

УДК 664.661:663.12

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.70>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ВИННИХ ДРІЖДЖІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

Тетяна Євгенівна Лебеденко

Доктор технічних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-8385-4674>

Одеський національний технологічний університет

65039, вул. Канатна, 112 м. Одеса, Україна

Оксана Вікторівна Ткачук

Старший викладач, аспірант

<https://orcid.org/0000-0002-1942-0377>

Одеський національний технологічний університет

65039, вул. Канатна, 112 м. Одеса, Україна

Олена Миколаївна Кананихіна

Кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-6291-7760>

Одеський національний технологічний університет

65039, вул. Канатна, 112 м. Одеса, Україна

Тетяна Вікторівна Бровенко

Кандидат технічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-1552-210>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

03041, вул. Виставкова, 16 м. Київ, Україна

Анотація. Сучасний розвиток хлібопекарського виробництва в Україні характеризується формуванням стійких напрямів - це розширення асортиментної структури продукції з орієнтацією на підвищення її харчової та біологічної цінності; розроблення крафтових хлібобулочних виробів на основі науково обґрунтованих рекомендацій нутриціології, а також проведення комплексних досліджень інноваційних технологій.

Стаття спрямована на дослідження технології підготовки та активації сухих «винних» дріжджів з червоного та білого винограду з метою їх адаптації до хлібопекарських напівфабрикатів та виготовлення пшеничного хліба з їх використанням. Аналізом літературних джерел підтверджено актуальність відродження регіональних традицій хлібопечення, культурно-генетичних особливостей харчування населення; адаптацію до локальної сировини та технологій, що ґрунтуються на використанні спонтанного бродіння з глибоким перебігом фізико-хімічних, колоїдних, біохімічних і мікробіологічних процесів тістоприготування.

У роботі запропоновано постадійну схему приготування сухих винних дріжджів з вологістю 16...18 % з червоного винограду сорту Зайбер і білого винограду сорту Ркацетелі, вирощених в Одеській області. Розроблено технологію активації сухих "винних" дріжджів, яка передбачає отримання оцукреної борошняної заварки та подальшу активацію дріжджів з щоденним розведенням водно-борошняним поживним середовищем. Вивчено біотехнологічні властивості напівфабрикату з часткою винних дріжджів з білого та червоного винограду 5 та 7 % до маси борошна; визначено показники хлібопекарних властивостей рідкого напівфабрикату. Вивчено вплив параметрів технологічного процесу, зокрема температури бродіння, процесу заварювання борошна, оцукрювання заварки тощо на формування хлібопекарних властивостей. Високі показники хлібопекарських властивостей отримано при внесенні винних дріжджів з білого винограду в кількості 7 % до маси борошна при температурі ферментації 25...27°C. Встановлено загальні і специфічні органолептичні показники зразків

рідких "винних" дріжджів. Технологією приготування тіста передбачено безопарний спосіб, на густій та на рідкій опарах; контрольні зразки приготовано за традиційною технологією.

На основі досліджень визначено параметри технологічного процесу виготовлення опари, тіста та готових хлібних виробів. За результатами дослідницького випікання вивчено органолептичні, фізико-хімічні показники якості хлібних виробів, виготовлених на опарах та безопарним способом з повною заміною пресованих дріжджів спонтанними рідкими "винними" дріжджами. Технології рекомендовано для міні-підприємств, крафтових пекарень.

Ключові слова: хлібні вироби, бродіння, технологія, показники якості.

UDC 664.661:663.12

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2026.70>

RESEARCH ON THE PROSPECTS OF USING WINE YEASTS FOR THE PRODUCTION OF WHEAT BREAD

Tetiana Lebedenko

Doctor of technical sciences, Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8385-4674>

Odesa National University of Technology

65039, 112 Kanatna Str., Odesa, Ukraine

Oksana Tkachuk

Senior Lecturer, postgraduate student

<https://orcid.org/0000-0002-1942-0377>

Odesa National University of Technology

65039, 112 Kanatna Str., Odesa, Ukraine

Olena Kananykhina

PhD in technical sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-6291-7760>

Odesa National University of Technology

65039, 112 Kanatna Str., Odesa, Ukraine

Tetyana Brovenko

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1552-210>

National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine

03041, 16 Vystavkova St., Kyiv, Ukraine

Abstract. The contemporary development of the bakery industry in Ukraine is characterized by the formation of stable trends, including the expansion of the product assortment, with a focus on increasing the nutritional and biological value; the development of craft bakery products based on scientifically substantiated nutritional recommendations; and the implementation of comprehensive research into innovative technologies.

This article is aimed at studying the technology of preparation and activation of dry "wine" yeasts obtained from red and white grapes in order to adapt them to bakery semi-finished products and to produce wheat bread using these yeasts. An analysis of literature sources confirms the relevance of reviving regional baking traditions and culturally determined dietary patterns, as well as of adapting technologies to local raw materials and processes based on spontaneous fermentation, with an intensive course of physicochemical, colloidal, biochemical, and microbiological processes in dough preparation.

The study proposes a stage-by-stage scheme for producing dry wine yeasts with a moisture content of 16–18% from red grapes of the Seibel variety and white grapes of the Rkatsiteli variety grown in the Odesa region. A technology for activating dry "wine" yeasts has been developed, which

involves preparing saccharified flour, scalding, and subsequent yeast activation with daily dilution in a water–flour nutrient medium.

The biotechnological properties of the semi-finished product containing 5% and 7% wine yeasts from white and red grapes (based on flour weight) were investigated, and the baking performance indicators of the liquid semi-finished product were determined. The influence of technological process parameters, in particular fermentation temperature, flour scalding, and saccharification, on the development of baking properties was studied. High baking performance indicators were obtained with white-grape wine yeasts at a 7% dosage relative to flour weight and a fermentation temperature of 25–27°C. General and specific organoleptic characteristics of liquid “wine” yeast samples were established.

The dough preparation technology included straight-dough, thick-sponge, and liquid-sponge methods, while control samples were produced using conventional technology. Based on the research results, the technological parameters for sponge preparation, dough processing, and finished bakery products were determined. According to the results of experimental baking, the organoleptic and physicochemical quality indicators of bakery products produced using the sponge and straight-dough methods, with complete replacement of compressed yeast by spontaneous liquid “wine” yeasts, were evaluated. The proposed technologies are recommended for small-scale enterprises and craft bakeries.

Keywords: bakery products, fermentation, technology, quality indicators.

