3	9,9	181
Батон нарізний вищого сорту	34,4	7,5	2,9	50,8	2,8	264
Здоба звичайна вищого сорту	27,5	8,0	5,3	53,9	3,3	299

Хлібобулочні вироби забезпечують потреби організму людини у кальції на 10-15%, магнії та фосфорі на 40-45, залізі на 70-75%. У простих хлібобулочних виробах міститься невелика кількість вітамінів В₁, В₂, В₆, РР, Е та ін. Пшеничний хліб багатший на вітаміни, ніж житній. У хлібі з борошна нижчих сортів вітамінів більше. Вітамінізований хліб має у своєму складі

вітамінів B₁, B₂ і PP, яких значно більше, ніж у звичайному. Хліб дає організму людини приблизно 1/3 всієї потрібної кількості вітамінів B₁ і B₂ [45].

Хліб має у своєму складі органічні кислоти (молочну, оцтову, яблучну, пропіонову та ін.), які активізують діяльність травного тракту людини, поліпшують мікрофлору кишківника, активізують кальцієвий обмін. Молочна кислота утворюється при бродінні опари й тіста, а також потрапляє у хліб разом з молочною сироваткою [42].

Білки хлібних виробів знаходяться у денатурованому стані, легко засвоюються. Їх кількість складає 4,5- 9%, вони повноцінні. Хліб поліпшений і здобний, до складу якого входять молочні, яєчні та деякі інші продукти, характеризуються підвищеним вмістом кращих за якістю білків.

Вчені відкрили одну незвичайну властивість хліба: у його білках багато глутамінової кислоти, що бере участь у великій кількості обмінних процесів в організмі, завдяки їй хліб викликає відчуття насичення. Тому, людина хоче вгамувати голод хлібом [20].

Жири хліба присутні у стані емульсії, тому добре засвоюються. Важливу роль відіграють смакові властивості виробів і їх зовнішній вигляд. Добре розвинута пористість виробів зумовлює їх промочування травними соками, що сприяє кращому засвоюванню їжі.

Середньодобова потреба людини в жирах становить 80-100 г. З цієї кількості 20-25 г мають бути рослинними.

Хлібобулочні вироби містять 27-44% води. У житньому хлібі води на 3-6% більше, ніж у пшеничному.

Хліб багатий на вуглеводи: крохмаль, цукри й харчові волокна (35-53%). Крохмаль у хлібові напів клейстеризований і дуже набряклий, що позитивно впливає на консистенцію м'якушу і його засвоюваність [30].

Цукри (0,7-1,4%) впливають на смак хліба і беруть участь у формуванні його кольору. З підвищенням сорту борошна кількість вуглеводів зростає, а цукру і клітковини, навпаки, зменшується. Вміст цукру збільшується з додаванням у тісто молока, молочної сироватки, цукру та деякої іншої

сировини. До харчових волокон належить клітковина (0,1-1,2%), яка сприятливо впливає на функції травного тракту, ліпідний обмін речовин, виведення з організму токсичних і радіоактивних речовин. Тому в багатьох країнах світу практикують виготовлення хліба з цілого зерна, а точніше, з борошна, до складу якого входять усі структурні частини зерна [41].

Збагачення хліба лізином може бути здійснено додаванням до борошна натуральних продуктів, багатих білками та лізином зокрема, шляхом додавання концентратів або чистих препаратів лізину. Серед різних натуральних продуктів, зважаючи на високий вміст лізину, заслуговує соєве борошно і дріжджі, сухе знежирене молоко, зародки злаків та соняшникова харчова макуха. Зрозуміло, що натуральні продукти мають таку перевагу, що крім підвищеного вмісту білка вони містять значну кількість вітамінів, мінеральних речовин та інших додаткових факторів харчування. Таким чином, застосовуючи натуральні збагачувачі ми можемо комплексно збагачувати хліб.

Хліб з гарною, рівномірною пористістю, еластичний, в якому всі речовини знаходяться в найбільш сприятливому для дії ферментів стані (білок денатурований, крохмаль клейстеризований, цукор розчинний), легко просочується травними соками, добре перетравлюється і засвоюється.

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 в рецептурах виробів для дитячого та лікувально-профілактичного харчування. Додавання вівсяного борошна замість пшеничного дозволяє отримати готові вироби зі зниженою енергетичною цінністю [43].

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 водночас

легкий продукт, довго не черствіє і навіть під час тривалого зберігання не втрачає своїх смакових якостей.

Поліпшення показників якості, підвищує харчову цінність хліба, бо, покращується його засвоюваність. Тому потрібно проводити технологічні заходи, що сприяють поліпшенню обсягу хліба, пористості, зовнішнього вигляду, смаку, аромату і т.д. До таких заходів належать: змішування різних партій борошна, заварювання частини борошна для певних сортів хліба, активація пресованих дріжджів, внесення в тісто жиру у вигляді водно-жирової емульсії, оптимальний для даного борошна спосіб приготування тіста [44].

1.3. Особливості біотехнології виробництва житнього хліба

Хлібобулочні вироби, виготовлені з використанням житнього борошна, займають важливе місце в харчуванні людини. Біологічно активні складові жита, особливо пророщеного, мають властивість виводити з організму токсини, завдяки чому допомагають усунути причини багатьох захворювань, можуть попереджувати ризик виникнення раку та діабету. До того ж, хліб з житнього борошна менш калорійний, оскільки містить менше крохмалю і більше харчових волокон, а також має неповторні смак і аромат.

Основною сировиною хлібопекарського виробництва є: житнє борошно, вода, дріжджі, кисломолочні бактерії, сіль. Як додаткова сировина використовують цукор, жири, яйця, патока, солод, ферментні препарати тощо. Виробництво хлібобулочних виробів можна розділити на такі етапи: зберігання і підготовка сировини до виробництва, приготування, оброблення, випікання, охолодження, зберігання і транспортування [28].

У порівнянні з пшеничним, хліб із житнього борошна має менший об'єм, темніше забарвлення, менше розпушену, трохи липку м'якушку, явно виражений кислуватий смак і специфічний аромат. Це пов'язано з

особливостями хлібопекарських властивостей борошна, що обумовлюють технологію його приготування [30].

Житнє борошно має особливості хімічного складу, які впливають на його хлібопекарські властивості. Крохмаль житнього борошна більше піддається дії амілолітичних ферментів, ніж крохмаль пшеничного борошна.

В житньому борошні завжди є деяка кількість α -амілази в активному стані, тоді як в пшеничному борошні (із не пророщеного зерна) знаходиться практично тільки активна P -амілаза. Клейстеризація житнього крохмалю проходить при нижчій температурі, ніж пшеничного. В житньому борошні міститься 2-3 % дуже набряклих високомолекулярних пентозанів - слизів. Білково-протеїназний комплекс житнього борошна також специфічний. Білки житнього борошна в тісті здатні значною мірою пептизуватися, переходячи у в'язкий колоїдний розчин. Вказані особливості житнього борошна обумовлюють і суттєву різницю у властивостях і способах приготування житнього і пшеничного тіста [15].

Структура і структурно-механічні властивості житнього тіста характеризуються відсутністю в ньому губчатого клейковинного каркаса, який надає пшеничному тісту властивості щільності та еластичності. Значна частина білків житнього борошна в тісті необмежено набрякає, пептизується і переходить у стан в'язкого колоїдного розчину. Тому для житнього тіста характерна висока в'язкість, пластичність і невелика здатність до розтягування, низька щільність. Крім того, активність амілази приводить до накопичення в м'якушці хліба декстринів, надає йому підвищену липкість. Така м'якушка за станом нагадує м'якушку невипеченого хліба або хліба із борошна, змеленого із пророслого зерна [56].

Покращенню структурно-механічних властивостей житнього тіста сприяє підвищення кислотності, в першу чергу шляхом накопичення в ньому молочної кислоти. Висока кислотність житнього тіста необхідна не тільки для досягнення достатньої пептизації його білків, а також для тимчасового зупинення дії присутньої в житньому борошні α -амілази. У зв'язку з цим

кислотність приготовленого вибродженого тіста із житнього борошна повинна бути доведена наприклад до 12 град. Для досягнення такої кислотності житнього тіста необхідна специфічна бродильна мікрофлора. В пшеничному тісті з сортового борошна головним видом бродильної мікрофлори є дріжджі, на ряду з якими певну роль грають і кислотоутворювачі бактерії, а основним видом бродіння є спиртове.

При приготуванні житнього тіста необхідне достатньо швидке і значне накопичення кислотності. Тому житній хліб готують на заквасках. При цьому в житніх заквасках та тісті повинні бути створені умови, при яких кількість кислотоутворювачів бактерій набагато (60-80 разів) перевищувала б кількість дріжджових клітин. Відповідно молочнокисле бродіння в житньому тісті переважає спиртове [43].

Приготування хліба з житнього та житньо-пшеничного борошна багатостадійне (2, 3 і більше стадій). Тісто готують на заквасках, куди входять молочнокислі бактерії та дріжджі. Закваски можуть бути густі: головки - вологість 48-50 %, кваси - вологість 60 % і рідкі закваски - вологість 65-70 %.

Закваски одержують попередньо, рідкі - на хлібозаводі, зовнішній вигляд закваски схожий з опарою. Це рідке тісто, до складу якого входять: борошно, вода і частина збродженого тіста. У виробничому циклі закваски постійно відновляють. Загальний час бродіння житнього тіста 10-12 год, використовується багато спеціального устаткування. В умовах малих виробництв не можна виготовити житній хліб [37].

Мікрофлору заквасок можна поділити на корисну та шкідливу. До корисної належать молочнокислі бактерії, які беруть безпосередню участь у бродінні тіста, покращення смаку та аромату кінцевої продукції. Шкідливою мікрофлорою вважають ті мікроорганізми, які негативно впливають на процеси бродіння, є антагоністами молочнокислих бактерій, порушують технологічний процес і знижують якість готового хліба. У тісто вони потрапляють разом із сировиною, по трубопроводах, комунікаціях, із повітря

приміщень. Тому дослідження якісного та кількісного складу мікрофлори заквасок із пророщеного зерна пшениці сьогодні є актуальною проблемою [4].

Застосовувані в хлібопеченні дріжджі можуть зброджувати всі цукри тіста — глюкозу, фруктозу, мальтозу й сахарозу. Глюкоза і мальтоза зброджуються в тісті безпосередньо, а сахароза попередньо перетворюється на глюкозу і фруктозу. Молекула мальтози розкладається в тісті мальтозою дріжджів на дві молекули глюкози [38].

Процес спиртового і молочнокислого бродіння тіста — це ланцюг складних біохімічних процесів, зумовлених взаємодією комплексу ферментів дріжджів і кислотоутворюючих бактерій та ферментів борошна. При цьому із тіста в клітини дріжджів і кислотоутворюючих бактерій надходять розчинні продукти, необхідні для їх життєдіяльності (бродіння, дихання, розмноження), а із клітин у тісто виділяються основні та побічні продукти бродіння [12].

Під час зброджування цукрів виділяються спирт і вуглекислий газ. Етиловий спирт, що частково утворюється, бере участь в утворенні аромату хліба.

