

УДК 621.646

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2025.37>

ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ КВАСУ ЗІ СТОЛОВОГО БУРЯКА НА ЯКІСТЬ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

Ростислав Юрійович Кравченко,

аспірант

<https://orcid.org/0009-0007-1974-5001>

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 46001, вул. Гоголя 6, Тернопіль, Україна

Ігор Ярославович Стадник,

доктор техн. наук, професор

<https://orcid.org/0000-0003-4126-3256>

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 46001, вул. Гоголя 6, Тернопіль, Україна

Анотація. На сьогодні все більшу популярність в Україні займає тема здорового харчування. Інтерес представляє продукція, виготовлена з натуральних компонентів, без використання консервантів, синтетичних барвників, штучних добавок та з великим вмістом корисних інгредієнтів та вітамінів. Аналіз останніх досліджень щодо шляхів використання продуктів переробки столового буряка вказав на можливе використання у хлібобулочній, кондитерській галузях. Ця робота спрямована на дослідження використання продукту переробки столового буряка (квасу) на використання в хлібопекарській галузі. Для визначення впливу бурякового квасу на життєздатність дріжджових клітин визначали за допомогою мікроскопії під об'єктивом 40×. Органолептичні показники, які включали зовнішній вигляд, аромат і смак, оцінювали за п'ятибальною шкалою незалежною дегустаційною комісією. Фізико-хімічні показники розробленого хліба визначали до вимог стандарту ДСТУ 7045 : 2009. Тому напрямом удосконалення рецептури наявного асортименту шнечного виробу вибрано квас столового буряка (КСБ), що має високий вміст природних барвників, таких як бетаїн, бетанін, β-каротин і хлорофіл.

Визначено, що на якісні характеристики хліба впливає кількісне співвідношення компонентів у квасі та дозування його до рецептури хліба. Як негативний результат досліджень, можливе виникнення неприйняттого зовнішнього вигляду хліба за рахунок темного відтінку або неприйнятної смакоароматичної композиції. За прототип у процесі розробки рецептури прийнято пшеничний хліб, оскільки як основну сировину приймаємо борошно. Під час експериментального дослідження визначено, що колір готової продукції варіюється від жовтого до карамельного в залежності від кількості дозованого квасу. Доведено позитивний вплив квасу на технологічні властивості пшеничного борошна та хлібопекарських дріжджів, а також на якість готовий продукт. Виявлено відповідність розробленого продукту вимогам стандарту за основними фізико-хімічними показниками: вологість м'якуша – не понад 35,2 %; кислотність – трохи більше 2,8 град; пористість – не менше 72 %. Проведені маркетингові дослідження та дегустаційна оцінка готового хліба показали перспективу створення нового продукту, оскільки 95 % респондентів підтверджують важливість виробництва і дали позитивну оцінку органолептичних показників його якості.

Ключові слова: *столовий буряк, квас столового буряка, пшеничний хліб, харчова цінність, рослинні інгредієнти*

UDC 621.646

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.1.2025.37>

THE INFLUENCE OF THE PROPERTIES OF KVAS FROM TABLE BEET ON THE QUALITY OF WHEAT BREAD

Rostislav Kravchenyuk,

Postgraduate

<https://orcid.org/0009-0007-1974-5001>

Ternopil Ivan Puluj National Technical University,

Hohol str. 6, 46001, Ternopil, Ukraine

Ihor Stadnyk,

Doctor of Science, Professor

<https://orcid.org/0000-0003-4126-3256>

Ternopil Ivan Puluj National Technical University,

Hohol str. 6, 46001, Ternopil, Ukraine

Abstract. *Currently, the topic of healthy food is gaining more and more popularity in our country. Of interest are products made from natural components, without the use of preservatives, synthetic dyes, artificial additives and with a high content of useful ingredients and vitamins. The analysis of the latest studies on the ways of using beet processing products showed their possible use in the bakery and confectionery industries. This work is aimed at researching the use of the product of table beet processing (kvass) for use in the bakery industry. To determine the effect of beet kvass on the viability of yeast cells, it was determined using microscopy under a 40× lens. Organoleptic indicators, which included appearance, aroma and taste, were evaluated on a five-point scale by an independent tasting committee. The physico-chemical parameters of the developed bread were determined in accordance with the requirements of the DSTU 7045:2009 standard. Therefore, table beet kvass (KSB), which has a high content of natural dyes, such as betaine, betanin, β-carotene and chlorophyll, was chosen as the direction of improving the formulation of the existing range of snail products. It was determined that the quality characteristics of bread are affected by several components in kvass and its dosage before bread re-upture. As a negative result of the research, it is possible to have an unacceptable appearance of the bread due to a dark shade or an unacceptable taste and aroma composition. Wheat bread was taken as the prototype of the recipe development process. During the experimental study, it was established that the color of the finished product changes from yellow to caramel depending on the amount of kvass dosed. The positive influence of kvass on the technological properties of wheat flour and baker's yeast, as well as on the quality of finished products, has been proven. The compliance of the developed product with the requirements of the standard according to the main physico-chemical indicators was found: the moisture content of the pulp is not more than 35.2%; acidity - slightly more than 2.8 degrees; porosity - not less than 72%. Conducted marketing research and tasting evaluation of ready-made bread showed the perspective of creating a new product, as 95% of respondents confirmed the importance of production and gave a positive assessment to the organoleptic indicators of its quality.*