ВСТУП. Історично хліб має особливу цінність в харчуванні людства, він є одним із основних найдавніших, найбільш стабільних і доступних джерел енергії, харчових і біологічно активних речовин. Особливе відношення і повага до нього зберігається на рівні генетичної пам'яті. Хліб і технологія його виготовлення формувалися тисячоліттями - від стародавнього Єгипту, трипільської культури до сьогодення (Mykolenko et al., 2023). Він супроводжує людину все життя, як щоденний базовий продукт харчування, як святиня і обрядовий хліб до календарних та сімейних свят (Tvorun and Tsvigun 2019). Споживання хліба є високим у багатьох країнах світу. Одна з головних причин полягає в тому, що пшениця - це злак, здатний адаптуватися до різних ґрунтів і клімату. Природа заклала в нього цілий комплекс поживних та біологічно активних речовин, які зберігають свою цінність та активність тривалий час (Mesta-Corral et al., 2024). Значення хліба протягом всього життя людини надзвичайно важливе. Хлібні вироби, крім енергетичної цінності та джерела пластичних речовин, виконують регуляторні функції в організмі людини, та в залежності від рецептури і технології приготування можуть проявляти ліпотропні, детоксикаційні, антиоксидантні властивості, здатні покращувати роботу шлунково-кишкового тракту (Antonenko et al., 2023), засвоюваність їжі тощо (Aghalari et al., 2022).

Важливим для формування цінних споживчих властивостей хліба є застосування заквасок і процесів бродіння при приготуванні (Alkay et al., 2024). Ферментація в заквасці є природним процесом формування яскравих смаку та аромату хліба, особливої текстури м'якушки, підвищення доступності поживних речовин та мінералів (Islam and Islam, 2024). Визначним у формуванні певних властивостей хліба є вид та гатунок борошна, що використовується, спосіб ініціації та особливості організації бродіння тіста, включення додаткових інгредієнтів, застосування традиційних та інноваційних технологій. Це борошно пшеничне цільнозмелене та з полби, спельти, бобових, відходи харчової промисловості - шкірка фруктів, картоплі, кавова гуща, залишки подрібнених горіхів, побічні продукти пивоваріння тощо (Hernández-Figueroa et al., 2024, Islam and Islam, 2024). Також це можуть бути попередньо оброблені продукти - з молока, пророщена пшениця, хмелева закваска, кабакове пюре, порошок розторопші тощо (Semko et al., 2024).

З огляду на роль хліба у забезпеченні життєдіяльності та збереженні здоров'я людини, яка у кризові часи тільки зростає, для вирішення проблеми підвищення його якості актуальним завданням для українських науковців є розроблення стійких в умовах викликів воєнного часу технологій хлібної продукції з високими споживчими властивостями, заданою функціонально-фізіологічною дією. Вирішити це завдання можна за рахунок відродження

регіональних традицій хлібопечення, що відображають культуру, генетичний код і харчову поведінку народу. Такі традиції адаптовані до місцевого клімату і локальної сировини, використовують спонтанне бродіння та глибоке протікання фізико-хімічних, колоїдних, біохімічних і мікробіологічних процесів тістоприготування. Інтерес науковців до проблем виробництва хліба на спонтанних заквасках перебуває на стадії розвитку, але число публікацій, їх зростання, насамперед закордонних, вказує на зацікавленість та її актуальність вже тривалий час (Holubchuk et al., 2024).

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Питаннями відродження регіональних традицій хлібопечення, їх адаптації до сучасних умов займалися такі вітчизняні вчені в галузі хлібопечення, як Дробот В.І., Юрчак В.Г., Рак В.П., Науменко О.В., Пшенишнюк Г.Ф., Сильчук Т.А., Михонік Л.А., Челябієва В.М., Миколенко С.Ю., Соколова Н.Ю., Гетьман Н.А., Семко Т. та інші, етнографи Творун С.О., Артюх Л.Ф., Сумцов Н.Ф., Зюбровський А.В., Глушко М.М., Ципишев С.І. та інші дослідники.

Характерною особливістю давніх національних технологій приготування хліба є тривале приготування тіста з використанням спонтанних заквасок. Для їх виведення використовували пшеничне, житнє або інші види борошна, для швидшого формування заданих технологічних властивостей вносили пивні, винні дріжджі, інші носії бродильної мікробіоти, для контролю видового складу мікробіому заквасок додавали хмелеві екстракти, пряно-ароматичні рослинні добавки тощо (Lau et al., 2021).

Технології хліба на спонтанних заквасках мають низку переваг, які і зумовлюють зростання інтересу до них з боку споживачів, виробників і дослідників: 1) формування яскравих традиційних хлібних або особливих смаку і аромату; 2) покращення структурно-механічних властивостей м'якушки, її еластичності і текстури; 3) подовження термінів збереження свіжості, усунення надмірної крихкості; 4) підвищення мікробіологічної стійкості при зберіганні; 5) покращення функціонально-фізіологічних властивостей хліба - засвоюваності та біодоступності поживних та біологічно активних речовин, зниження алергенної дії гліадину, глікемічного індексу і т.д. (Alkay et al., 2024, Islam and Islam, 2024, Lau et al., 2021).

Однак виготовлення хліба на основі спонтанного бродіння, крім зазначених вище переваг має і проблеми, що гальмують їх впровадження. Це, насамперед, обмеженість інформації з даного напрямку щодо рецептур і організації процесу на стадії виведення закваски, її ведення на виробництві, приготування тіста, відсутність чітких вимог до якості сировини, технологічних властивостей та мікробіому заквасок, напівфабрикатів на їх основі, а також сенсорних характеристик, фізико-хімічних, функціонально-фізіологічних показників готових виробів. Відсутні рекомендації з ефективних методів оцінки сировини, напівфабрикатів і продукції та контролю перебігу технологічного процесу, що забезпечує формування заданої якості продукції. На вирішення цих проблем і спрямовані дослідження науковців за кордоном і в Україні.

Останніми роками зростає інтерес до вивчення нових технологічних та функціональних властивостей дріжджів та до використання не-*Saccharomyces* штамів як альтернативних джерел пекарських дріжджів. Встановлено можливість їх використання як ініціаторів бродіння. Це мікроорганізми *Torulasporea delbrueckii*, *Candida milleri*, *Candida humilis*, *Pichia anomala* і *Kazachstania exigua*, які використовувалися в пивоварінні, виноробстві, при приготуванні сирів, комбучі, виявлялися в спонтанних заквасках. Вони зумовлюють позитивні зміни реологічних характеристик тіста, динаміки ферментації, покращення біодоступності мінералів і засвоюваності білків, формування різноманітного ароматичного профілю виробів. Вони корисні для мікробіому людини як пробіотики. Це дозволяє пекарям розробляти нові продукти з особливими сенсорними характеристиками, функціональними властивостями, які будуть задовольняти зростаючий попит на крафтову та преміальну продукцію (Mititiuc et al., 2025, Imre and Crook, 2025).

Такі дослідження відповідають певним трендам розвитку виробництва хліба в Україні та в світі, а саме розширення асортименту в напрямку оздоровлення, збільшення продажів свіжих виробів, крафтового високоякісного та преміального хліба з урахуванням порад нутриціологів та запитів споживачів, використання технологій глибокого протікання фізико-хімічних, колоїдних, біохімічних та мікробіологічних процесів тістоприготування, впровадження ресурсозберігаючих технологій тощо (Hryshchenko, 2025).