Вуглекислий газ, вивільняючись із в'язкого тіста, підіймає і розрихлює його, надаючи йому пористості. Чим більше виділяється вуглекислого газу, тим пористішими будуть тісто і хліб.

Для приготування деяких різновидів житнього хліба тісто готують заварюванням (зцукренням) частини борошна. Його заварюють і витримують при температурі 60-65°C протягом 1,5-2 год, що дає змогу прискорити процес бродіння тіста, збільшити пористість і об'єм хліба. Такі вироби мають темний колір, приємний аромат, специфічний солодкуватий смак і краще зберігаються.

При випічці у внутрішньому середовищі тістової заготовки пригнічується бродильна мікрофлора, змінюється активність ферментів, відбувається клейстеризація крохмалю і теплова денатурація білків, змінюється вологість і температура внутрішніх шарів тіста-хліба. Життєдіяльність дріжджів і бактерій в перші хвилини випічки підвищується, внаслідок чого активізуються

спиртове і молочнокисле бродіння. При температурі 55-60°C відмирають дріжджі й не термофільні молочнокислі бактерії [31].

В результаті активізації дріжджів і бактерій на початку випічки трохи збільшується вміст спирту, оксиду вуглецю і кислот, що позитивно впливає на об'єм і якість хліба.

Дуже ефективним способом зміни складу та властивостей бродильної мікрофлори житніх заквасок, а отже, і співвідношення в них різних продуктів бродіння є зміна температури. Встановлено, що при підвищенні температури заквасок від 25 до 40 °C збільшується кількість кислот, зокрема молочної кислоти в загальній кислотності тіста. З моменту замішування тіста починається його бродіння.

Під час бродіння тіста внаслідок дії ферментів дріжджів на вуглеводи утворюються етиловий спирт, вуглекислий газ, молочна й оцтова кислоти та інші продукти [52].

Відомо, що тільки багатоступінчасте виготовлення житнього тіста з багаторазовим додаванням до нього свіжих порцій борошна з одночасним тривалим бродінням дає змогу підвищити його газо-утримуючу здатність і формостійкість.

Тривалість випікання виробів з житнього борошна більша у порівнянні з пшеничними [8].

Пакування. Велике значення у збереженні споживних властивостей хлібобулочних виробів має їх упакування.

У багатьох країнах світу майже весь хліб і булочні вироби, які надходять у продаж, запаковані у пакети з полімерних матеріалів. В Європейському Союзі упаковують всі хлібобулочні вироби.

Кількість упакованої продукції, що випускається в Україні весь час зростає. Для упакування хлібобулочних виробів використовують лотки, ящики, кошики, тару, обладнання контейнерного типу. Лотки застосовують переважно дерев'яні. Однак вони мають низку недоліків: швидко забруднюються, погано підлягають санітарному опрацюванню, не витримують

тривалих перевезень. Протягом останніх років почали використовувати пластмасові лотки термін експлуатації яких у 4-5 разів довший, ніж дерев'яних, вони легко підлягають санітарному опрацюванню [51].

При виробництві упакованого хліба та булочних виробів необхідно враховувати, що під час охолодження гарячих виробів виділяється волога, яку необхідно видалити (від 2 до 4 %). В непроникних герметичних пакетах створюється перезволожене середовище, яке сприяє злипанню м'якушки, виникненню картопляної хвороби, розвитку плісняви. Цей процес супроводжується як погіршенням смаку, так і товарного вигляду. Тому плівки не з усіх полімерних матеріалів можуть використовуватись для упаковки гарячого хліба. Переважна більшість українських підприємств упаковують хлібобулочні вироби тільки після охолодження.

Перевозять хлібобулочні вироби в основному автомобільним, рідше водним, залізничним і гужовим видами транспорту. З автомобільного транспорту для перевезення хлібобулочних виробів найширше застосовується спеціалізований. Автомашини та інші транспортні засоби, призначені для перевезень хлібобулочних виробів, повинні мати санітарний паспорт або письмовий висновок міської чи районної санітарної інспекції про придатність їх для перевезення цієї продукції [41].

Приймаючи хлібобулочні вироби, у магазині перевіряють їх кількість та якість, якість тари та упакування, строки витримання виробів після виймання з печі, правильність оформлення супровідного документа (накладної, рахунка-фактури), наявність у ньому відмітки про якість виробів. Забраковані при прийманні хлібобулочні вироби повертають постачальнику тим транспортом, який їх доставив. У супровідному документі, крім заповнення всіх належних реквізитів про приймання продукції, зазначають якість продукції та ознаки браку, який повертають [30].

У роздрібній торговельній мережі слід дотримуватися строків реалізації хлібобулочних виробів, які відраховуються з моменту виймання хлібобулочних виробів з печі.

РОЗДІЛ 2.

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Об'єкти дослідження

Об'єктом дипломної роботи було обрано три зразки житнього хліба вітчизняного виробництва, що реалізуються в маркеті «Делві» м. Полтава.

Першим зразком був обраний хліб «Домашній житній» ТМ «Київхліб» (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Зразок хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб»

Зразок хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб» є заварним житнім хлібом на заквасці, з додаванням житнього солоду та житнього борошна грубого помелу. Маса нетто – 0,45 кг. Компонентний склад: борошно житнє обойне – 44%, вода питна, борошно пшеничне першого сорту, солод житній сухий ферментований – 3,4%, цукор, сіль кухонна, дріжджі хлібопекарські пресовані. Поживна цінність (середнє значення) на 100 г продукту: вміст білків – 7,4 г, жирів – 1,2 г (з них насичених – 0,1 г), вуглеводів – 45,0 г (з них цукри 4,4 г), сіль – 1,19 г. Енергетична цінність – 937 кДж / 224,0 ккал. Позначки чинного стандарту ДСТУ 4583 та «Без ГМО». Умови зберігання:

зберігати за температури не нижче ніж плюс 6°С та не вище ніж плюс 28°С. Термін придатності: не більше 5 діб. Виробник: ТОВ «Київхліб», виробничий цех №7, адреса потужностей виробництва: вул. Бориспільська, 22 м. Київ, 02093, Україна; телефон гарячої лінії: 0 800 305 535; офіційний веб-сайт: <https://kyivkhlіb.ua/>.

Другим зразком став хліб «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ» (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – хліб «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ»

Хліб «Житнє диво» наймовірно смачний, з унікальною кислинкою для справжніх поціновувачів житньої випічки. Склад: борошно пшеничне першого сорту 50%, борошно житнє 40%, солод житній ферментований 10%, вода питна, інвертний сироп (цукор білий, регулятори кислотності: кислота молочна харчова, сода харчова), сіль кухонна, дріжджі хлібопекарські пресовані, рідка закваска (цільнозмелене зброджене житнє борошно, продукти бродіння: молочна та оцтова кислота, сіль кухонна, солодовий екстракт), коріандр. Поживна цінність (середнє значення) на 100 г продукту: вміст білків

– 5,7 г, жирів – 0,9 г, вуглеводів – 46,8 г. Енергетична цінність – 934 кДж / 220,3 ккал. Позначки чинного стандарту «ДСТУ 4583». Фасування – 0,5 кг. Строк придатності до споживання: 72 год. Умови зберігання: зберігати хліб при температурі від +6°C до +28°C. Виробник ТОВ «РОДИНА КМ», адреса потужностей виробництва: вул. Крип'якевича, 48а, м.Костопіль, Рівненська область, 35000, Україна; телефон / факс: (03657) 2-64-97; офіційний веб-сайт: <https://www.rodyna-tm.com.ua/uk>.

Третім зразком став хліб «Житній край» ТМ «Кулинич» (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Хліб «Житній край» ТМ «Кулинич»

Хліб «Житній край» виготовлений із суміші житнього і пшеничного борошна. Склад: борошно житнє обдирне, борошно пшеничне першого сорту, вода питна, цукровий сироп, посипка (пшоно, насіння льону, мак білий, насіння кунжуту), дріжджі хлібопекарські пресовані, солод житній ферментований, закваска (вода, борошно житнє, сіль, солодовий екстракт), сіль кухонна, суміш хлібопекарна (солод ячмінний мелений, борошно житнє, олія рапсова), коріандр. Поживна цінність (середнє значення) на 100 г продукту: вміст білків – 57,3 г, жирів – 1,8 г, вуглеводів – 45,8 г (з них цукрів –

7,4 г), сіль – 1,3 г, насичені жирні кислоти – 0,2 г. Енергетична цінність – 975 кДж / 233,0 ккал. Позначки чинного стандарту «ДСТУ 4583», «ISO 9001», «ISO 22000», «Без ГМО», «Підходить вегетаріанцям». Умови зберігання: мінімальна температура +6°C, максимальна температура +28°C, відносна вологість повітря 65-75%, зберігати у чистому, сухому приміщенні, що добре вентилується. Термін придатності – не більше 5 діб. Виробничі потужності: ТОВ «Українсько-слов'янське спільне підприємство «Київський обласний хлібопекарський комплекс», Комбінат хлібопечення «Кулиничі». Адреса потужностей виробництва: вул. Грищенка, 17, м. Харків, Харківський р-н, Харківська обл., Україна, 61026.

Обрані зразки житнього хліба були придбані в маркеті «Делві», що розташований за адресою вул. Чумацький Шлях, буд.36в, Полтава, Полтавська область, 36000, Україна.

2.2. Методи дослідження

Комплексна оцінка якості обраних зразків житнього хліба визначалася відповідно до вимог чинного стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови» за органолептичними і фізико-хімічними показниками, також була проведена балова оцінка якості [10].

До органолептичних показників належать: зовнішній вигляд хліба (форма, поверхня, колір), стан м'якушки, запах та смак.

Зовнішній вигляд хліба визначають візуальним оглядом зразків і відмічають його симетричність, правильність форми та характер шкуринок (колір, товщину, наявність чи відсутність відділення від м'якуша).

Стан м'якушки хліба визначають за його кольором, структурою пористості й еластичністю. Колір м'якушки рекомендується визначати при денному освітленні. Вона може бути білого, сірого або темного з різними

відтінками. Відмічають стан м'якушки по промісу. Пористість м'якушки характеризують по крупності - дрібна, середня, крупна; по рівномірності - рівномірна, нерівномірна; по товщині стінок пор - тонкостінна, середня, товстостінна. Еластичність м'якушки визначають легким надавлюванням на нього пальцями. Вона може характеризуватись як щільна, нееластична або недостатньо еластична - при надавлюванні пальцями деформується мало; еластична - легко деформується і швидко відновлюється. Відмічається також липкість м'якушки.

Смак і наявність чи відсутність хрусту визначається розжовуванням хліба [15].

Із фізико-хімічних показників нами було визначено вологість м'якушки, пористість м'якушки та кислотність м'якушки.

Вологість житнього хліба є важливим показником якості продукту. Вона впливає на смакові властивості, термін зберігання та загальну придатність хліба до споживання. Від показника вологості хліба залежить його фізіологічна цінність і результати техніко-економічних показників роботи хлібопекарних підприємств. З підвищенням вологості хліба зменшується кількість корисних речовин (білків, вуглеводів, вітамінів, ін.). Зі збільшенням вологості хліба на 1% вихід його підвищується на 2-3%.