Keywords: *table beet, beet kvass, wheat bread, nutritional value*

ВСТУП. Харчування сучасного населення є надзвичайно актуальною соціальною проблемою, оскільки стан довкілля продовжує стрімко погіршуватися, досягаючи критичних показників. Забруднення навколишнього середовища, викликане неконтрольованим застосуванням синтетичних хімічних речовин, часто ігнорує природні біологічні закони, що веде до серйозних і часом незворотних наслідків для здоров'я людини та екосистеми загалом. Додатковими факторами, що погіршують ситуацію є також значне забруднення питної води, погіршення якості повітря та ґрунтів, а також малорухливий спосіб життя, який став типовим для багатьох людей у зв'язку з урбанізацією і цифровізацією. Важливу роль у цьому процесі відіграє і якість харчових продуктів, яка внаслідок інтенсивного виробництва часто поступається за поживними властивостями традиційним природним продуктам.

Такий комплекс негативних чинників, як відзначають автори (Mazorenko D., & Mazneva G. 2011) спричиняє постійний дефіцит важливих нутрієнтів у раціоні людини, включаючи вітаміни, мінерали та біологічно активні речовини. Нестача цих елементів стає одним із ключових факторів, що провокують порушення обміну речовин, погіршення імунітету та розвиток хронічних захворювань. Крім того, науковці відзначають (Lisovska et al., 2020), що сучасний раціон часто перенасичений простими вуглеводами і жирами, що призводить до зростання маси тіла, ожиріння і супутніх захворювань, таких як цукровий діабет. З кожним роком кількість людей, які страждають на ці недуги, невпинно зростає, що вимагає як змін у харчових звичках населення, так і підвищення обізнаності про здорове харчування.

Отже, забезпечення населення якісними, збалансованими продуктами харчування та боротьба з наслідками екологічних і соціальних проблем є нагальною необхідністю. Це потребує як активної участі держави у створенні програм з підтримки здорового способу життя, так і свідомих зусиль кожної людини для збереження власного здоров'я.

Автори відзначають (Vdovenko S. & Palamarchuk I. I., 2020), що збереження та покращення здоров'я населення, підвищення його працездатності та поліпшення якості життя є важливими завданнями для кожної країни. Ці аспекти набувають особливої актуальності в умовах глобального погіршення екологічних і соціальних факторів, які впливають на добробут людей. У цьому контексті хлібопекарська галузь відіграє ключову роль, адже вона здатна сприяти оздоровленню населення через розробку та впровадження у раціон сучасних виробів із покращеним складом.

Головним завданням стає створення продуктів зі зниженою енергетичною цінністю, але з високою поживною цінністю. Тому у своїх працях ряд авторів Дробот В., Павлюк Р., Стадник І., Карпик Г. передбачають збагачення хлібобулочних виробів нутрієнтами, клітковиною, вітамінами та іншими біологічно активними речовинами. Особливе значення має наявність у сировині (Lachowicz S et al., 2020) таких компонентів, як органічні кислоти, пектини, дубильні речовини та інші природні сполуки. Вони забезпечують можливість впливати на реологічні властивості тіста та готових виробів. Зокрема, ці речовини здатні зміцнювати клейковинний каркас, що підвищує міцність і структурну стабільність тіста. Крім того, покращуються водопоглинальні та газоутримувальні властивості, що сприяє утворенню рівномірної та стійкої пористої структури.

Ефективним і зручним способом покращення вітамінного балансу серед населення є впровадження у раціон харчування продуктів, додатково збагачених необхідними нутрієнтами. Такі продукти, як відзначають автори (Кравченко Р., et al., 2020) сприяють досягненню оптимального рівня споживання вітамінів і мікроелементів, що відповідає фізіологічним потребам організму. Особливо важливим цей підхід є для запобігання гіповітамінозу та підтримки загального здоров'я. Тому у цьому контексті хлібобулочні вироби є найзручнішим об'єктом для збагачення, оскільки вони належать до продуктів масового споживання, доступних для різних верств населення. Збагачення хліба та інших борошняних виробів не лише покращує їхню харчову цінність, а й дозволяє реалізовувати

концепцію функціонального харчування, спрямованого на підтримку здоров'я (Stadnyk I. et al., 2020).