Крім того, в умовах війни виробники хлібної продукції, яка стала символом і надією на виживання (Тараненко, 2022), зустрілися з проблемами і викликами, які пов'язані з руйнуванням інфраструктури, логістичними обмеженнями, відключеннями електроенергії, кадровими проблемами та інше. Хлібний бізнес в умовах війни забезпечує продовольчу безпеку українців, він має швидко реагувати на виклики, має бути гнучким з високим рівнем адаптивності, використанням локальної сировини, таких технологій і обладнання, що піддаються корегуванню та переналаштуванню (Ivchenko et al., 2025, Lebedenko et al., 2024).

Відродження національних традицій хлібопечення, використання заквасок спонтанного бродіння, приготування тіста за тривалими технологіями, зокрема холодного бродіння тіста, "зміна культури споживання хліба" тощо може допомогти у досягненні зазначених задач (Naumenko et al., 2023). Кожен регіон України має свої національні традиції хлібопечення, особливості рецептур, технологій, які формувалися під впливом історії, культури, наявних сировинних ресурсів, природи та клімату. Це нематеріальна культурна гастрономічна спадщина України, відродженням якої займаються науковці, етнографи, технологи, мікробіологи.

До таких технологій можна віднести приготування тіста на винних дріжджах. Ця технологія поширена в південних регіонах України (Haydarzhi, 2023) і ввійшла як унікальний інгредієнт до випічки і як цінна гастрономічна спадщина до атласу "Ковчег смаку України".

За історичними даними, зокрема свідченням Плінія Старшого, ще за часів Давнього Риму на території Давньої Італії як збудник бродіння для приготування хліба використовували зріле тісто з попереднього приготування чи сушені винні дріжджі (Morgan, 2015). Винні дріжджі застосовували в регіонах, де займаються виноробством: Болгарія, Румунія, Хорватія, Греція, Португалія, Україна. Їх виробляли в домашніх умовах під час збору і переробки винограду. Цей продукт мав вигляд висушених шматочків тіста різноманітної форми. Підготовлені сушені дріжджі могли зберігатись до 2 років. Домашній досвід приготування хліба на винних дріжджах (інформація зібрана із Саратського району Одеської області України) свідчить про те, що технологія на винних дріжджах досить тривала, смакові і ароматичні характеристики готових виробів відзначалися кращою виразністю порівняно з контрольними зразками. Такий хліб зберігався до 7 діб, не зазнавав мікробіологічного псування.

Доцільність використання винних дріжджів для покращення смаку і аромату хліба підтверджено канадськими вченими (Gélinas & McKinnon, 2018). Проаналізовано 13 штамів найбільш поширених видів винних дріжджів, які порівнювали між собою по газоутворювальній здатності і формуванню легких сполук. Дріжджі, призначені для виробництва хересного вина під комерційною назвою «Flor Sherry», сприяли найбільшому виділенню легких сполук – 2-бутанола, ацетальдегіду, діацетику і інших невідомих сполук.

Проте проблемою при впровадженні винних дріжджів у технологію хліба, крім раніше згаданих, на нашу думку, є відмінності їх фізіологічних і технологічних властивостей порівняно з хлібопекарними. При бродінні виноградного суслу дріжджі знаходяться у рідкому середовищі з високим вмістом моно-, ди- цукрів, а тісто є твердо-рідкою структурою зі значно нижчою вологістю й іншим хімічним складом, тому виникають труднощі в процесі їх адаптації до умов останнього.

МЕТОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ є вивчення перспектив використання сухих винних дріжджів в технології пшеничного хліба.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. Для приготування тіста використовували борошно пшеничне вищого гатунку від торгової марки "Zernari", борошно пшеничне 1-го гатунку ТМ "Золоте зернятко", які відповідають вимогам ГСТУ 46.004-99, сіль кухонну харчову згідно з ДСТУ 3583:2015, цукор згідно з ДСТУ 4623-2023. Для контрольного зразка використовували дріжджі хлібопекарські пресовані "Львівські", виготовлені за ДСТУ 4812:2007. Для оцукрення заварки використовували солод ячмінний неферментований згідно з ДСТУ 4282-2018.

В дослідженнях готували сухі "винні" дріжджі вологістю 16-18 % з червоного винограду сорту Зайбер і білого винограду сорту Ркацетелі, вирощених в Білгород-Дністровському районі Одеської області в 2023-2024 рр. Спосіб приготування: збирали піну з поверхні виноградного суслу, де відбувалося активне бродіння, ферментація, до неї додавали кукурудзяне борошно тонкого помелу ТМ "Сквирянка" і піддавали зброджуванню. Під час початку процесу бродіння додавали ще кукурудзяне борошно, формували кульки і висушували в тіні. Зберігали сухі зразки у мішку з натуральної тканини у сухому місці.

Готували тісто безопарним способом, а також на рідкій та густій опарі з попередньою активацією сухих "винних" дріжджів в 2-х варіантах: в суміші з борошна і води; в оцукреній заварці.

В дослідженнях використовували оцукрену пшеничну заварку зі співвідношенням компонентів: борошно пшеничне першого та вищого гатунку : вода, як 1:4. Заварювання борошна здійснювали водою з температурою 85 °С. Для оцукрювання заварки вносили неферментований ячмінний солод в кількості 2 % до маси борошна в заварці при температурі 63-65 °С. Тривалість оцукрення заварки складала 2 год.

Рідкі "винні" дріжджі готували з сухих "винних" дріжджів проводячи стадію активації, розвідного циклу та ведення з щоденним поповненням їх поживною сумішшю з борошна і води вологістю 89-90 % протягом 15 діб.

Тісто готували безопарним способом та на рідкій (W=68-72 %) і густій (W=48-50 %) опарі. При замісі тіста (W=44-45 %) додавали сольовий та цукровий розчини, в кількості у перерахунку на суху сировину відповідно 1,3 і 3,0 % до маси борошна. Розробку тіста, вистійку заготовок і випікання хліба проводили згідно технологічних інструкцій для виробів з пшеничного борошна.

Показники якості напівфабрикатів визначали за органолептичними показниками та вологістю. Масову частку вологи напівфабрикатів визначали експрес висушуванням на приладі Чижова ПЧМЦ. Ступінь дозрівання та готовність рідких "винних" дріжджів, напівфабрикатів на їх основі встановлювали за підйомною силою, що визначали за спливанням кульки тіста та титрованою кислотністю, яку визначали титруванням наважки за методикою (Drobot V., 2015).