Для визначення вологості необхідні наступні прилади та матеріали: лабораторні технічні ваги, сушильна електрошафа, ступка, висушені до постійної маси бюкси (45x20 мм), ексікатор, ніж [11].

При визначенні вологості у виробах масою понад 0,2 кг лабораторний зразок розрізують поперек на дві рівні частини і від однієї частини відрізають скибку товщиною 1-3 см. При масі виробів 0,2 кг і менше із середини відібраного лабораторного зразка вирізають скибку товщиною 3-5 см.

Спочатку відокремлюють м'якушку від шкуринок (в першому випадку на відстані 1 см), видаляють всі включення. Маса виділеної проби повинна бути не менша як 20 г. Підготовлену пробу ретельно подрібнюють, перемішують і зважують у просушених і відтарованих металевих бюксах з

кришками з точністю до 0,01 г дві наважки по 5 г кожна і висушуємо в сушильній шафі при температурі 130°C протягом 40 хв. Охолоджуємо, зважуємо.

Вологість хліба (X) визначаємо за формулою:

$$X = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%, \text{ де}$$

m_1 – маса порожньої бюкси (г);

m_2 – маса бюкси з наважкою до висушування (г);

m_3 – маса бюкси з наважкою після висушування (г).

Під *пористістю* розуміють відношення об'єму пор м'якушки до загального об'єму хлібної м'якушки, виражене у відсотках. Пористість м'якушки хліба і булочних виробів масою не менше 200 г визначають за методом Зав'ялова за допомогою прибора Журавльова.

Для визначення вологості необхідні наступні прилади та матеріали: прибор Журавльова, технічні лабораторні ваги, ніж, рослинна олія.

Із середини хліба вирізають шматок не менше як 7...8 см і на відстані не менше 1 см від шкуринок роблять виїмки циліндром прибора. Гострий край циліндра змащують рослинною олією. Циліндр вводять обертальним рухом в м'якушку.

Заповнений м'якушем циліндр вкладають на лоток так, щоб обідок його щільно входив у проріз на лотку, потім хлібну м'якушку виштовхують із циліндра дерев'яною втулкою приблизно на 1 см, зрізують її біля краю циліндра гострим ножом і видаляють. М'якушку, яка залишилася в циліндрі, виштовхують втулкою до стінки лотка і також відрізають біля краю циліндра.

Об'єм вирізаного циліндра хлібної м'якушки обчислюють за формулою:

$$V = \frac{3,14 \times d^2 \times H}{4},$$

де d – внутрішній діаметр циліндра, см;

H – довжина циліндра хлібної м'якушки, см.

При внутрішньому діаметрі циліндра 3 см і відстані від стінки лотка до прорізу 3,8 см об'єм циліндра м'якушки дорівнює 27 см³.

Для визначення пористості пшеничного хліба роблять три циліндричні виїмки, житнього - чотири виїмки об'ємом 27 см³ кожна.

Приготовані виїмки (три або чотири) зважують усі разом з точністю до 0,01 г. Пористість X (у %) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{V - \frac{M}{n}}{V} \times 100,$$

де V – загальний об'єм виїмок хліба, см³;

M – маса виїмок, г;

n – щільність безпористої маси м'якушки.

Щільність безпористої маси хліба із житнього та житньо-пшеничного борошна становить 1,21 г/см³ [10].

Кислотність м'якушки хліба залежить від виду і сорту борошна, а також від способу приготування тіста і коливається від 2 до 12°. Підвищена і понижена кислотність впливає на смак хліба, який стає надміру кислим або прісним і без смаку. Кислотність визначають арбітражним методом.

Зразки, що складаються із цілого виробу масою понад 200 г, розрізують навпіл по ширині і від однієї половини відрізають шматок шириною не менше як 7-8 см. Підготовлені шматки м'якушки швидко подрібнюють, перемішують, і зважують 25 г подрібненої м'якушки з точністю до 0,01 г.

Наважку вміщують у суху пляшку місткістю 500 см³ із гарно припасованим корком. Мірну колбу місткістю 250 см³ наповнюють до мітки водою кімнатної температури. Близько 1/4 взятої води переливають у пляшку з хлібом, вміст швидко розтирають дерев'яною лопаткою або скляною паличкою з гумовим наконечником до одержання однорідної маси.

В одержану суміш доливають із мірної колби всю воду, яка залишилася. Пляшку закорковують, суміш енергійно струшують протягом 2 хв і залишають у спокої при кімнатній температурі протягом 10 хв. Потім суміш знову енергійно струшують протягом 2хв і залишають у спокої протягом 8 хв.

Відстояний рідкий шар обережно зливають крізь густе сито або марлю в суху склянку. Із склянки відбирають піпеткою по 50 см³ розчину у дві конічні колби місткістю по 100-150 см³ і титрують розчином гідроксиду натрію або калію концентрації 0,1 моль/дм³, додавши 2-3 краплі 1%-го розчину фенолфталеїну до появи рожевого кольору, не зникаючого протягом 1 хв у стані спокою [11].

Кислотність виробу (K) в градусах обчислюють за формулою:

$$K = \frac{25 \times 50 \times 4 \times V}{250 \times 10},$$

де, V – об'єм 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію або гідроксиду калію, см³;

$1/10$ – приведення 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію або гідроксиду калію до 1 моль/дм³;

4 – коефіцієнт, що приводить до 100 г наважки;

25 – маса наважки продукту, що досліджується, г;

250 – об'єм води, см³;

50 – об'єм розчину, взятого для титрування, см³.

Різниця між паралельними титруваннями допускається не більше як 0,3°. Кислотність визначають як середнє арифметичне двох визначень із точністю до 0,5°, причому частки до 0,25 не враховуються, понад 0,25 до 0,75 прирівнюються до 0,5, а понад 0,75 - до 1% [10].

Балова оцінка хліба. Для проведення дегустаційної балової оцінки якості хлібобулочних виробів найчастіше застосовують 5-ти балову шкалу оцінювання, з урахуванням коефіцієнта вагомості, яку розробили відповідно вимог стандарту (Додаток Б). З врахуванням публікацій М.Роте при дослідженні органолептичних показників хліба доцільно рекомендувати балову шкалу оцінки окремих властивостей хліба як показників його якості. Балова шкала оцінки якості хліба містить наступні показники: зовнішній вигляд, консистенція, смак та запах. Найвища оцінка за показник – 5 балів,

найменша – 1 бал. Розроблено також коефіцієнти вагомості: 0,4 відведено смаковим показникам, 0,3 – запах, 0,2 – зовнішній вигляд і 0,1 консистенція.

Сума балів від 5,0-4,5 – відповідає продукту відмінної якості; 4,49 – 4,0 – доброї якості; 3,9-3,0 – задовільної якості; менше 2,0 – незадовільної якості. Відмічаються такі ступені свіжості хліба у балах: дуже свіжий - 5; свіжий – 4; помірно черствий – 3; черствий – 2; дуже черствий – 1.

Щодо кожного зразка хліба проводиться запис у дегустаційному листку (Додаток В) у балах за кожним показником якості хліба: зовнішній вигляд, стан м'якушки, запах смак. За дегустаційними листками для кожного зразка хліба для кожного показника якості розраховується середня величина балів. За середніми величинами балів, отриманих для кожного зразка, може бути розрахований бал середній для всіх показників якості [11].

РОЗДІЛ 3.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ЯКОСТІ ЖИТНЬОГО ХЛІБА

3.1. Комплексна оцінка якості житнього хліба

Комплексна оцінка якості житнього хліба включає оцінювання різних показників, які відображають органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Оцінку якості обраних зразків хліба здійснювали відповідно до вимог ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови». Отримані результати наведено у вигляді таблиць 3.1. – 3.3.

Таблиця 3.1 – Результати оцінювання якості житнього хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб» за органолептичними показниками

Назва показника	Характеристика житнього хліба		Відповідність
	відповідно ДСТУ 4583:2023	«Домашній житній» ТМ «Київхліб»	
Зовнішній вигляд:			
• форма	Відповідає виду виробу, формі. В якій проводили випікання, без бокових впливів. Дозволено форму у вигляді виробу або частини його, нарізаного скибками	Відповідна, без деформації і плоских бокових напливів	Відповідає
• поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення, дозволено невеликі тріщини та підриви. Для упакованих виробів	Відповідна, без забруднення, тріщин і підривів	Відповідає

Продовження таблиці 3.1

	дозволено незначну зморшкуватість; для нарізаних виробів зі слідами розрізів		
• колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості.	Темно-коричневий	Відповідає
Стан м'якушки	Пропечена, без слідів непромісу; у заварних сортів хліба — з незначною липкістю; у виробів з фруктами сушеними, горіхами, ядрами насіння, зерновими та круп'яними добавками тощо — дещо ущільнена	М'якушка пропечена, без слідів непромісу	Відповідає
Запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху.	Приємний, солодовий, без сторонніх	Відповідає
Смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку	Властивий, кислуватий, без стороннього присмаку	Відповідає

Отримані результати оцінювання органолептичних показників якості житнього хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб» свідчать, що хліб повністю відповідає вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови» [10].

Таблиця 3.2 – Результати оцінювання якості житнього хліба «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ» за органолептичними показниками

Назва показника	Характеристика житнього хліба		Відповідність
	відповідно ДСТУ 4583:2023	«Житнє диво», ТМ«РОДИНА КМ»	
Зовнішній вигляд:			
• форма	Відповідає виду виробу, формі. В якій проводили випікання, без бокових впливів. Дозволено форму у вигляді виробу або частини його, нарізаного скибками	Відповідна, без деформації і плоских бокових напливів	Відповідає
• поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення, дозволено невеликі тріщини та підриви. Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість; для нарізаних виробів зі слідами розрізів	Відповідна, без забруднення, тріщин і підривів	Відповідає
• колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості.	Темно-коричневий	Відповідає
Стан м'якушки	Пропечена, без слідів непромісу; у заварних сортів хліба — з незначною липкістю; у виробів з фруктами	М'якушка пропечена, без слідів непромісу	Відповідає

Продовження таблиці 3.2

	сушеними, горіхами, ядрами насіння, зерновими та круп'яними добавками тощо — дещо ущільнена		
Запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху.	Приємний, солодовий, без сторонніх	Відповідає
Смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку	Властивий, кислуватий, без стороннього присмаку	Відповідає

Отримані результати оцінювання органолептичних показників якості житнього хліба «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ» свідчать, що хліб повністю відповідає вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови» [10].