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. Сучасні технології пропонують широкий спектр підходів до збагачення хлібобулочних виробів. Зокрема, це включає використання продуктів переробки зернових, олійних і бобових культур (Капітанова Т. et al., 2021), які містять значну кількість білків, клітковини та вітамінів. Додатково використовуються овочеві компоненти (Samilyk M., et al., 2020), такі як цукати, пюре, соки, настої, а також порошки з рослинної сировини, що мають високу біологічну цінність. Особливо популярними є порошки з гарбуза, моркви, шпинату, часнику, буряка та інших овочів (Samilyk M., et al., 2020; Vdovenko S. & Palamarchuk I. 2020). Вони не лише збагачують хліб корисними речовинами, але й покращують його смакові, кольорові та ароматичні характеристики. Аналогічно, використання продуктів переробки плодово-ягідних культур, таких як яблука, чорниця, журавлина, сприяє створенню функціональних виробів із високою концентрацією антиоксидантів і біофлавоноїдів.

Коренеплоди, зокрема столовий буряк, викликають значний інтерес у контексті вирішення проблеми поліпшення харчової цінності продуктів. Столовий буряк є одним із найважливіших джерел харчових волокон, вітамінів, мікроелементів та амінокислот (Kravchenyuk R. & Stadnyk I., 2024). Завдяки високій концентрації цих компонентів, буряк займає особливе місце серед овочевих культур, які використовуються для збагачення продуктів масового споживання.

Висока цінність столового буряка для людини обумовлена вмістом різноманітних органічних сполук і поживних речовин. Цей коренеплід володіє антиоксидантними та радіопротекторними властивостями, що сприяє захисту організму від впливу шкідливих факторів навколишнього середовища. Крім того (Кагрук, et al., 2020), буряк є джерелом багатьох вітамінів, таких як (калій, фосфор, кальцій, магній, залізо, цинк, вітаміни С, В1, В5, В 6 РР, Е, фолієва кислота, провітамін А та ін). Включає до свого складу високий вміст барвників (бетаїн, бетанін, β -каротин, хлорофіл), які мають високу біологічну активність. Внесення їх до складу хлібобулочних виробів дозволяє не лише збагатити продукт вітамінами, мінералами, харчовими волокнами, пектином, клітковиною, а також покращити – «прикрасити» зовнішній вигляд виробу, за рахунок утримання у складі збагачувачів барвників. Хімічний склад буряка багатий на пектини, органічні кислоти, антоціани та інші сполуки, які забезпечують його численні лікувальні властивості. Зокрема, буряк сприяє поліпшенню травлення, нормалізації обміну речовин, зниженню рівня холестерину та посиленню імунітету.

Ураховуючи ці властивості, столовий буряк може використовуватися як основний або додатковий компонент у технологіях виготовлення харчових продуктів. Одним із таких продуктів є квас столового буряка із додаванням до нього іншої рослинної сировини (Kravchenyuk R. & Stadnyk I., 2024). Вони відзначають, що КСБ є перспективних напрямів у збагаченні хлібобулочних виробів не лише покращити харчову та функціональну цінність продукту, але й надати йому унікальних органолептичних характеристик.

Таким чином, використання бурякового квасу як збагачувача в рецептурах хлібобулочних виробів є перспективним напрямом, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування. Це сприяє не лише підвищенню поживної цінності продуктів, але й створенню виробів із унікальними органолептичними характеристиками, які мають високу конкурентоспроможність на ринку.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ полягає у вивченні впливу технології виготовлення пшеничного хліба з борошна першого сорту з додаванням квасу столового буряка (КСБ), настояного на основі добавок льону, сухого житнього хліба, молочної сироватки. Використання бурякового квасу, як компонента у рецептурі хліба, відкриває нові можливості

для створення продуктів із підвищеним умістом біологічно активних речовин, поліпшенням текстури, кольору та смакових якостей.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Для обґрунтування вибору об'єкта досліджень та актуальності проведених досліджень було проведено маркетинговий аналіз, спрямований на вивчення впливу квасу із різними збагачувачами на процеси бродіння та підвищення функціональних властивостей хлібобулочних виробів. Одним із ключових напрямів дослідження було вивчення впливу бурякового квасу на активність дріжджів та їх підйомну силу.

Експеримент проводився за прискореним методом, що полягав у визначенні часу випливання кульки тіста, замішаного КСБ із додаванням збагачувачів. Методика дослідження була адаптована згідно з рекомендаціями авторів (Drobot, V. I., & Sylchuk, T. A. (2016); Drobot, V.I., & Izhevskaya, O.P., (2017)). Квас додавали до тіста в кількостях, розрахованих відповідно до запропонованої технології, з метою оцінки їх впливу на активність дріжджів. Окрім цього, вплив бурякового квасу на життєздатність дріжджових клітин визначали за допомогою мікроскопічного аналізу фарбованих препаратів. Для проведення дослідження використовували суспензію, виготовлену з пресованих дріжджів та води у співвідношенні 1:3 за масою. Ця суспензія додавалася до квасу, в обсягах, відповідних дозуванню для 100 г борошна. Отримані суміші витримували за постійних умов упродовж 60 хвилин за температури 30 °С. Упродовж цього часу через кожні 20 хвилин проводили контроль життєздатності дріжджових клітин шляхом мікроскопії під об'єктивом 40×. Такий підхід давав змогу оцінити динаміку змін активності дріжджів у середовищі, збагаченому буряковим квасом (Rudavska, G.B., & Mandrika, V.I., 2008; Rudavska, G.B. & Demkevich L.I. 2005).