Показники якості хліба визначали через 4...24 год після випікання. Оцінювання органолептичних показників якості виробів проводили згідно ДСТУ 7044:2009. Масову частку вологи в хлібі визначали стандартним прискореним методом шляхом висушування в шафі СЕШ-2М, кислотність - арбітражним методом згідно ДСТУ 7045:2009. Об'єм хліба визначали за допомогою приладу ОХЛ; пористість м'якушки вимірювали на приладі Журавльова; формостійкість вимірювали на приладі ІФК (Drobot V., 2015). У статті використано авторську технологічну термінологію.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Для успішного впровадження винних дріжджів на хлібопекарних підприємствах необхідно вирішити низку питань на етапі приготування самих сухих "винних" дріжджів. Послідовність приготування та питання, пов'язані зі встановленням та систематизацією інформації про вплив сировини (сорт винограду, місце, кліматичні умови вирощування тощо), параметрів виробництва сухих "винних" дріжджів на формування технологічно цінних для хлібопечення властивостей наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Послідовність приготування сухих "винних дріжджів"

Стадія	Фотоілюстрація	Питання для вирішення
1. Приготування виноградного сусла, його бродіння		<ol style="list-style-type: none"> 1. Який сорт винограду доцільніший? 2. Визначення видового складу мікробіоти сусла. 3. Як місце вирощування впливає на мікробіоти сусла? 4. За якими показниками визначати готовність сусла до відбору піни? 5. Яка температура бродіння забезпечує формування заданих властивостей і коли відбирати піну?
2. Відбір піни, змішування з кукурудзяним борошном (висівками), ферментація		<ol style="list-style-type: none"> 1. Які параметри процесу є раціональними (вологість маси, температура, тривалість)?
3. Додавання кукурудзяного борошна (висівки), формування кульок, їх висушування		<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначення параметрів висушування (відносна вологість повітря, температура в приміщенні, тривалість, кінцева вологість сухих "винних" дріжджів) 2. Які технологічні властивості сухих "винних" дріжджів, видовий склад мікрофлори? 3. Як змінюється їх якість під час зберігання протягом року?

Джерело: розроблено авторами.

На наступному етапі необхідно розробити технологію активації сухих "винних" дріжджів для адаптації до умов хлібопекарських напівфабрикатів, посилення здатності до зброджування цукрів борошняного середовища, визначити параметри технологічного процесу з урахуванням особливостей їх фізіології та технологічних властивостей.

Видовий склад спонтанно забродженого винного сусла досліджували в Італії, Франції, Іспанії, Болгарії, Грузії та багатьох інших країнах світу. Основні види *Saccharomyces*, які зустрічаються у виноградному суслі та їх відношення до складу поживного середовища, а саме цукрів, наведено в таблиці 2.

Отже, бродильна мікрофлора винного сусла здатна засвоювати мальтозу, глюкозу та сахарозу, що є важливим для організації бродіння хлібопекарських напівфабрикатів.

Враховуючи характеристики винного сусла, відношення його мікрофлори до джерел вуглеводистого харчування, умови промислового хлібопечення, досвід домашнього приготування хліба на винних дріжджах та результати досліджень канадських вчених (Gélinas & McKinnon, 2018), доцільно використовувати винні дріжджі у хлібопекарному виробництві з їх введенням в рідкі напівфабрикати.

На наш погляд, цікавою буде розробка рекомендацій по використанню винних дріжджів у хлібопекарському виробництві за схемою, яка аналогічна технології приготування рідких дріжджів з вологістю 85-90 %. Приготування рідкого напівфабрикату з винними дріжджами ("рідких винних дріжджів") проводили за схемою, яка включала такі етапи:

приготування оцукреної борошняної заварки;

активація винних дріжджів на оцукреній заварці з подальшим щоденним розведенням водно-борошняним поживним середовищем.

Таблиця 2. Основні види *Saccharomyces* виноградного сусла та їх відношення до складу поживного середовища

Види дріжджів	Цукри										Спирти		Органічні кислоти			
	глюкоза	галактоза	сахароза	рафіноза	лактоза	мальтоза	декстрини	інулін	ксилоза	арабіноза	етанол	гліцерин	оцтова	молочна	винна	лимонна
<i>S. vini</i>	+	+	+	1/3	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S. cerevisiae</i>	+	+	+	1/3	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S. uvarum</i>	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S. carlsbergensis</i>	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S. chevalieri</i>	+	-	+	1/3	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S. oviformis</i>	+	-	+	1/3	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S. chodati</i>	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-

Позначення: + засвоює; - не засвоює; при розщепленні рафінози на фруктозу і мелібіозу зброджують тільки фруктозу, тобто 1/3 частини рафінози.

Джерело: (Oprean et al., 2006).

Для порівняння готували "рідкі винні дріжджі" на водно-борошняній масі. За опитуванням цей спосіб був традиційним для деяких домогосподарств в Білгород-Дністровському районі.

Використовували для приготування поживного середовища борошно пшеничне 1-го гатунку, як більш повноцінне за складом. Але, оскільки на ринку України більше представлено пшеничне борошно вищого гатунку, то для порівняння готували зразки на його основі.

На цьому етапі використовували сухі "винні" дріжджі з червоного винограду.

У розвідному циклі визначали вологість поживного середовища після 1-го замішування та після поповнення поживною сумішшю, яке здійснювали кожні 24 години. Для контролювання процесу їх активації та дозрівання через кожні 6 годин першої доби. Далі щодоби оцінювали органолептичні показники; підйомну силу, яка показує швидкість накопичення CO₂ в результаті активності дріжджів (рис. 1), та титровану кислотність, що сумарно відображає вміст кислот й розчиненої вуглекислоти (рис. 2). Ознаками готовності "рідких винних дріжджів" для приготування тіста, тобто закінчення розвідного циклу / циклу активації, є збільшення їх об'єму, набуття характерного продуктам бродіння аромату, зростання кислотності і досягнення підйомної сили значень за 20-25 хв. Вологість напівфабрикатів після замісів складала 85...90 %, дозрівання проводили при температурі 27...29 °С, вміст сухих "винних" дріжджів - 7 % до маси борошна.

Аналізуючи графічну інтерпретацію отриманих даних встановлено, що зразки пшеничних спонтанних напівфабрикатів з винних дріжджів набувають необхідної бродильної здатності за 24 години, тобто за один цикл, за умови використання, як поживну суміш, оцукреної заварки з борошна 1-го гатунку, трохи повільніше з вищого гатунку. Виведення ж

"рідких винних дріжджів" на водно-борошняній суміші потребує 24-36 годин при використанні борошна першого гатунку та до 48 годин вищого. При цьому ведення "рідких винних дріжджів" протягом 15 діб не знижувало їх підйомної сили.