Таблиця 3.3 – Результати оцінювання якості житнього хліба «Житній край» ТМ «Кулинич» за органолептичними показниками

Назва показника	Характеристика житнього хліба		Відповідність
	відповідно ДСТУ 4583:2023	«Житній край» ТМ «Кулинич»	
Зовнішній вигляд:			
• форма	Відповідає виду виробу, формі. В якій проводили випікання, без бокових впливів. Дозволено форму у	Відповідна, без деформації і плоских	Відповідає

Продовження таблиці 3.3

	вигляді виробу або частини його, нарізаного скибками	бокових напливів	
• поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення, дозволено невеликі тріщини та підриви. Для упакованих виробів дозволено незначну зморшкуватість; для нарізаних виробів зі слідами розрізів	Відповідна, без забруднення, тріщин і підривів	Відповідає
• колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості.	Темно-коричневий	Відповідає
Стан м'якушки	Пропечена, без слідів непромісу; у заварних сортів хліба — з незначною липкістю; у виробів з фруктами сушеними, горіхами, ядрами насіння, зерновими та круп'яними добавками тощо — дещо ущільнена	М'якушка пропечена, без слідів непромісу	Відповідає
Запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху.	Приємний, солодовий, без сторонніх	Відповідає
Смак	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку	Властивий, кислуватий, без стороннього присмаку	Відповідає

Отримані результати оцінювання органолептичних показників якості житнього хліба «Житній край» ТМ «Кулинич» свідчать, що хліб повністю відповідає вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови» [10].

Результати фізико-хімічних показників якості обраних зразків житнього хліба представлено у вигляді таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати фізико-хімічних показників якості зразків житнього хліба

Назва показника	Характеристика житнього хліба			
	відповідно ДСТУ 4583:2023	«Домашній житній» ТМ «Київхліб»	Житнє диво», «РОДИНА КМ»	«Житній край» ТМ «Кулинич»
Вологість м'якушки, % не більше ніж	41,0 – 53,0	46,4	44,1	42,3
Кислотність м'якушки, град, не більше ніж	5,0 – 12,0	6,1	5,8	7,2
Пористість м'якушки, % не менше ніж	46,0	54	52	58
Відповідність стандарту		+	+	+

Отримані результати фізико-хімічних досліджень показали, що обрані зразки житнього хліба різних виробників відповідають вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови», оскільки досліджувані показники

«вологість м'якушки», «кислотність м'якушки» та «пористість м'якушки» знаходяться в межах норми [10].

Для більш достовірної оцінки якості була проведена балова дегустаційна оцінка житнього хліба за 5-ти бальною шкалою із оцінюванням наступних показників: зовнішній вигляд – 5 балів, стан м'якушки (пористість) – 5 балів; запах – 5 балів; смак – 5 балів.

Результати балової оцінки житнього хліба представлено у вигляді діаграм на рисунка 3.1 – 3.3.

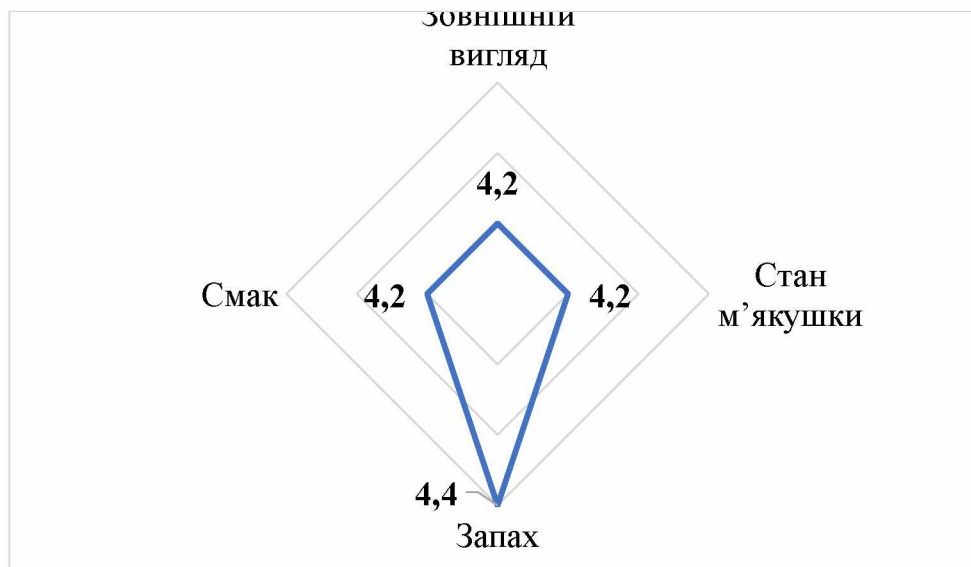


Рисунок 3.1 – Зведені результати балової оцінки якості житнього хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб»

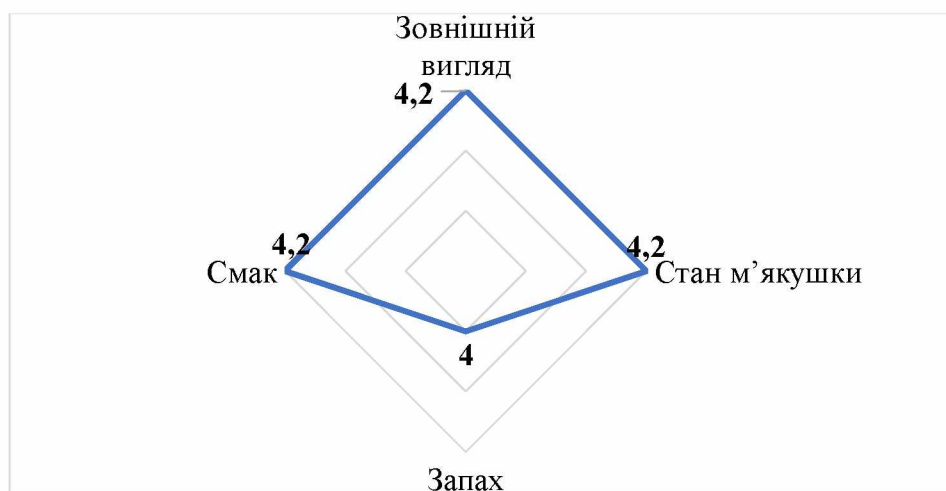


Рисунок 3.2 – Зведені результати балової оцінки якості житнього хліба «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ»

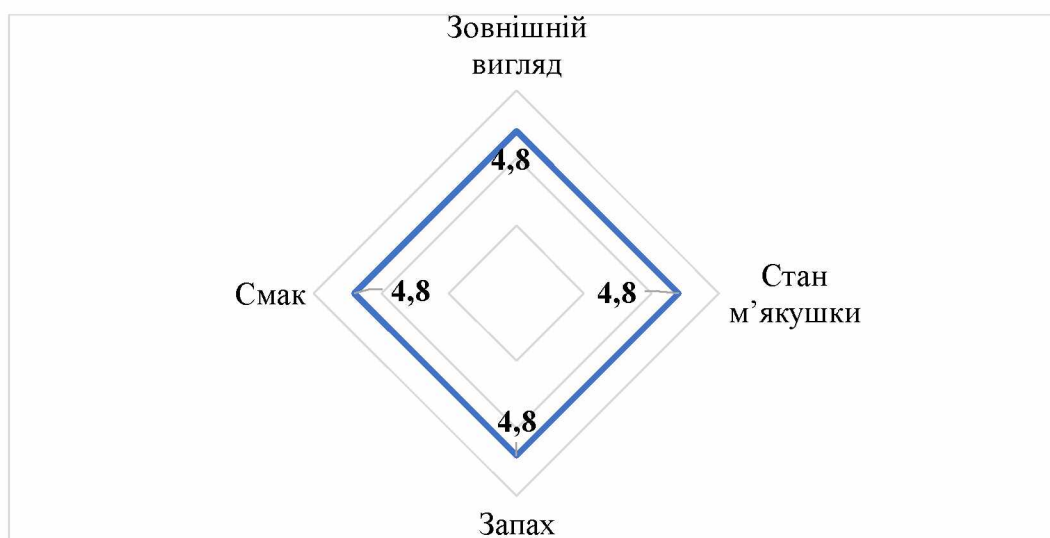


Рисунок 3.3 – Зведені результати балової оцінки якості житнього хліба «Житній край» ТМ «Кулиничі»

Результати балової оцінки якості житнього хліба показали, що:

- перший досліджуваний зразок хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб» набрав 4,25 бала, оскільки максимальну кількість балів 4,4 отримав за показник «запах», а за показниками «зовнішній вигляд», «Стан м'якушки» і «смак» – 4,2 бала;
- другий зразок житнього хліба «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ» набрав на 0,1 бала менше першого – 4,15 бала, найменшу кількість балів отримав показник «запах» – 4,0 балів, а показники «зовнішній вигляд», «стан м'якушки» та «смак» – 4,2 бала;
- третій зразок житнього хліба «Житній край» ТМ «Кулиничі» набрав найбільшу кількість балів – 4,8, оскільки всі оцінювані показники отримали в середньому 4,8 бала.

Проведена балова оцінка якості обраних зразків житнього хліба показала, що найбільшу кількість набрав зразок хліба «Житній край» ТМ «Кулиничі» - 4,8 бала і має рівень якості «відмінно»; досліджувані зразки житнього хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб» та «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ» мають рівень якості «добре» оскільки набрали 4,25 бала та 4,15 бала відповідно.

3.2. Аналіз асортименту хліба, що реалізуються в маркеті «Делві» м.Полтава

Асортимент хлібної продукції дуже різноманітний. Хлібна продукція виготовляється за всіма рецептами, має різну форму, форму та може бути упакованою або без упаковки. До асортименту входять різні види хліба, булочок, здобних виробів, бубликів, сухарів, а також національні та лікувально-профілактичні продукти.

У маркеті «Делві» представлений широкий асортимент хліба та хлібобулочних виробів. В маркеті представлені різноманітні сорти хліба, включаючи білий, житній, цільнозерновий, бездріжджовий, хліб з додаванням насіння та горіхів, а також різні булочні вироби.

В маркеті «Делві» також доступні власні пекарські вироби, які включають як традиційні українські хліби, так і спеціальні сорти, такі як французький багет та італійська чіабатта.

В асортименті хлібної продукції, що реалізується в маркеті «Делві» 42% припадає на хліб і 58 % припадає на булочні вироби (рисунок 3.4).

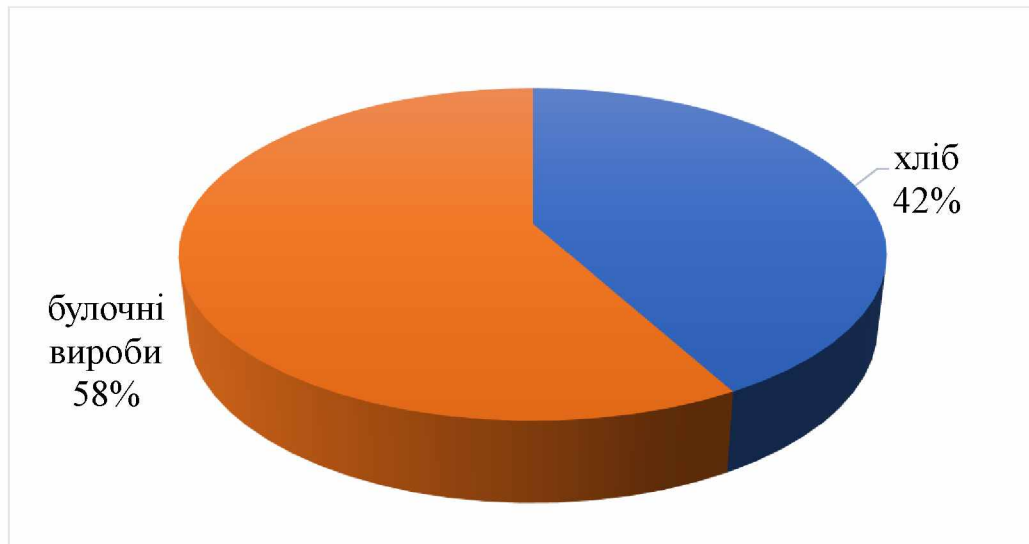


Рисунок 3.4 – Асортимент хлібної продукції в маркеті «Делві»

На рисунку 3.5 представлено структуру асортименту хлібної продукції, що реалізується в маркеті «Делві».