Для визначення якісних показників готового хлібобулочного виробу, збагаченого квасом, були випечені зразки хлібобулочних продуктів за розробленою рецептурою. Хліб випікали безопарним способом відповідно до загальноприйнятої технологією (STADNYK Igor, et al., 2023). Квас вносили на стадії замісу тіста, кожна частина кольорового тіста (оранжева, рожева) замішувалась окремо з додавання 50 % води – це послужило головним відмінністю розробленої технології від загальноприйнятої.

Якість зразків оцінювали за органолептичними показниками, які включали зовнішній вигляд, аромат і смак, за п'ятибальною шкалою. Оцінювання проводилося незалежною дегустаційною комісією, що дозволяло отримати об'єктивні результати. Фізико-хімічні показники розробленого хліба аналізували відповідно до вимог стандарту ДСТУ 7045 : 2009 кислотність визначали прискореним методом (ГОСТ 5670-96); пористість оцінювали згідно з вимогами ГОСТ 5669-96.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ. Під час проведення маркетингових досліджень було встановлено, що 65,9 % респондентів вживають хлібобулочні вироби кілька разів на день, майже з кожним прийомом їжі, 70,7 % опитаних віддають перевагу продукції, виготовленій із пшеничного борошна. На основі цих результатів для модифікації було обрано хліб із пшеничного борошна першого гатунку як базову рецептуру, оскільки він є найпоширенішим серед споживачів. Цей продукт відповідає стандартам ГОСТ 27842-88, що забезпечує високу якість та безпечність.

На рисунку 1 наведено графічний розподіл результатів опитаних респондентів щодо актуальності розробки хлібобулочних виробів, збагачених КСБ. Опитування виявило значний інтерес до продуктів, що містять додаткові функціональні інгредієнти, здатні підвищити їхню поживну цінність. Такі дані підтверджують доцільність розробки нових рецептур хлібобулочних виробів, орієнтованих на задоволення потреб споживачів у корисних і збагачених продуктах харчування. З рисунку 1 видно, що 70 % опитаних вважають актуальним створення хлібобулочних виробів, збагачених КСБ. Це підтверджує

важливість розвитку таких продуктів для задоволення потреб споживачів у здоровому харчуванні.

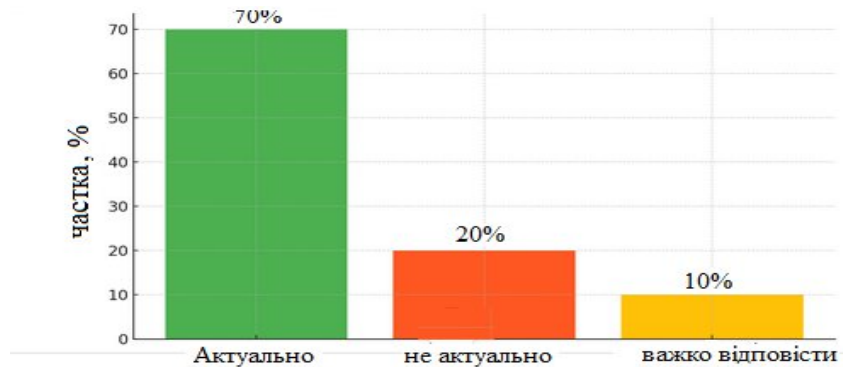


Рисунок 1. Актуальність створення хлібобулочних виробів, збагачених КСБ, % від числа опитаних

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень Стадник І. (2023)

Для обґрунтування можливості внесення КСБ у рецептуру хлібобулочного виробу з пшеничного борошна першого ґатунку було проведено дослідження впливу цього інгредієнта на технологічні властивості борошна. Враховувалося, зокрема, підйомна сила дріжджів, а також життєздатність дріжджових клітин. Ці чинники є важливими для визначення ефективності використання бурякового квасу в технології хліба, оскільки вони впливають на якість тіста та кінцевий продукт.

У таблиці 1 представлений вплив КСБ на вміст масової частки клейковини в пшеничному борошні.

Таблиця 1. Уміст масової частки клейковини в пшеничному борошні, збагаченого КСБ

Показники	зразки			
	контроль	використання КСБ із		
		льоном	сивороткою	житніми сухариками
Вміст $\omega_{\text{сира}}$ клейковина	28.26%	28.20	28.20	28.25

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень Стадник І. (2023)

Результати таблиці 1 показують, що внесення КСБ із різними добавками інгредієнтів не призводить до істотної зміни вмісту сирової клейковини в пшеничному борошні порівняно з контролем. Це свідчить про те, що добавки суттєво не змінюють основні властивості борошна, що важливо для збереження його функціональних характеристик у процесі приготування тіста. Однак такі зміни можуть мати потенціал для поліпшення інших технологічних властивостей, що потребує подальших досліджень.