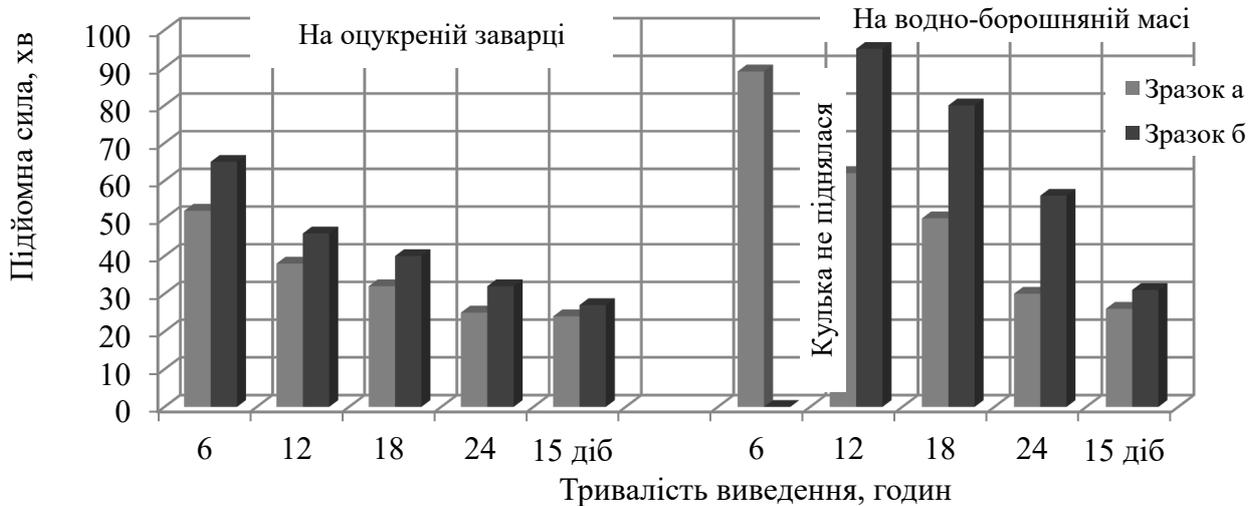


Рисунок 1. Зміна підйомної сили у процесі виведення рідких винних дріжджів та їх ведення протягом 15 діб з використанням пшеничного борошна: а – 1-го та б – вищого гатунку.
Джерело: розроблено автором.

За показником титрованої кислотності можна судити про активність молочнокислих бактерій. Так, зміни титрованої кислотності протягом першої доби виведення закваски (рис. 2) у зразках з борошна 1-го гатунку вказують на швидку активацію кислотоутворюючих бактерій, особливо у зразках на оцукреній заварці. Це підтверджує збагачення системи складовими ячмінного неферментованого солоду та утворення під час оцукрювання більш повноцінного вуглеводного складу, вмісту амінокислот, вітамінів тощо.

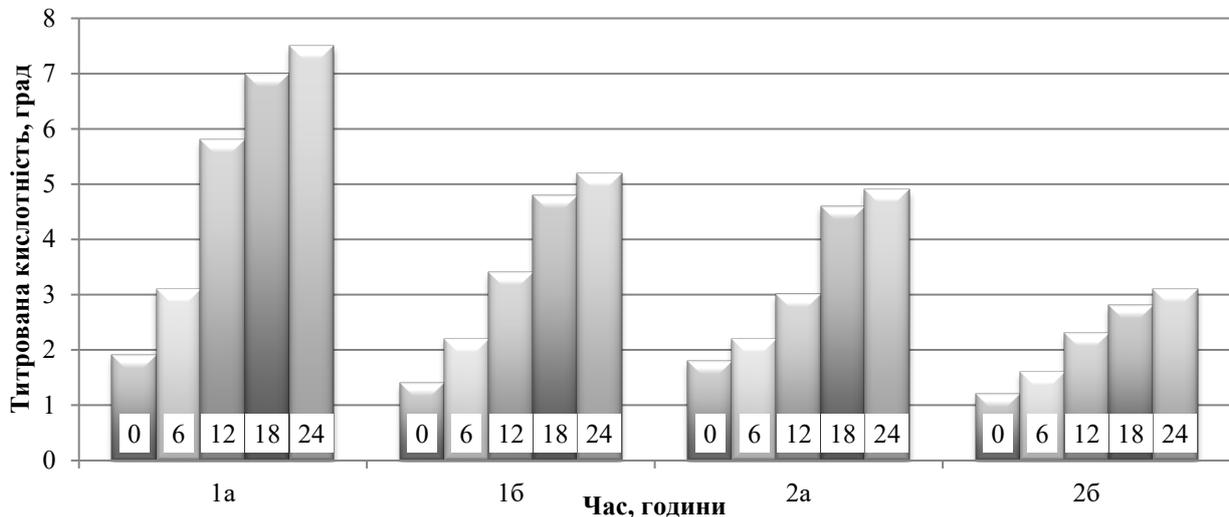


Рисунок 2. Динаміка кислотоноакопичення в процесі введення рідких "винних" дріжджів протягом перших 6, 12, 18 та 24 год з використанням в якості поживного середовища оцукреної заварки (1) та водно-борошняної суміші (2) на основі борошна 1-го (а) та вищого (б) гатунку.

Джерело: розроблено автором.

У зразку на суміші з борошна вищого гатунку та води зростання кислотності було сповільнене, що очевидно пов'язано зі збідненим на біологічно активні речовини хімічним складом борошна, а також його мікробіологічними характеристиками. Встановлено зростання аналізованого показнику протягом перших 6-8 діб ведення (рис. 3). При цьому зразки на основі

водно-борошняної суміші на 5-6 добу майже не відрізняються від зразків, для приготування яких використовувалася оцукрена заварка. З 6-ої доби процес сповільнюється і кислотність встановлюється в інтервалі 8,6...9,2 град для зразків з вмістом борошна 1-го гатунку та 6,8...7,5 град - вищого гатунку.

Молочнокисле бродіння є надзвичайно важливим у введенні спонтанних заквасок, рідких "винних" дріжджів. Технологічне значення молочної й інших кислот, сполук, що продукуються, полягає у зростанні кислотності, створенні умов для позитивних змін борошняних біополімерів, сприятливого середовища для розвитку дріжджів і пригнічення сторонньої мікрофлори – гнилісних бактерій, мікроорганізмів *Leuconostoc* лейконостоків та інші в т.ч. збудників мікробіологічного псування.

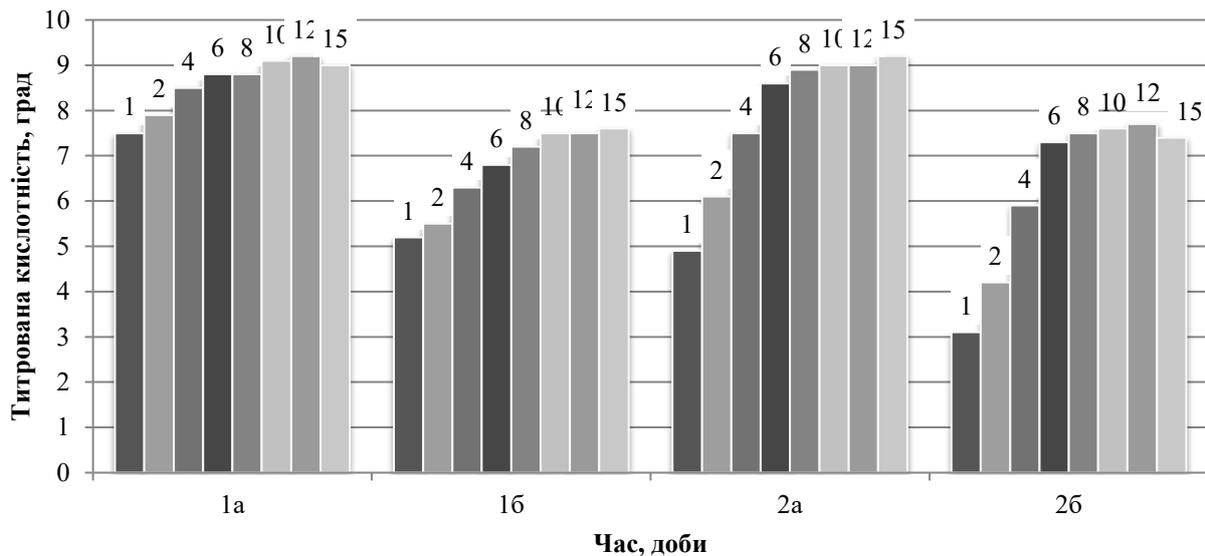


Рисунок 3. Зміна титрованої кислотності в процесі введення рідких "винних" дріжджів протягом перших 15 діб з використанням як поживного середовища водно-борошняної суміші на основі борошна 1-го (а) та вищого (б) гатунку для зразків на оцукреній заварці (1) та водно-борошняній суміші (2).