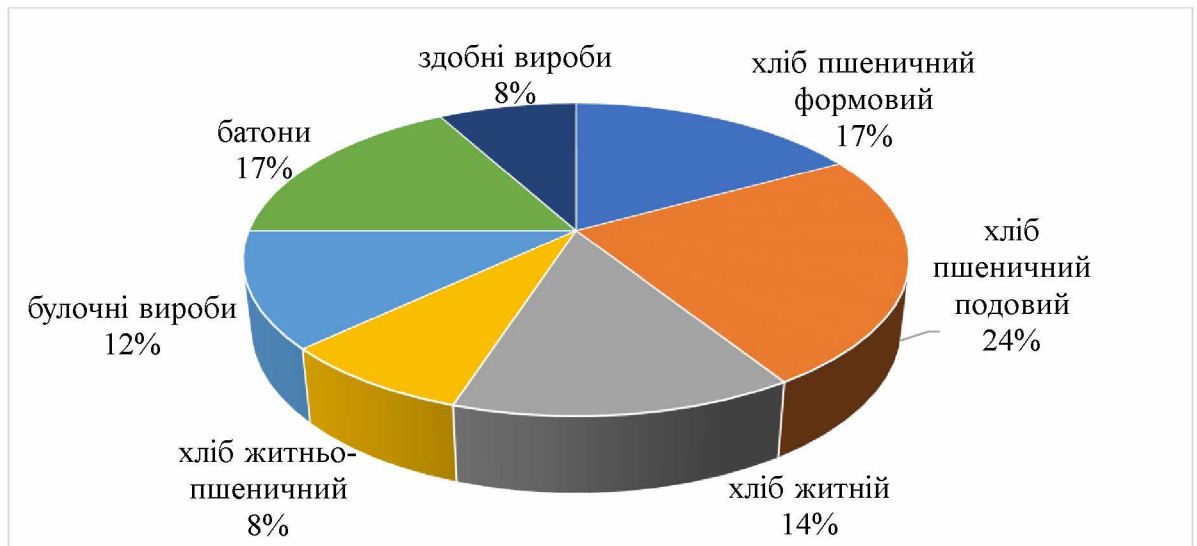


Рисунок 3.5 – Структура асортименту хлібної продукції, що реалізується в маркеті «Делві»

Найбільшою популярністю користується хліб пшеничний подовий – 22 %, хліб пшеничний формовий – 17% та батони – 17%, здобні вироби та хліб житньо-пшеничний займають 8% частки асортименту. Житній хліб також посідає чільне місце у серцях відвідувачів маркету і займає 14% асортименту хлібної продукції.

Із житнього і житньо-пшеничного хліба представлені наступні види:

- хліб «Домашній житній» ТМ «Київхліб»;
- хліб «Житнє диво» формовий, ТМ «Теремно»;
- хліб «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ»;
- хліб «Житній край» ТМ «Кулиничі»;
- хліб «Зерновий» на заквасці половинка нарізний, ТМ «Агробізнес»;
- хліб «Київська Русь» половинка нарізана, ТМ «Кулиничі»;
- хліб «Львів Заварний» з соняшниковим насінням житньо-пшеничний, ТМ «Agrola»;
- хліб «Львів Заварний», ТМ «Agrola»;
- хліб «Пушкарівський» нарізаний, ТМ «Кулиничі»;
- хліб «Ризький» половинка нарізаний, ТМ «Кулиничі»;
- хліб «Слов'янський» заварний різаний, ТМ «Агробізнес»;

- хліб «Смачний» на заквасці житньо-пшеничний, ТМ «Теремно»;
- хліб «Трипільський» нарізаний, ТМ «Agrola»;
- хліб житньо-пшеничний бездріжджовий, ТМ «Кулинич».

Отже, асортимент житнього хліба, що реалізується в маркеті «Делві» є досить широкий і задовольняє потреби всіх відвідувачів маркету.

Житній хліб в основному реалізується вже нарізаним на скибки для зручності використання. Найпопулярнішою упаковкою, що використовується для продажу є поліетилен (забезпечує захист хліба від вологи та забруднення); поліпропілен (використовується для більш щільної упаковки, яка покращує зберігання хліба); крафт-папір (екологічно чистий варіант, який дозволяє хлібу «дихати» і запобігає його пліснявінню); упаковка із біорозкладних матеріалів.

Найпоширенішими типами упаковки хліба є пакети з затискачем, ламіновані пакети, що дають додатковий захист від вологи та пошкоджень/забруднень, вакуумна упаковка, що забезпечує тривале зберігання хліба та попереджає втрати його показників якості, часто застосовується екологічна упаковка, особливо для пакування органічного та дієтичного хліба, підкреслюючи його природність та натуральність [16].

Сучасна упаковка хліба має поєднувати функціональність, екологічність та привабливий дизайн, що сприяє збереженню якості продукту і задовольняє потреби споживачів.

Для розширення асортименту житнього хліба часто застосовують:

- додавання насіння та зернових сумішей, наприклад використання насіння льону, соняшника, гарбуза, кунжуту, а також різних злаків, таких як овес та ячмінь, для підвищення харчової цінності та покращення текстури;
- додавання фруктових чи овочевих сумішей, наприклад, родзинок, журавлини, кураги, та овочів (моркви, буряка) для додавання нових смакових відтінків;
- розробка новітніх рецептур житнього хліба, наприклад безглютеновий житній хліб – створення рецептур без використання

глютену для задоволення потреб споживачів із целиакією або чутливістю до глютену; житній хліб із зниженою калорійністю – використання інгредієнтів із низьким вмістом калорій для створення дієтичних варіантів хліба;

- використання заквасок та ферментації для створення унікальних смакових профілів та покращення збереження хліба;
- використання парової випічки або випікання на камені для досягнення різних текстур і скорінок [28].

Отже, розширення асортименту житнього хліба дозволить задовольнити різноманітні потреби та вподобання споживачів, підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку та сприяти здоровому харчуванню населення.

РОЗДІЛ 4.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТНЬОГО ХЛІБА

4.1. Мікробіологія хліба

При виробництві хліба якість борошна і склад його мікрофлори мають велике значення для нормального перебігу процесу тістоведення і відбиваються на якості напівфабрикату — тіста і готового хліба.

На хлібозаводах борошно досліджують: визначають ступінь обсіменіння його спорами *Bacillus subtilis* — збудника тягучої хвороби хліба безпосередньо мікробіологічним методом або методом пробних випічок хліба.

У дозріванні тіста разом з фізичними і біохімічними перетвореннями, що протікають в ньому (як з пшеничного, так і житнього борошна), велика роль належить дріжджам і молочно-кислим бактеріям.

У виробництві пшеничного хліба при виготовленні тіста застосовують пекарні пресовані або сухі дріжджі, а також рідкі дріжджі і рідкі пшеничні закваски, що виготовляються безпосередньо на хлібозаводах.

Хлібопекарські дріжджі повинні бути стійкими до підвищеної концентрації середовища і володіти високою бродильною мальтажною активністю, оскільки в тісті в результаті ферментативного розщеплювання крохмалю накопичується переважно мальтоза. Вуглекислий газ, що утворюється в процесі бродіння, розпушує тісто і воно збільшується в об'ємі; спирт, що утворюється, віддаляється в процесі випічки [36].

Деякі продукти життєдіяльності дріжджів (вищі спирти, альдегіди, кетони і ін.) додають хлібу своєрідний смак і аромат.

Рідкі дріжджі є активною культурою дріжджів, вирощеною на борошняному живильному середовищі, заздалегідь оцукреному і заквашеному (до певної кислотності) термофільною молочною бактерією-палочкою Дельбрюка. Висока кислотність середовища сприяє розвитку дріжджів і

стримує зростання наявної в тісті сторонньої мікрофлори, пригноблюючої життєдіяльність дріжджів.

При виготовленні рідких дріжджів застосовують чисті культури різних виробничих рас виду *Saccharomyces cerevisiae*.

У заквасці завжди є деяка кількість і молочно-кислих бактерій, переважно гетероферментативних [5].

Рідкі пшеничні закваски — це змішана культура на оцукреному борошняному середовищі активних дріжджів *S.cerevisiae* і мезофільних молочно-кислих бактерій: гомоферментативної палички *Lactobacillus plantarum* і гетероферментативної *L.brevis*, що розвиваються в середовищі спонтанно або що вносяться у вигляді чистих культур. Гетероферментативні молочно-кислі бактерії, крім кислот, утворюють вуглекислий газ, тому вони грають деяку роль в розпушуванні тіста, що виділяються молочно-кислими бактеріями молочна кислота і летючі кислоти сприяють поліпшенню аромату і смаку хліба.

Хліб, отриманий на рідких дріжджах і рідких заквасках, не тільки володіє приємнішим смаком, але рідше хворіє на тягучу хворобу і повільніше черствішає в порівнянні з хлібом, що виготовляється з використанням тільки пресованих дріжджів.

Житні закваски бувають густі і рідкі. Рідкі готують на оцукреному рідкому середовищі з житнього борошна із застосуванням чистих культур різних рас дріжджів видів *Saccharomyces cerevisiae* і *S.minor*. З гомоферментативних молочно-кислих бактерій застосовують *Lactobacillus plantarum* (іноді вводять *L.casei*), з гетероферментативних — *L.brevis* і *L.fermentum*.

На більшості заводів і густі закваски готують на чистих культурах дріжджів — *S.minor* і молочно-кислих бактерій — *Lactobacillus plantarum* і *L.brevis*. Ці бактерії, крім молочної кислоти і вуглекислого газу, продукують речовини (альдегіди, летючі кислоти, оцтовий і етиловий ефіри), що входять до складу ароматичного комплексу хліба [4].

Дріжджі *S.minor* декілька поступаються по енергії бродіння виду *S.cerevisiae*, але відрізняються більшою кислотостійкістю.

Висока кислотність житнього тіста (рН 4,2—4,3) сприятливо впливає на білки житнього борошна, покращує його хлібопекарські властивості і перешкоджає розвитку в тісті і хлібі бактерій — збудників псування.