Дослідження впливу КСБ на розтяжність клейковини, представлені в таблиці 2. Вони показали, що додавання бурякового квасу у разі заданих пропорцій має певний вплив на здатність клейковини до розтягування. Зміни в розтяжності можуть свідчити про зміни в структурі клейковини, що впливає на еластичність та загальні властивості тіста.

З таблиці 2 видно, що клейковина борошна з КСБ має середню розтяжність. Це може бути пов'язано з тим, що в процесі гідратації та набухання клейковини відбуваються зміни в її полімерних структурах. Під час цього процесу відновлюються окремі молекулярні ланцюги, а також відбувається дисоціація органічних кислот і амінокислот, що містяться в

буряковому квасі. Такі зміни можуть впливати на здатність клейковини до розтягування, знижуючи її розтяжність, що, в свою чергу, може підвищувати її структурну міцність. Це явище покращує механічні властивості клейковини, такі як еластичність і пружність, що позитивно позначається на якості тіста, зокрема на його здатності до ферментації та обробки.

Таблиця 2. Вплив КСБ на розтяжність клейковини

Зразок	Розтяжність клейковини, см
контроль	14.7
зразки із КСБ:	
льоном	13.9
сивороткою	14.2
житніми сухариками	14.1

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень Стадник І. (2023)

Такий вплив КСБ на клейковину дає можливість підвищити стабільність структури тіста завдяки зниженій розтяжності, покращити текстуру хлібобулочних виробів, зробивши більш щільною, але водночас м'якою та еластичною.

Вплив КСБ на підйомну силу дріжджів представлений у таблиці 3. Дані таблиці 3 дають змогу краще зрозуміти, як КСБ може впливати на ферментаційні процеси в тісті. Зміни в активності дріжджових клітин є важливим аспектом, оскільки вони безпосередньо впливають на підйом тіста і, в кінцевому підсумку, на якість і об'єм хлібобулочних виробів.

Таблиця 3. Вплив КСБ на підйомну силу дріжджів

Зразок	Значення показників підйомної сили, хв
контроль	11 хв. 7 с
зразки із КСБ:	
льоном	4.9 с
сивороткою	2.20 с
житніми сухариками	1.40 с

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень Кагрук Г. (2021)

За результатами таблиці видно, що підйомна сила хлібопекарських дріжджів з додаванням КСБ, зменшилася порівняно з контролем на 6 хв 8с, 9 хв 5с та 10хв 1с, відповідно. Це свідчить про позитивний вплив КСБ на біологічну активність дріжджових клітин, що сприяє більш інтенсивному бродінню і, відповідно, швидшому підйому тіста. Ймовірно, цей ефект обумовлений наявністю у КСБ великої кількості поживних речовин, таких як вітаміни групи В, цукри, мінеральні речовини та інші органічні сполуки. Ці компоненти є важливими для нормальної життєдіяльності та активності дріжджових клітин, оскільки вони забезпечують необхідні умови для їх росту та розмноження. Вітаміни мають стимулюючий ефект на метаболічні процеси в клітинах [], що може підвищити їх активність у процесі ферментації.

Отримані результати свідчать про сприятливий вплив додавання КСБ на життєздатність дріжджових клітин. Це так само може бути корисним для поліпшення якості хлібобулочних виробів, оскільки активні дріжджові клітини сприяють більш ефективному бродінню, що впливає на об'єм, текстуру та смакові характеристики кінцевого продукту. Вплив КСБ на динаміку життєздатності дріжджових клітин представлено на рисунку 2.