Джерело: розроблено автором.

Призначення стадії виведення пшеничних спонтанних рідких "винних" дріжджів / заквасок – це активація видів *Saccharomyces*, що внесені з сухими винними дріжджами, накопичення бродильної мікрофлори, у т.ч. молочнокислих бактерій, що забезпечить розпушення тіста, продукування органічних кислот, смакових, ароматичних та інших технологічно значимих сполук, це також перебіг фізико-хімічних, колоїдних, ферментативних перетворень складових борошна. При використанні оцукреної заварки як поживного середовища рідкі "винні" дріжджі набули необхідної бродильної здатності на кінець першої доби ферментації.

На наступному етапі вивчали властивості рідких "винних" дріжджів з білого та червоного винограду при їх внесенні в оцукрену заварку в кількості 5% і 7% до маси борошна 1-го гатунку. Оскільки умови зброджування виноградного суслу суттєво відрізняються від умов бродіння хлібопекарних напівфабрикатів, а також з урахуванням викликів воєнного часу, ризиків відключення електроенергії, важливим є дослідження впливу температури (19...22 і 25...27 °С) на формування хлібопекарних властивостей рідких "винних" дріжджів. Отримані результати наведено в табл. 3.

В дослідженні для порівняння і вибору більш раціонального способу приготування тіста застосовували безопарний спосіб (Б/О), на густій (ГО) та на рідкій (РО) опарі; контрольні зразки готували за традиційною для дріжджового хліба технологією.

Таблиця 3. Хлібопекарні властивості рідких "винних" дріжджів

Показники	Частка винних дріжджів до маси борошна							
	з білого винограду				з червоного винограду			
	5 %		7 %		5 %		7 %	
Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура дозрівання, °С	19-22	25-27	19-22	25-27	19-22	25-27	19-22	25-27
Вологість, %	90	90	90	90	90	90	90	90
Титрована кислотність, град. (через 24 год)	6,0	7,1	6,6	7,8	5,8	6,4	6,9	7,5
Підйомна сила, хв. (через 24 год)	68	29	56	25	80	50	75	32

Джерело: розроблено автором.

Загально прийнято вважати, що готовність опари встановлюють за досягненням нормованої технологічними інструкціями кислотності та за органолептичними ознаками. З урахуванням отриманих даних обирали параметри технологічного процесу (табл. 4) і проводили дослідницьке випікання з порівняльною оцінкою якості напівфабрикатів та хліба. Для контрольного зразка при опарних технологіях вносили пресовані дріжджі в кількості 1 %, Б/О – 3 % до маси борошна.

Таблиця 4. Параметри ведення технологічного процесу виготовлення хліба та показники якості хліба

Показники	Контроль			З рідких "винних" дріжджів		
	РО	ГО	Б/О	РО	ГО	Б/О
Приготування опари						
Вологість, %	70	50	–	68	47	–
Тривалість дозрівання, хв	240	240	–	300	240	–
Підйомна сила, хв	24	21	–	18	21	–
Кислотність кінцева, град	5,0	3,5	–	5,5	5,9	–
Приготування тіста						
Вологість, %	44,0	44,2	43,6	44,1	43,8	43,5
Тривалість дозрівання, хв	60	60	180	90	90	240
Підйомна сила, хв	16	14	13	7	11	18
Кислотність кінцева, град	3,8	3,5	3,1	3,9	4,3	4,2
Якість готових виробів						
Вологість, %	43,2	43,3	42,9	43,0	42,8	42,7
Кислотність, град	2,9	2,7	2,2	3,0	3,2	3,1
Пористість, %	73	72	69	73	71	68
Питомий об'єм, см ³ /100 г	3,17	3,06	2,95	3,20	3,09	2,85
Формостійкість, Н/Д	0,58	0,56	0,56	0,50	0,49	0,47

Джерело: розроблено автором.

За результатами дослідницького випікання встановлено, що для зразків, виготовлених на опарах та Б/О способом з повною заміною пресованих дріжджів спонтанними рідкими "винними" дріжджами характерні приємний яскравий хлібний аромат з відтінками, специфічними для заквасок, більш забарвлена скоринка порівняно з контрольним зразком, світлий колір, достатній об'єм і розпушеність м'якушки (рис. 4, 5).

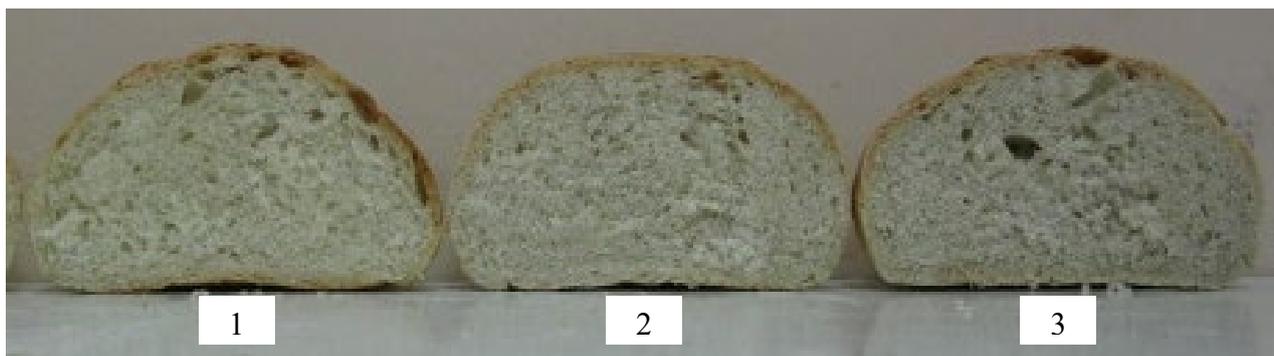


Рисунок 4. Хліб з пшеничного борошна, приготовлений з використанням пресованих дріжджів (контроль). 1 – РО; 2 – ГО; 3 – Б/О способом.

Джерело: розроблено автором.



Рисунок 5. Хліб з пшеничного борошна, приготовлений з використанням рідких "винних" дріжджів на: 1 – РО; 2 – ГО; 3 – Б/О способом.

Джерело: розроблено автором.