У тісті, крім використовуваних виробничих мікроорганізмів, завжди знаходяться сторонні, що потрапляють з сировиною і із зовнішнього середовища. Їх активний розвиток порушує нормальний перебіг процесів бродіння і дозрівання тіста. Такими є, наприклад, що поступають з пресованими дріжджами і з борошна дикі дріжджі роду *Candida*. Ці дріжджі в бродінні не беруть участь, але негативно впливають на бродильну активність виробничих дріжджів. Крім того, вони окисляють спирт в оцтову кислоту, використовують молочну кислоту, знижуючи тим самим кислотність закваски.

Поверхня хліба при виході з печі практично стерильна, але м'якушка прогрівається тільки до 93—98°C, і в ньому завжди зберігається якась кількість бактерійних спор; можливе збереження і вегетативних клітин [32].

Під час охолодження, подальшого транспортування, зберігання і реалізації хліба спори можуть прорости, а розмноження в м'якушки клітин, що утворилися, приводить до псування хліба. При зберіганні хліб може піддаватися різним видам псування.

Збудник тягучої картопляної хвороби — споротвірні аеробні бактерії картопляна і сінна палички, об'єднані в даний час в один вид — *Bacillus subtilis*. Спори цих бактерій термостійкі, в борошні вони завжди присутні і в окремих видах (борошні 2-го сорту, збоїній) в чималих кількостях. Джерелом інфекції можуть бути також устаткування, повітря виробничих цехів хлібозаводу. Під час випічки хліба спори цих бактерій не гинуть і надалі за сприятливих умов проростають у вегетативні клітини, що розмножуються.

Bacillus subtilis викликає гідроліз крохмалю з утворенням великої кількості декстрину, але ці бактерії чутливі до підвищеної кислотності середовища, тому до тягучої хвороби схильний переважно пшеничний хліб,

особливо з борошна 2-го сорту, що має в порівнянні з житнім хлібом невисоку кислотність. На початку розвитку захворювання хліб набуває сторонній фруктовий запах, потім м'якушка ослизнюється, темніє, стає липкою, тягнеться нитками. Уражений хліб в їжу непридатний [25].

У разі виявлення в процесі зберігання або продажу ознак картопляній хворобі хліб і хлібобулочні вироби повинні бути негайно вилучені з підсобних приміщень і торгового залу і в установленому порядку направлені на корм худобі або знищення.

В цілях запобігання тягучій хворобі хліб після випічки швидко охолоджують до температури 10—120С і зберігають при цій температурі в добре вентильованому приміщенні. Рекомендується підкисляти тісто оцтовою кислотою, а також пропіоновою і сорбіновою або їх солями.

У тісто з пшеничного борошна запропоновано (К. Е. Бертенева) вводити закваски чистих культур пропіоновокислих бактерій або мезофільної молочно-кислої палички — *Lactobacillus fermentum*. Пригноблююча дія цієї бактерії на *Bacillus subtilis* обумовлена не тільки підкисленням середовища, але і виділенням анабіотичних речовин.

П'яний хліб не має зовнішніх ознак псування, але шкідливий, оскільки містить ті, що збереглися при випічці, виділені в зерно мікотоксини гриба *Fusarium*.

Збудники крейджаної хвороби — дріжджеподібні гриби (з ендоміцетових). Вони потрапляють в тісто з борошном і зберігаються при випічці хліба; інфікування готового хліба може відбуватися і ззовні. Хвороба спершу виявляється на поверхні хліба, потім по тріщинах розповсюджується всередину м'якушки у вигляді білих сухих порошкоподібних включень, схожих з крейдою. Хліб втрачає товарний вигляд, набуває неприємного смаку і запаху.

Пліснявіння — найбільш поширений вид псування житнього і пшеничного хліба; виникає в основному при порушенні режиму зберігання. При дуже щільному укладанні, підвищеній вологості і температурі спори цвілі,

що потрапили на пшеничний хліб ззовні (з повітря, при контакті з інфікованими предметами), швидко розвиваються, особливо якщо кірка хліба з тріщинами. Пліснявіння хліба частіше викликають гриби родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*. Багато хто з них викликає гідроліз білків, крохмалю; хліб набуває неприємних затхлий запах і смак. Цвілий хліб в їжу непридатний, оскільки може містити мікотоксини. У хлібі, ураженому аспергіловими грибами, виявлені афлатоксини (Шпіхер), які концентрувалися в основному в зовнішніх шарах хліба, але виявлялися і в м'якушки [18].

Для боротьби з пліснявінням хліба пропонуються різні методи: обробка поверхні хліба або пакувального матеріалу хімічними консервантами (етиловим спиртом, солями пропіонової і сорбінової кислот), стерилізація упакованого хліба струмами високої частоти, іонізуючими випромінюваннями; ефективно також заморожування хліба. Проте основними заходами на хлібозаводах, що забезпечують високу якість хліба, є строге дотримання встановленого технологічного режиму, вміст в належній чистоті устаткування, систематична дезинфекція виробничих приміщень [26].

4.2. Методи дослідження мікробіологічних показників

Дослідження показників якості й безпеки житнього хліба проводилося на базі кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи Полтавського університету економіки і торгівлі.

Обладнання та прилади, що було використано включало: чашки Петрі, колби з пробкою, мірний стаканчик, скальпелі, шпателі Дригальського, градуйовані піпетки, електронні аналітичні ваги, мікроскоп, термостат.

При проведенні досліджень використовували три види поживних середовищ: м'ясо-пептонний агар (МПА), сусло агар (СА) та середовище Ендо. У чашках Петрі мікроорганізми культивують лише на твердому середовищі.

Для роботи з мікроорганізмами використовують спеціальні бактеріологічні голки, петлі і шпателі [9].

При посіві на поверхню поживного агару в чашки Петрі чашку тримали в лівій руці; кришку, відкривали настільки, щоб у щілину, що утворилася, вільно проходила піпетка або петля.

Після культивування в термостаті колоній мікроорганізмів, що вирости на поживних середовищах, їх порахували, використовуючи кількісний облік мікроорганізмів (чашковий метод Коха).

Для проведення обрахунків кількості мікроорганізмів у досліджуваних зразках застосовували формулу, згідно якої, після підрахунку колоній, що вирости в чашках Петрі, отримане число помножили на розведення. Потім помножили на 20 (в 1 см³ знаходиться 20 крапель), та поділили отримане число на кількість крапель, нанесених на чашку Петрі, і в результаті отримали кількість мікроорганізмів у 1 г продукту [32].

Як поживне середовище для обліку бактерій застосовували м'ясо-пептонний агар, для підрахунку цвілевих грибів і дріжджів – сусло-агар.

Робота за таким методом включала три етапи: приготування розведень, посів на тверде поживне середовище в чашки Петрі і підрахунок колоній, що вирости.

Вивчення морфологічних властивостей проводили, використовуючи методи мікроскопії. Для цього готували препарати живих і фіксованих забарвлених клітин.

Фіксований препарат фарбували за Грамом. На готовий забарвлений препарат нанесли краплю імерсійного масла і мікроскопували з імерсійним об'єктивом.

Дослідження живих клітин мікроорганізмів методом «роздавленої краплі».

Метод застосовують для виявлення рухливості клітин мікроорганізмів, спостереження за розмноженням, утворенням і проростанням спор, встановлення реакції мікроорганізмів на хімічні сполуки і фізичні фактори,

вивчення розмірів клітин, характеру їх розташування, визначення запасних речовин в клітині.

Приготування препарату. На чисте предметне скло нанесли краплю водопровідної води. До неї внесли культуру і змішали її з водою. Накрили краплю покривним скельцем так, щоб під ним не утворювалися бульбашки повітря. Скляною паличкою притиснули покривне скельце до предметного і видалили надлишок води фільтрувальним папером [19].

Препарати мікроскопували при злегка затемненому полі зору; конденсор трішки опустили, надходження світла регулювали освітлювачем. Спочатку користувалися малим збільшенням - об'єktiv $\times 10$, після того, як виявили край краплі, встановили об'єktiv $\times 40$ або імерсійний ($\times 100$).

Приготування фіксованих препаратів мікроорганізмів та їх фарбування

У мікробіології часто готують фіксовані препарати. Їх розглядають під мікроскопом в забарвленому вигляді. Під фіксацією мається на увазі така обробка живого об'єкту, яка дає можливість швидко перервати перебіг життєвих процесів в об'єкті, зберігши його тонку структуру. В результаті фіксації клітини міцно прикріплюються до скла і краще фарбуються. Фіксація необхідна і в разі роботи з патогенними мікроорганізмами (з метою безпеки).

Приготування фіксованих препаратів включає наступні етапи: приготування мазка, висушування, фіксацію і забарвлення.

Приготування мазка: на чисте знежирене предметне скло нанесли краплю водогінної води. Прожареною бактеріологічною голкою взяли невелику кількість мікробної маси і внесли до краплі води. Краплю ретельно розмазали петлею по скла на площі 2 – 4 см². Суспензію нормальної густини розмазали тонким шаром по скла. У випадку, якщо суспензія густа, її спочатку розводять водою. Для цього прожареною петлею беруть трохи суспензії і переносять в краплю води на інше предметне скло [36].

Висушування мазка: мазок сушили на повітрі при кімнатній температурі (правильно приготований тонкий мазок сохне достатньо швидко). Якщо висушування мазка сповільнено, то препарат можна злегка нагрівати в

струмені теплого повітря, тримаючи його високо над полум'ям пальника. Сильне нагрівання препарату при сушінні не рекомендується, оскільки при цьому можлива коагуляція білків, що спотворює структуру і форму клітин.

Фіксація мазка: висушений препарат фіксували. Фіксацію мазка проводили над полум'ям пальника при дослідженні форми клітин або за допомогою хімічних сполук для вивчення внутрішньої структури клітин. У першому випадку препарат три – чотири рази повільно проводять нижньою стороною над полум'ям пальника. Один з поширених прийомів фіксації за допомогою хімічних сполук – обробка препарату 96%-ним спиртом або сумішшю рівних об'ємів етилового спирту і ефіру (рідина Никифорова).

Забарвлення клітин мікроорганізмів за Грамом. Даний метод диференціації мікробних клітин заснований на відмінності в хімічному складі клітинних оболонок. Суть методу полягає в тому, що в клітинах одних видів мікроорганізмів в результаті забарвлення утворюється нерозчинна в спирті сполука йоду з основним барвником. У той же час, в клітинах інших видів мікроорганізмів ця сполука з'являється тимчасово і після обробки спиртом розчиняється. Мікроорганізми першої групи називають грампозитивними, другої – грамнегативними.

Етапи фарбування за Грамом: фіксований мазок забарвлювали карболовим розчином генціан-фіолетового протягом 2 хвилин; протягом 1 хвилини обробляли мазок розчином Люголя; знебарвлювали спиртом 30-40 с; дофарбовували мазок водним розчином фуксину протягом 1 хвилини [9].