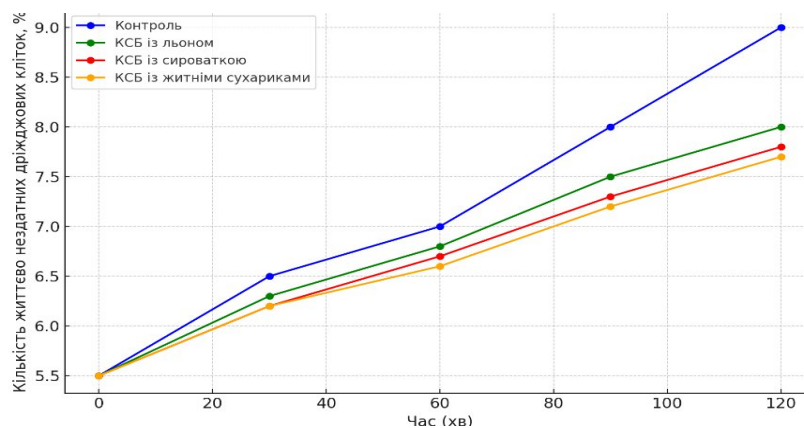


Рисунок 2. Кількість життєво нездатних дріжджових клітин

Вплив КСБ на життєздатність дріжджових клітин показує, що динаміка життєздатності дріжджових клітин аналізованих зразків має загальну закономірність, як видно з рисунка 2. Однак через дві години витримки кількість нежиттєздатних дріжджових клітин у контрольному зразку значно перевищує таку в зразках із КСБ із добавками. Це свідчить про те, що в середовищі з рослинними інгредієнтами відбувається зниження кількості нежиттєздатних клітин. Ймовірно, (Savchenko, O., & Kalinichenko, Y. 2019) це пов'язано з наявністю поживних речовин, таких як вітаміни, мінерали та органічні кислоти, які покращують умови для життєдіяльності дріжджових клітин. Ці компоненти можуть сприяти покращенню обміну речовин та метаболізму клітин, що підвищує їхню здатність до відновлення і подовжує їхню життєздатність.

Різниця в кількості життєздатних дріжджових клітин між контрольним зразком та зразками з різними добавками до квасу (льон, сироватка, житні сухарі) можна пояснити такими чинниками:

- *Хімічним складом*: Льон, сироватка і сухарі містять біологічно активні речовини, які можуть впливати на ріст і життєздатність дріжджів. Льон має антиоксиданти, але також може містити сполуки (наприклад, поліфеноли), що пригнічують дріжджі. Сироватка містить білки та лактозу, які можуть створювати специфічні умови для дріжджів. Житні сухарі багаті на ферменти та органічні кислоти, які сприяють створенню оптимального середовища для бродіння. В загальному компоненти в квасі виконують функцію додаткових джерел енергії для підтримки життєдіяльності дріжджів (калій, кальцій та натрій) здатні активувати ферменти в дріжджових клітинах, які сприяють зброджуванню цукрів, таких як мальтоза та мальтотріоза. Перетворення цих цукрів на спирт і вуглекислий газ забезпечує ефективне бродіння, що, в свою чергу, прискорює процес бродіння тіста.

- *Рівень кислотності середовища (pH)*: Добавки до квасу змінюють кислотність середовища, що безпосередньо впливає на активність дріжджів. Так, житні сухарі підкислюють середовище, що стримує життєдіяльність дріжджів. Також у льоні є сполуки, які пригнічують активність дріжджів та можуть виникати нові мікрофлори (сироватка), які конкурують із дріжджами за поживні речовини. Отже, житні сухарі можуть швидше вивільняти корисні речовини в середовище, ніж льон чи сироватка, що забезпечує дріжджам більше доступних поживних речовин.

Тому, наявність КСБ із добавками в середовищі для дріжджових клітин не лише знижує кількість нежиттєздатних клітин, але й може сприяти збільшенню числа життєздатних клітин, що позитивно впливає на процеси бродіння та підйом тіста. Це, в свою чергу, покращує технологічні властивості борошняних виробів, зробивши їх більш пористими та легкими.

На рисунку 3а показані результати дегустаційної оцінки органолептичних показників якості збагачених хлібобулочних виробів, що розроблялися. Діаграма показує відсоток респондентів, які оцінили зовнішній вигляд, аромат і смак хлібобулочних виробів найвищим

балом (5). З рисунка 3а видно, що більше половини опитаних оцінили зовнішній вигляд та аромат збагачених хлібобулочних виробів найвищою бальною оцінкою 5, що становить відповідно 53,3 % і 51,6 %. Близько половини дегустаторів (49,1 %) відзначили смак продукту як чудовий. Варто зазначити, що жоден з показників не отримав оцінок 2 або 1 бал, що свідчить про високий рівень задоволення споживачів від органолептичних характеристик продукту.

Для визначення перспективи виробництва розробленого виробу дегустаторам було поставлено питання: «Чи сподобався продукт?» та «Стали б Ви купувати цей продукт?». За результатами опитування, 97,5 % респондентів відповіли позитивно, зазначивши, що продукт їм сподобався, і висловили бажання його придбати. Лише 2,5 % респондентів не були зацікавлені в покупці продукту (рис. 3б).

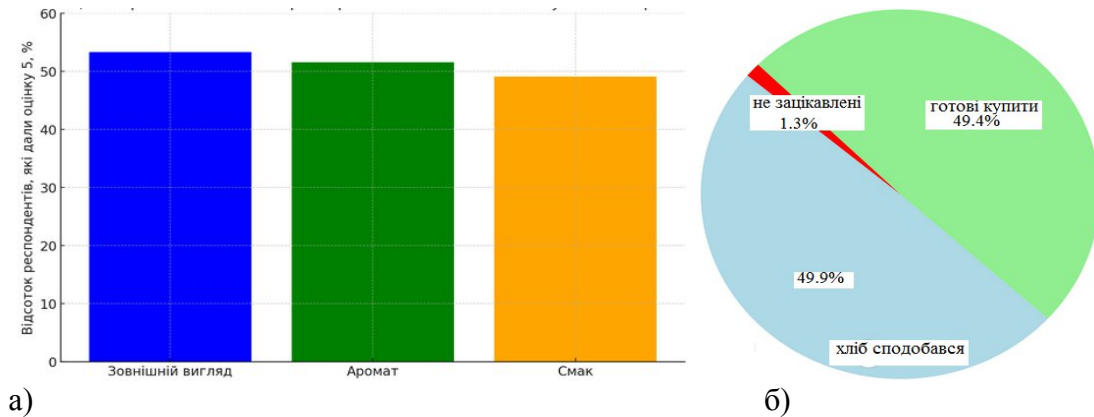


Рисунок 3. Оцінка органолептичних показників якості (а) та рівень споживчої оцінки (б) зразків хліба