Кращими органолептичними та фізико-хімічними показниками характеризувались вироби, виготовлені на рідкій опарі з використанням рідких "винних" дріжджів. За пористістю, питомим об'ємом хліб на напівфабрикатах спонтанного бродіння не поступався контрольному зразку, виготовленому на традиційній рідкій опарі. Проте встановлено зростання титрованої кислотності виробів на 0,6...0,9 град, і вона дещо перевищує нормовані значення для традиційного хліба з пшеничного борошна вищого гатунку. Це має бути скореговано в технологічній документації на хлібну продукцію, виготовлену за досліджуваною технологією.

Отримання рідких напівфабрикатів спонтанного бродіння з заданими біотехнологічними властивостями є складним процесом, якість і тривалість якого визначаються хімічним складом, біохімічними та мікробіологічними характеристиками сировини, насамперед борошна, а також впливом додаткових інгредієнтів. Вид і гатунок борошна, його хлібопекарські властивості, початковий мікробіоценоз водно-борошняної системи та наявність сполук із селективними антисептичними властивостями істотно впливають на активність бродильної мікрофлори, ефективність технологічного процесу й формування якості хліба.

Суттєво впливають і параметри технологічного процесу - температура бродіння, застосування процесу заварювання борошна, оцукрювання заварки тощо.

При цьому хлібопекарські властивості сировини є нестабільними, рецептури та умови розвідного циклу та ведення рідких "винних" дріжджів / заквасок надзвичайно різноманітні, тому їх біотехнологічні властивості і, відповідно, якість продукції, можуть коливатися в широких межах. При організації приготування хліба з застосування спонтанного бродіння, виборі способу приготування тіста необхідні індивідуальний підхід з урахуванням їх рецептур

і постійне коректування параметрів технологічного процесу (температури і тривалості дозрівання, включення додаткових інгредієнтів тощо). Саме це, разом з відсутністю належної нормативно-технічної бази, і ускладнює використання спонтанного бродіння в умовах промислового хлібопечення, де в пріоритеті інтенсивність перебігу технологічного процесу та стабільність формування якості отриманих виробів. Але для міні-підприємств, крафтових пекарень такі технології можуть стати основною конкурентною перевагою у боротьбі за споживача.

Науковцями Інституту продовольчих ресурсів НААН (Mukhonik et al., 2023) розроблено асортимент хлібних виробів на заквасках, використовуючи спонтанне зброджування. Запропоновано цикли ведення заквасок спонтанного бродіння з нетрадиційним заквашувальним субстратом – борошном зеленої гречки, вівсяним та рисовим з подальшим моделюванням рецептур хлібних виробів різного асортименту: пшеничного, пшенично-житнього та безглютенового. В результаті розроблених схем уведення створено гречану, вівсяну та рисову закваску спонтанного бродіння та доведено ефективність їх використання в технології широкого асортименту хлібних виробів. Обґрунтовано доцільність використання гречаної та вівсяної закваски в рецептурах пшеничного та пшенично-житнього хліба, а рисової, гречаної закваски – в рецептурі безглютенового хліба. Методом пробних лабораторних випікань підібрано оптимальні дозування кожної закваски та описано особливості використання кожної з них, залежно від рецептури хліба. Встановлено, що додавання заквасок сприяє покращенню смако-ароматичних властивостей виробів та інтенсивнішому кислотонакопиченню в тісті.

В дослідженнях Sadeghi A. et al., (2025) значну увагу приділено застосуванню штамів, що не належать до *Saccharomyces*, як нових альтернатив хлібопекарським дріжджам у процесі хлібопекарського виробництва. Вони використовуються як текстуризатори, біоконсерванти та підсилювачі аромату в продукті; здатні виробляти багатофункціональні метаболіти, такі як ферменти, органічні кислоти та екзополісахариди, як ефективні розпушувачі та хлібопекарські біопокращувачі. Леткі сполуки, спирти та органічні кислоти, що виробляються дріжджами, також беруть участь у формуванні органолептичних властивостей та збільшенні терміну придатності продукту без утворення цвілі. Науковцями підтверджено деякий поживний та оздоровчий потенціал дріжджів, зокрема їх здатність до розкладання фітатів, антиоксидантна активність та здатність до збагачення вітамінами/амінокислотами. Ці перспективні можливості дозволяють впроваджувати дріжджові закваски як альтернативи хлібопекарським дріжджам, зосередженими на різних характеристиках виготовленого хліба, для розробки хлібобулочних виробів з екологічно чистим етикетуванням.

У дослідженні Хуану Хінг (2024) використано закваски спонтанного бродіння, отриманої з яблук, проаналізовано її мікробний склад та оптимізовано параметри технологічного процесу виробництва хліба. Рівні додавання закваски спонтанного бродіння (0–30%) та час розстоювання (60–180 хвилин) варіювали для оцінки впливу на якість хліба. Результати показали, що коротше розстоювання збільшувало питомий об'єм, який з часом стабілізувався, тоді як твердість зменшувалася. Аналогічно, нижчі відсотки закваски спонтанного бродіння, отриманої з яблук, збільшували об'єм, але вищі дози зменшували його. Нижчий відсоток закваски спонтанного бродіння, отриманої з яблук, покращував харчові властивості (вільні амінокислоти), смак (леткі сполуки). Результати демонструють нижчий потенціал закваски спонтанного бродіння, отриманої з яблук, для покращення якості хліба, пропонуючи природні альтернативи комерційним закваскам шляхом балансування параметрів бродіння для оптимізації текстури, об'єму, терміну придатності та сенсорних властивостей, підкреслюючи її роль у сталому виробництві ремісничого хліба.

Перспективними напрямками подальших досліджень є наукове обґрунтування умов формування рідких напівфабрикатів спонтанного бродіння з прогнозованими біотехнологічними властивостями з урахуванням хімічного складу сировини та впливу додаткових інгредієнтів. Проте необхідно продовження подальших досліджень з поєднанням зусиль фахівців різних спрямувань, націлених на з'ясування та формулювання теоретичних

основ технологій хліба на напівфабрикатах спонтанного бродіння, розробку і гармонізацію інформативної, нормативної бази, термінів і практичних рекомендацій для виробників хлібної продукції, які передбачатимуть адаптацію до місцевої сировини, поширених технологічних схем і обладнання в умовах міні-пекарень і крафтового виробництва.

ВИСНОВКИ. Отже, в результаті проведених досліджень встановлено ефективність використання сухих "винних" дріжджів та рідких напівфабрикатів спонтанного бродіння з їх використанням, як зразок давніх національних традицій хлібопечення. На основі отриманих результатів можна стверджувати, що досліджувані технології приготування хліба є надзвичайно перспективними; напівфабрикати, отримані в результаті спонтанного бродіння можна розглядати як засіб комплексного покращення якості хлібної продукції, розширення її асортименту.

Перспективними напрямками подальших досліджень є наукове обґрунтування умов формування рідких напівфабрикатів спонтанного бродіння з прогнозованими біотехнологічними властивостями з урахуванням хімічного складу сировини та впливу додаткових інгредієнтів. Проте необхідно продовження подальших досліджень з поєднанням зусиль фахівців різних спрямувань, націлених на з'ясування та формулювання теоретичних основ технологій хліба на напівфабрикатах спонтанного бродіння, розробку і гармонізацію інформативної, нормативної бази, термінів і практичних рекомендацій для виробників хлібної продукції, які передбачатимуть адаптацію до місцевої сировини, поширених технологічних схем і обладнання в умовах міні-пекарень і крафтового виробництва.