4.3. Визначення мікробіологічних показників житнього хліба

Основним показником безпеки хлібобулочних продуктів є їх мікробіологічна чистота, що визначається загальною кількістю мікроорганізмів, їх видами та здатністю розвиватися в продукті. Склад мікрофлори, яка може впливати на якість хлібобулочних виробів, включає

патогенні мікроорганізми, бактерії групи кишкової палички (коліформи), мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, дріжджі та плісняві гриби.

Для більш повної оцінки якості та безпечності обраних зразків житнього хліба різних виробників було визначено мікробіологічні показники якості.

Мікробіологічна безпека хлібобулочних виробів залежить від типу і кількості мікроорганізмів та їх здатності розвиватися у výroбах. Температура випікання житнього хліба є достатньо високою (200°C на поверхні і 93-98 °C всередині), тому після випікання в м'якушці хліба залишаються лише спори бактерій, що потрапляють із сировиною, а поверхня хліба є майже стерильною. Спори пліснявих грибів з'являються на поверхні хліба внаслідок контакту з навколишнім середовищем у виробничому приміщенні.

Оптимальні умови для розвитку плісені включають температуру 25-35°C і відносну вологість повітря 70-80%. Ферменти плісені розкладають м'якушку хліба, погіршуючи його смак і запах, а деякі види утворюють токсичні речовини. Пліснявіння особливо небезпечне для хліба з тривалим терміном зберігання. Щоб запобігти пліснявінню, поверхню хліба обробляють етиловим спиртом або сорбіновою кислотою, а потім упаковують у полімерну тару. Серед слабокислих консервантів (сорбат калію, пропіонат кальцію і бензоат натрію) найбільш ефективним у пригніченні розвитку пліснявих грибів у хлібобулочних výroбах є сорбат калію при максимальній концентрації 0,3%.

Загальне мікробне забруднення, наявність пліснявих грибів, дріжджів та патогенних мікроорганізмів у хлібі визначають через 24 і 72 години після його виготовлення. Дослідні зразки були запаковані у поліетиленові пакети і зберігалися при температурі 20°C протягом трьох діб. Щодня ми перевіряли появу грибів та проводили органолептичну оцінку для виявлення ознак «картопляної хвороби» хліба. Отримані результати було проаналізовано згідно ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови» [10].

Встановлено, що початкове забруднення хліба бактеріями є невисоким і не перевищує показник $1,0 \times 10^3$. Пояснень цьому може бути кілька, наприклад, тепловий шок мікроорганізмів під час випікання (при виготовленні застосовувалася дія високих температур), низька початкова забрудненість сировини, кислотність хліба

У всіх зразках житнього хліба спостерігається відсутність *Staphylococcus aureus* та БГКП як одразу після виготовлення, так і під час зберігання. Скоріш за все, це пов'язано з дотриманням санітарних вимог при його виробництві та зберіганні.

Візуальних ознак «картопляної хвороби» протягом усього періоду дослідження зразків житнього хліба виявлено не було, це можна пояснити тим, що у рецептуру хліба виробник може додавати консерванти, які здатні пригнічувати розвиток цієї хвороби.

Отримані результати мікробіологічних досліджень зразків житнього хліба представлено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати мікробіологічних показників якості житнього хліба через 24 години після випічки

Назва показника	Характеристика житнього хліба			
	відповідно ДСТУ 4583:2023	«Домашній житній» ТМ «Київхліб»	«Житнє диво», ТМ «РОДИНА КМ»	«Житній край» ТМ «Кулиничі»
Кількість МАФАнМ, КУО, 1 г	$1,0 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$
Дріжджі, гриби, КУО, 1 г	не дозволяється	$0,4 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$
БГКП, КУО, 01 г	не дозволяється	—	—	—

Після трьох діб зберігання кількість МАФАНМ трохи збільшилася, але не критично і показники залишилися в межах норми чинного стандарту (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Результати мікробіологічних показників якості житнього хліба через 72 години після випічки

Назва показника	Характеристика житнього хліба			
	відповідно ДСТУ 4583:2023	«Домашній житній» ТМ «Київхліб»	«Житнє диво», ТМ «РОДИНА КМ»	«Житній край» ТМ «Кулиничі»
Кількість МАФАНМ, КУО, 1 г	$1,0 \times 10^3$	$2,9 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
Дріжджі, гриби, КУО, 1 г	не дозво- ляється	$0,4 \times 10$	$0,9 \times 10$	$0,4 \times 10$
БГКП, КУО, 01 г	не дозво- ляється	—	—	—

Щодо кількості дріжджів та грибів у досліджуваних зразках житнього хліба, то тут видно, що товаровиробники порушили стандарти щодо кількості дріжджів та грибів. Дослідження динаміки та чисельності плісневих грибів і дріжджів у різних зразках хліба показали, що вже в першу добу після випікання реєструвалось від 3 до 6 КУО/г плісневих грибів. Найгірші мікробіологічні показники мав зразок хліба житнього «Житнє диво», ТМ «РОДИНА КМ», у якому через трьох діб після випікання було зафіксовано найбільшу кількість грибів і дріжджів - $0,6 \times 10^2$ КУО. Плісневі гриби в хлібі були представлені родом *Aspergillus*. Бактерії групи кишкової палички у всіх досліджуваних зразках не виявлені.

Отримані результати мікробіологічних досліджень через 72 години після випікання показали, що за кількістю МАФАНМ, КУО, 1г, обрані зразки

житнього хліба відповідають вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови». Наявності грибів та дріжджів виявлено не було.

Отже, результати мікробіологічних досліджень підтвердили, що досліджувані зразки житнього хліба є якісними.

При дослідженні колоній, що вирости в усіх зразках на поживному середовищі МПА було виявлено колонії двох типів, які представлені в таблиці 4.3 (Додаток Г).

Таблиця 4.3 – Культуральні властивості колоній, що вирости на МПА

Показник	Колонії 1-го типу	Колонії 2-го типу
Форма колонії	кругла	кругла з фестончатим краєм
Розмір колоній, діаметр в мм	1-8	1-16
Колір колонії	білий	молочно-білий
Профіль колонії	плоский	горбистий
Структура колоній	дрібнозерниста	дрібнозерниста
Поверхня колоній	гладка	зморшкувата
Краї колоній	гладкі	хвилясті
Ріст колонії	поверхневий	поверхневий
Консистенція	слизиста	м'яка
Оптичні властивості	блискуча	матова
Прозорість	непрозора	непрозора

Колонії 1-го типу: діаметром 1-8 міліметрів, кольору білого, профіль – плоский, структура – дрібнозерниста, поверхня колонії гладка, краї – гладкі, ріст колоній - поверхневий, консистенція – слизиста, блискучі, непрозорі.

Колонії 2-го типу: діаметр колоній 1-16 міліметрів, кольору молочно-білого, профіль – горбистий, структура – дрібнозерниста, поверхня –

зморшкувата, краї – хвилясті, ріст поверхневий, консистенція – м'яка, матові, непрозорі.

При фарбуванні за Грамом в усіх зразках були виявлені грампозитивні бактерії, паличкоподібної форми, які розташовувалися поодинокі або попарно, дрібні – довжиною 1-3 мкм та середні – 3-5 мкм, спороутворюючі, з центральним розташуванням спор. Вегетативних клітин виявлено близько 15%. Результати досліджень (культуральні та морфологічні особливості виявленої мікрофлори) представлені в додатку.

При дослідженні колоній, що вирости на МПА, в усіх зразках виявлено колонії двох типів. При фарбуванні за Грамом в усіх зразках були виявлені грампозитивні бактерії, паличкоподібної форми, які розташовувалися поодинокі або попарно, дрібні - довжиною 1-3 мкм та середні - 3-5 мкм, спороутворюючі, з центральним розташуванням спор. Вегетативних клітин виявлено близько 15%.

ВИСНОВКИ

1. Хліб і хлібобулочні вироби традиційно займають особливе місце в структурі вітчизняного споживання, оскільки на ці продукти в Україні припадає до 40% загальної калорійності харчового раціону населення. Власне, тому виробництво хліба та хлібобулочних виробів можна віднести до стратегічних галузей економіки нашої держави, оскільки від ефективності діяльності хлібопекарських підприємств багато в чому залежить не тільки продовольча, але й національна безпека країни.

2. Житній хліб є багатим джерелом вуглеводів, білків, вітамінів і мінералів, що робить його важливою частиною раціону. Його високий вміст клітковини і низький глікемічний індекс сприяють здоровому харчуванню та підтримці стабільного рівня енергії. Завдяки своїй харчовій та біологічній цінності, житній хліб є корисним і поживним продуктом

3. Об'єктами кваліфікаційної роботи було обрано зразки житнього хліба вітчизняного виробництва: хліб «Домашній житній» ТМ «Київхліб»; хліб «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ»; хліб «Житній край» ТМ «Кулиничі», що були придбані в маркеті «Делві» м. Полтава. Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні – відповідно до вимог чинного нормативного документу, стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови».

4. Результати оцінювання органолептичних показників якості обраних зразків житнього хліба: хліб «Домашній житній» ТМ «Київхліб»; хліб «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ»; хліб «Житній край» ТМ «Кулиничі» свідчать, що хліб повністю відповідає вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови», оскільки форма хліба правильна. Відповідна, без деформацій і плоских бокових напливів, поверхня без забруднення, тріщин та підривів, колір хліба відповідний від коричневого до

темно-коричневого, стан м'якушки відповідний, м'якушка пропечена, без слідів непромісу, запах приємний, солодовий, без сторонніх присмаків, смак властивий, кислуватий, притаманний, без сторонніх присмаків.

5. Отримані результати фізико-хімічних досліджень показали, що обрані зразки житнього хліба різних виробників відповідають вимогам стандарту ДСТУ 4583:2023 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови», оскільки досліджувані показники «вологість м'якушки», «кислотність м'якушки» та «пористість м'якушки» знаходяться в межах норми.

6. Результати балової оцінки якості показали, що найбільшу кількість набрав зразок хліба «Житній край» ТМ «Кулиничі» - 4,8 бала і має рівень якості «відмінно»; досліджувані зразки житнього хліба «Домашній житній» ТМ «Київхліб» та «Житнє диво», виробництва ТОВ «РОДИНА КМ» мають рівень якості «добре» оскільки набрали 4,25 бала та 4,15 бала відповідно.

7. У маркеті «Делві» представлений широкий асортимент хліба та хлібобулочних виробів. В маркеті представлені різноманітні сорти хліба, включаючи білий, житній, цільнозерновий, бездріжджовий, хліб з додаванням насіння та горіхів, а також різні булочні вироби. Найбільшою популярністю користується хліб пшеничний подовий – 22 %, хліб пшеничний формовий – 17% та батони – 17%, здобні вироби та хліб житньо-пшеничний займають 8% частки асортименту. Житній хліб також посідає чільне місце у серцях відвідувачів маркету і займає 14% асортименту хлібної продукції.