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень Palamarchuk I. I. (2021)

Отримані результати свідчать про високий рівень споживчої оцінки розроблених хлібобулочних виробів, що вказує на його перспективи на ринку. Рівень споживчої оцінки (рис. 3б) відображає відповіді на питання про те, чи сподобався продукт і чи готові респонденти його купувати. Абсолютна більшість (97,5%) позитивно оцінили продукт і висловили бажання його придбати, лише 2,5 % виявили байдужість. Це також дає змогу з упевненістю говорити про можливість впровадження даного продукту в масове виробництво, оскільки споживачі високо оцінюють його якість та смакові характеристики.

Фізико-хімічні показники розроблених хлібобулочних виробів представлені в таблиці 4.

Таблиця 4. Фізико-хімічні показники хлібобулочного виробу

Показники	Вимоги ДСТУ 7045:2009	Хліб пшеничний із КСБ та льону	Хліб пшеничний із КСБ та сиворотки	Хліб пшеничний із КСБ та житніх сухариків
Вологість мякушки,%, не більше	43.0	41.9	42.69	42.2
Кислотність мякушки, град, не більше	3.0	2.6	2.8	2.9
Пористість мякушки,%, не менше	70	71	74	75

Джерело: розроблено авторами на основі досліджень Lisovska T. (2021)

З таблиці 4 видно, що за фізико-хімічними показниками, такими як вологість, кислотність та пористість, аналізовані зразки хлібобулочних виробів повністю відповідає вимогам ДСТУ 7045 : 2009. Це свідчить про те (Zheplinska, M., et al., 2021), що продукт має належну якість та відповідає стандартам для хлібобулочних виробів.

Маркетингові дослідження, проведені авторами Drobot, V.I., & Izhevskaya, O.P. (2017), підтверджують стабільно високий попит на продукцію з пшеничного борошна першого гатунку. Вплив при використанні КСБ на технологічні властивості пшеничного борошна першого гатунку в рецептурах хлібобулочних виробів встановив, що його вплив узгоджується з дослідженнями Каррук (2021) та Стадник (2023). Аналіз підйомної сили дріжджів та життєздатності дріжджових клітин при додаванні КСБ з різними інгредієнтами (льоном, сироваткою, житніми сухарями) показав, що цей фактор практично не впливає на масову частку сирової клейковини в борошні. Це підкреслює збереження функціональних властивостей борошна, що відповідає попереднім дослідженням щодо структурних характеристик тіста, проведеним Mikulec et al. (2019).

Процес бродіння відіграє ключову роль у формуванні якісних характеристик тіста та кінцевого хлібного виробу. Завдяки мікробіологічним процесам, що відбуваються у ферментованому КСБ, під час бродіння проходить накопичення органічних кислот, поліфенольних сполук та біологічно активних речовин. У роботі авторів Yu-ling Yang, et al. (2025) було досліджено молекулярний механізм, що лежить в основі впливу на реологічні властивості тіста, які можуть сприяти покращенню текстури та структури м'якушки. Крім того, розглянуті мікробіологічні процеси позитивно впливають на смакові характеристики хліба. Тому при використанні КСБ надається більш насичений аромат та легка кислинка, що може покращити його органолептичні властивості.

Результати впливу бродіння на вміст біоактивних молекул (поліфенолів, органічних кислот, білків, амінокислот) показали, що мікробне співвідношення в КСБ переважно пов'язане з наявністю біологічно активних речовин, таких як вітаміни групи В, органічні кислоти та мінеральні сполуки, які покращують бродильну активність. Однак композиції, виготовлені виключно з додаванням рослинної сировини (наприклад, конопляного борошна), не продемонстрували суттєвої різниці в складі мікробних спільнот та не вплинули значно на бродильну активність тіста (Bavaro A. et al., 2021).