Подяки. Немає.

Конфлікт інтересів. Немає.

References

- Aghalari, Z., Dahms, H. U., & Sillanpää, M. (2022). Evaluation of nutrients in bread: a systematic review. *Journal of health, population, and nutrition*, 41(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s41043-022-00329-3>
- Alkay, Z., Falah, F., Cankurt, H., & Dertli, E. (2024). Exploring the Nutritional Impact of Sourdough Fermentation: Its Mechanisms and Functional Potential. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(11), 1732. <https://doi.org/10.3390/foods13111732>
- Antonenko, A., Brovenko, T., Kryvoruchko, M., Tolok, H., Vasylenko, O., & Riadnyna, Yu. (2023). Technology of lavash using quinoa flour. *Scientific Bulletin of Tavria State Agrotechnological University*, 13(2), 178–188. <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/418>
- Ark of the taste of Ukraine. Food, knowledge and stories of gastronomic heritage (2022).. https://www.fondazioneSlowFood.com/wp-content/uploads/2022/10/ADG_UCRAINA_WEB_2.pdf
- Drobot V. I. (2015) Technochemical control of raw materials and bakery and pasta products: study guide. Condor.
- Gélinas, P., & McKinnon, C. (2018). Baking tests: Effect of sucrose and water on yeast gassing power. *Cereal chemistry*, 95(6), 822–828. <https://doi.org/10.1002/cche.10100>
- Haydarzhi V. (2023) In the village of Kubei, wine yeast is made according to the great-grandmother's recipe. <https://mahala.com.ua/aktualne/v-seli-kubey-vyhotovliaiut-vynni-drizhdzhi-za-prababusynym-retseptom-video/>
- Hernández-Figueroa, R.H., Mani-López, E., Palou, E., & López-Malo, A. (2023). Sourdoughs as Natural Enhancers of Bread Quality and Shelf Life: A Review. *Fermentation*. <https://doi.org/10.3390/fermentation10010007>
- Holubchuk, D., Khablenko, A., Dugan, O., Danylenko, S., & Korzhenivska, A. (2024). Probiotic microorganisms in bread sourdoughs. *Food Science and Technology*. Vol. 18, Is. 1. P. 15-38. <https://doi.org/10.15673/fst.v18i1.2848>

- Hryshchenko A.V. (2025) Study of trends in the development of the bakery industry of Ukraine. *Agrosvit*, No. 1. P. 77-89. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.1.77>
- Imre, A., & Crook, N. (2025). The emerging roles of non-Saccharomyces yeasts in fermented foods and human health. *FEMS yeast research*, 25, foaf056. <https://doi.org/10.1093/femsyr/foaf056>
- Islam, M. A., & Islam, S. (2024). Sourdough bread quality: Facts and factors. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(13), 2132. <https://doi.org/10.3390/foods13132132>
- Ivchenko V.M., Polonska O.M., Soloshok A.L. (2025) Modern realities of the bakery products market in Ukraine. *Economic space*, №204. C. 124-130. <https://doi.org/10.30838/EP.204.124-130>
- Lau, S. W., Chong, A. Q., Chin, N. L., Talib, R. A., & Basha, R. K. (2021). Sourdough Microbiome Comparison and Benefits. *Microorganisms*, 9(7), 1355. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071355>
- Lebedenko T.E., Kozhevnikova V.O., Tkachuk O.V., Yevlash V.V. (2024). Production of flour products: importance and tasks in the food security of Ukrainians, problems and challenges of today and post-war transformation. *Scientific works of the National Technical University of Ukraine*. Volume 30, №5. c. 183-198 <https://nuft.edu.ua/doi/doc/swnuft/2024/5/16.pdf>
- Mititiuc, Cristian & Dabija, Adriana & Avramia, Ionut. (2025). Unconventional Yeast in the Bakery Industry: A Review. *Applied Sciences*. 15. 9732. <https://doi.org/10.3390/app15179732>
- Morgan H. (2015) Bakers and the Baking trade in the Roman Empire : Social and Political Responses from the Principate to Late Antiquity https://www.academia.edu/13319823/Bakers_and_the_Baking_Trade_in_the_Roman_Empire_Social_and_Political_Responses_from_the_Principate_to_Late_Antiquity
- Mykhonik, L., Hetman, I., & Naumenko, O. (2023). Efficiency of sourdoughs of spontaneous fermentation from cereal flour in bakery technologies. *Food resources*, 11(20), 28–34. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-03>
- Mykolenko S., Lebedenko T., Ziubrovskiy A. (2023) Traditional Ukrainian Bread Making // Traditional European Breads : An Illustrative Compendium of Ancestral Knowledge and Cultural Heritage / editors : M. Garcia-Vaquero, K. Pastor, Gul Ebru Orhun etc. Gewerbestrasse, Switzerland : Springer Nature. P. 389-418
- Naumenko, O. V., Hetman, I. A., Koroliuk, K. Ye., & Lukyanchuk, I. V. (2023). Peculiarities of the use of leavens of spontaneous fermentation in bread baking. *Food resources*, 11(21), 112–121. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-21-11>
- Oprean, L., Gaspar, E., Lengyel, E., & Cristea, V. (2006). Physiological properties of some yeast strains. *Acta Biologica Hungarica*, 57(2), 261–273. <https://doi.org/10.1556/abiol.57.2006.2.12>
- Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Assadpour, E., & Jafari, S.M. (2025). Emerging techno-functional capabilities of non-Saccharomyces yeasts as starter cultures in bread-making; a promising approach to develop clean-label bakery products. *Future Foods*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100789>
- Semko, T., Paska, M., Ivanishcheva, O., Kryzhak, L., Pahomska, O., Ternova, A., Vasylyshyna, O., & Hyrych, S. (2024). Innovative approach to the production of craft bread: A combination of tradition and innovation. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 792–806. <https://doi.org/10.5219/1964>
- Tvorun S., Shevchuk O. (2025) A different loaf for every Ukrainian festivity. Vinnytsia: "Konsol" LLC. 256 p.
- Tvorun S.O., Tsvigun T.O. (2019) Bread for holidays and for honor / Translated into English by L.G. Movchan Vinnytsia: LLC "Tvori", 2019. 300 p. Mesta-Corral, M., Gómez-García, R., Balagurusamy, N., Torres-León, C., & Hernández-Almanza, A. Y. (2024). Technological and Nutritional Aspects of Bread Production: An Overview of Current Status and Future Challenges. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(13), 2062. <https://doi.org/10.3390/foods13132062>
- Xuanyu Xing. (2024). Apple spontaneous fermentation sourdough: Microbial dynamics and optimization for enhanced bread quality. *Food Science & Applied Microbiology Reports*, 3(2), 96–107. <https://doi.org/10.61363/g5vcmm60>

Отримано 22.11.2025 р., прийнято до друку 10.02.2026 р.