8. Результати оцінки показників якості та безпеки житнього хліба свідчать проте, що кількість МАФАНМ, КУО/1г в усіх досліджуваних зразках на першу та третю добу відповідала нормам стандарту. Кількість грибів і дріжджів, наявність яких не дозволяється, в усіх досліджуваних зразках вже у першу добу зберігання не відповідала нормам стандарту. Патогенних мікроорганізмів у жодному зразку хліба не виявлено, тобто всі зразки і на першу добу і на третю відповідали вимогам стандарту.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Використання ферментів для поліпшення якості хліба, наприклад, застосування амілаз для покращення текстури та підвищення об'єму житнього хліба або використання протеаз для поліпшення розпушування тіста та зниження клейковини.

2. При виробництві житнього хліба використовувати пробіотичні культури для покращення мікробіологічного складу хліба та підвищення його корисності та симбіотичних культур для підвищення стійкості хліба до псування.

3. Використовувати нові види заквасок (використання заквасок спеціальних штамів дріжджів і бактерій для покращення смаку та аромату житнього хліба).

4. Збагачення житнього хліба вітамінами та мінералами за допомогою біотехнологічних методів; введення біоактивних добавок, таких як омега-3 жирні кислоти або антиоксиданти.

5. Використання сучасних біотехнологічних методів для моніторингу та контролю мікробіологічного стану на всіх етапах виробництва та впровадження системи НАССР із застосуванням біотехнологічних інструментів для підвищення безпеки харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. Навчальний посібник–практикум / В.В. Євлаш, Л.В. ГаззавіРогозіна, І.С. Пілюгіна, Л.І. Сеногонова. – Світ книг, 2021. – 131 с.
2. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Герасименка. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2006. – 647 с.
3. Гордуновський О. М. Український хліб і його реалізація в XVIII – на початку XX ст. (Нариси з історії та економіки) : монографія / О. М. Гордуновський, О. І. Гуржій, О. П. Ресент ; Національна академія наук України, Інститут історії України. – Київ : Інститут історії України НАН України, 2013. – 223 с.
4. Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: Лабораторний практикум. – Київ: НУХТ, 2009. – 302 с.
5. Грегірчак Н.М., Тетеріна С.М., Нечипор Т.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР. – Київ: НУХТ, 2018. – 478 с.
6. Державна служба статистики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
7. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. – Київ: НУХТ, 2003. – 570 с.
8. Дробот В.І. Технологія хлібопекарного виробництва. – Київ: Логос, 2002. – 365 с.
9. ДСТУ IDF 100В: 2003 Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахування колоній. – Київ: Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с.
10. ДСТУ 4583:2006 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Загальні технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – 16с.
11. Душейко В.А. Фізико-хімічні методи дослідження сировини і матеріалів: навч. посібник / В.А. Душейко. – Київ: КНТЕУ, 2003. – 202 с

12. Завгородня А. О. Удосконалення біотехнології хлібобулочних виробів з додаванням рисового борошна: кваліфікаційна робота магістра: спец. 162 - Біотехнології та біоінженерія; наук. кер. Д. М. Пилипенко. Харків, 2023. 48 с.
13. Загальна біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог, О. А. Ігнатова. – Київ: НУХТ, 2009. – 336 с.
14. Загальна технологія харчових виробництв / А.А. Дубініна, Ю.М. Хацкевич, Т.М. Попова, С.О. Ленерт. – Харків: ХДУХТ, 2016. – 497 с.
15. Загальні технології харчових виробництв: підруч. / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура, Л. Ф. Романенко, Л. М. Хомічак, О. О. Василенко, І. В. Мельник, Л. М. Мельник. – Київ: Університет «Україна», 2010. – 814 с.
16. Захаревич В.Б. Пакувальні матеріали для хлібобулочних виробів // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1(18). – С. 104-106.
17. Інноваційні технології хлібобулочних і кондитерських виробів : колект. монографія / О. В. Самохвалова, Г. М. Лисюк, З. І. Кучерук, С. Г. Олійник, Н. В. Гревцева; ред.: О. В. Самохвалова; Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків: Ексклюзив, 2015. – 462 с.
18. Капрельянц Л.В., Пилипенко Л.М., Єгорова А.В. Мікробіологія харчових виробництв. Навчальний посібник. – Херсон: ФОПГ ринь Д.С., 2016. – 468 с.
19. Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М. Мікробіологія та вірусологія: Навч. посіб. За ред.. Пінчук Н.В. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 346с.
20. Корисні властивості житнього хліба // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2015. – № 4 (125). – С. 16–17.
21. Липчук В.В. Сучасні виклики продовольчої безпеки / Липчук В.В. // Сучасні виклики продовольчої безпеки: матеріали круглого столу (19 травня 2015 року). – Львів : Львівський НАУ, 2015. – С. 4-6.
22. Лисюк Г.М. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: Навчальний посібник / Г.М. Лисюк, О.Г. Самохвалова, З.І. Кучерук та ін. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. – 464 с

23. Литвинюк О.П. Інноваційна реструктуризація хлібопекарських підприємств [Електронний ресурс] / О. П. Литвинюк // Проблеми економіки підприємств в сучасних умовах. – 2015. – С. 72–74.
24. Мельничук М. Д. Біотехнологія в агросфері : посібник. – Київ : НУБіП, 2014. – 247 с.
25. Мікробіологія та фізіологія харчування / В.Д. Малигіна, О. А.Ракша-Слюсарева, В.П. Ракова та ін. – Київ: Кондор, 2009. – 242 с.
26. Пількевич Н.Б., Боярчук О.Д. Мікробіологія харчових продуктів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Луганськ: Альма-матер, 2008. – 152 с.
27. Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини : Закон України від 24 жовтня 2002 р. № 191-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 48. – С. 359.
28. Пшенишнюк ГФ. Використання нетрадиційної сировини та напівфабрикатів в технології житньо-пшеничного хліба / Г.Ф. Пшенишнюк, А.Б. Чабан // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2013. – Т. 1, вип. 44. – С. 111–115.
29. Рудавська Г. Б. Санітарно-гігієнічна експертиза товарів. – Київ: Київ.нац. торг.- екон. ун-т, 2003. – 409 с.
30. Сирохман І.В. Товарознавство продовольчих товарів : підручник / І. В. Сирохман. – Київ: Знання, 2012. – 471 с.
31. Сирохман І.В., Задорожний І.М., Пономарьов П.Х. Товарознавство продовольчих товарів. – Київ: Лібра, 2002. – 368 с.
32. Сімакова О. О. Мікробіологія і товарознавство: навч. посіб. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2023. – 181 с.
33. Скопенко Н.С. Сучасні тенденції інтеграції та концентрації в хлібопекарській галузі України / Н. С. Скопенко, О. А. Стретович // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2010. – Т. 1, вип. 38. – С. 420–424.

34. Смоляр В.І. Гігієнічні аспекти біотехнології харчових продуктів / В.І. Смоляр, Г.І Петрашенко // Проблеми харчування. – 2012. – № 1–2. – С. 50 – 56.
35. Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв. – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. – 312 с.
36. Технічна мікробіологія: підручник / В. О. Коваленко, І. В. Цихановська, Т. А. Лазарєва, А. А. Коваль, М. Г. Ілюха, О. В. Александров. – Х. : Світ Книг, 2013. – 679 с.
37. Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці : монографія / С. Г. Олійник та ін. – Харків : ХДУХТ, 2014. – 108 с.
38. Технологія продукції харчових виробництв / Ф.В. Перцевий, Н.В. Камсуліна, М.Б. Колеснікова, М.О. Янчева, П.В. Гурський, Л.М. Тіщенко. – Харків: ХДУХТ, 2016. – 318 с.
39. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навч. посібник / В.І. Дробот, В.Г. Юрчак, О.А. Білик та ін. ; за ред. В. І Дробот ; Національний університет харчових технологій. – Київ: Кондор, 2015. – 958 с.
40. Товарознавство : навч. посібник / Я.І. Плахетко, І.П. Кінаш, В.М. Чорноус, та ін. – Львів : Магнолія 2006, 2009. – 400 с.
41. Товарознавство харчових продуктів / Т. А. Газука, Т. А. Хоруженко, Н.А. Борисенко – Чернігів: ЧДПУ, 2011. – 188 с.
42. Товарознавство. Продовольчі товари / О.Г. Бровко, О.В. Булгакова, Г.С. Гордієнко, В.В. Дятлов, А.А. Квасников, А.П. Козлов, О.В. Кудінова, Н.Т. Лазарева, Г.О. Ліхоніна, Л.П. Ляховченко, В.Д. Малигіна, І.І. Медведкова, Л.В. Молоканова, Л.В. Породіна, В.П. Ракова, О.А. Ракша-Слюсарєва, Е.О. Темнохунд. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. - 619 с.
43. Товарознавство: продовольчі товари : навч. посібник / І. В. Сегеда ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 224 с.
44. Харчові технології. / В.А. Гніцевич, А.В. Слащева. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2022. – 164 с.

45. Хімічний та мікробіологічний аналіз харчової продукції: навч. посібник/ І.М. Кобаса, Л.М. Чебан, М.М. Воробець, Юкало В.Г., Кухтин М.Д. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2014. – 196 с.

46. Хліб із житнього борошна за прискореною технологією / Т. А. Сильчук, О. В. Арпуль, В. В. Цирульнікова, В. І. Кулініч // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 239–243.

47. Хліб із житнього борошна за прискореною технологією [Електронний ресурс] / Т. А. Сильчук, О. В. Арпуль, В. В. Цирульнікова, В. І. Кулініч // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2014. – Т. 20, № 2. – С. 239–243.

48. Bakery Products : A Global Strategic Business Report [Electronic resource]. – Режим доступу : <http://www.prnewswire.com/news-releases/bread---global-strategicbusiness-report-2015-2020-artisan-breads-suitably-positioned-to-benefit-from-themarkets-ongoing-health-drive-300062687.html>.

49. Denglin Luo, Ruoyan Wu, Jie Zhang et al. Effects of ultrasound assisted dough fermentation on the quality of steamed bread. *Journal of Cereal Science*.2018; 83(1):147-152.

50. Feizollahi E., Hadian Z. & Honarvar Z. (2018). Food fortification with omega-3 fatty acids; microencapsulation as an addition method. *Current Nutrition & Food Science*, 14(2), 90–103.

51. Hemdane S., Jacobs P. J., Dornez E., Verspreet J., Delcour J. A. & Courtin C. M. (2016). Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: A critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 15(1), 28–42.

52. Lishchynska V. (2018), «An analysis of the competitive environment of the baking industry in Ukraine», *Efficient economy*, vol 4, available at: http://www.economy.nayka.com.ua /pdf/4_2018/163.pdf (Accessed 9 September 2019).

53. Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15°C

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643816302912>

54. Rahman N. A. A., and Ramli A. Entrepreneurship management, competitive advantage and firm performances in the craft industry: concepts and framework. *Journal of Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 145. P. 129–137.

55. Rahman N. A. A., and Ramli A. Entrepreneurship management, competitive advantage and firm performances in the craft industry: concepts and framework. *Journal of Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 145. P. 129–137.

56. Yanyan Zhang, Bei Wang, Cunshan Zhou et al. Surface topography, nano-mechanics and secondary structure of wheat gluten pretreated by alternate dual-frequency ultrasound and the correlation to enzymolysis. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2016; 31(1):267-265.