Дослідження також показали, що додавання КСБ у рецептуру тіста сприяє більшій стабільності клейковинного каркаса. Тому розтяжність клейковини показало її збільшення порівняно з контролем, що вказує на модифікацію полімерної сітки білків. Автори (Jin, R. et al., 2024) зазначають, що зміни розтяжності клейковини можуть бути пов'язані з процесами гідратації та набухання, що супроводжуються структурними змінами білкових молекул. Відомо, що органічні кислоти та амінокислоти можуть впливати на дисоціацію білкових зв'язків, підвищуючи когезійні властивості клейковини, що також відзначено у дослідженні Zhang Y., et al., (2024) щодо змін у структурі білкової матриці. Крім того, автори (Dong Y., et al., 2024) розкрили складність мікробної системи традиційних ферментованих харчових продуктів, що є результатом відкритого процесу бродіння. Це ускладнює регулювання мікробних змін та потребує більш детального вивчення механізмів взаємодії мікроорганізмів у тісті.

Результати сенсорного аналізу показали, що хліб із додаванням КСБ має приємний смак, рівномірну пористість та покращену текстуру м'якушки. Особливо це спостерігалось у зразках, де КСБ використовувався разом із додатковими функціональними інгредієнтами, такими як житні сухарі, льон або сироватка. Це підтверджує перспективність застосування КСБ у технології хлібопекарського виробництва для покращення фізико-хімічних та органолептичних характеристик готової продукції.

Отримані результати свідчать про те, що використання КСБ як рідкої фракції в рецептурі тіста може значно покращити ферментаційні властивості, забезпечуючи швидше

бродіння та підйом тіста. Це узгоджується з попередніми дослідженнями, які показали, що застосування ферментованих напоїв у випічці може знижувати потребу в додаткових покращувачах тіста (Gobbetti et al., 2019). Автори відзначають, що будучи однією з найбільш традиційних біотехнологій, ферментація закваски глибоко впливає на реологію, сенсорні властивості та термін придатності хлібобулочних виробів. Тому результати опитування підтвердили високий рівень сприйняття споживачами збагаченого хліба, що є важливим фактором для його подальшого промислового впровадження. Споживачі відзначили гармонійне поєднання смакових характеристик, приємну текстуру та можливі корисні властивості, зумовлені використанням КСБ. Це свідчить про актуальність розробки нових рецептур функціональних хлібобулочних виробів із підвищеною харчовою цінністю.

ВИСНОВКИ. Доведений позитивний вплив КСБ на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, зокрема на вміст клейковини та її розтяжність. Квас не призводить до значного зниження вмісту клейковини в борошні, а скоріше покращує її структурні властивості. Клейковина борошна має середній рівень розтяжності, що свідчить про збалансовану механічну міцність і еластичність тіста. Це пов'язано з впливом біологічно активних компонентів, таких як органічні кислоти, вітаміни та мінеральні речовини, що містяться в квасі, які можуть сприяти відновленню та зміцненню полімерних структур клейковини під час гідратації. Ці зміни позитивно позначаються на технологічних властивостях борошна, що так само покращує якість готових хлібобулочних виробів.

Встановлено, що внесення КСБ сприяє підвищенню підйомної сили дріжджів, що в середньому збільшується на 3 хвилини порівняно з контролем. Це свідчить про покращення бродильної активності дріжджів при використанні збагачувачів, що позитивно позначається на процесі бродіння тіста. Крім того, динаміка життєздатності дріжджових клітин показала збільшення числа життєздатних клітин у суспензіях з овочевими збагачувачами, що також сприяє активнішому процесу ферментації. Ці зміни ведуть до покращення органолептичних характеристик готових хлібобулочних виробів, таких як смак, аромат і текстура, що робить продукт більш привабливим для споживачів.

Конфлікт інтересів. Немає.

Подяки. Немає.

References

- Bavaro A.R., Di Biase M., Conte A., Lonigro S.L., Caputo L., Cedola A., Del Nobile A., Logrieco A.F., Lavermicocca P., Valerio F. Weissella cibaria short-fermented liquid sourdoughs based on quinoa or amaranth flours as fat replacer in focaccia bread formulation. *Int. J. Food Sci. Technol.* 3197–3208. DOI: 10.1111/ijfs.14874
- Dong Y., Ronholm J., Fliss I., Karboune S.(2024). Screening of lactic acid bacteria strains for potential sourdough and bread applications: Enzyme expression and exopolysaccharide production. *Probiotics Antimicrob. Proteins.*:1–23. doi: 10.1007/s12602-024-10270-y.
- Drobot, V. I., & Sylchuk, T. A. (2016). Using spontaneous fermentation sourdough in the production of rye-wheat bread. *Naukovi pratsi NUXT – Scientific works of NUFT*, 22(1), 180–184
- Drobot, V.I., & Izhevskaya, O.P., (2017), The use of flaxseed meal to give bread health properties, *Grain Storage and Processing*, Vol. 209, no. 1, pp. 47–49
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.028>
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.199527>.
- Igor Stadnyk, Olena Kolomiiets, Oksana Dziana (2020.). Substantiation of foamy structure formation in a gluten-free biscuit. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences vol. 14*, p. 1008-1019 <https://doi.org/10.5219/1399>

- Jin, R.; Song, J.; Liu, C.; Lin, R.; Liang, D.; Aweya, J.J.; Weng, W.; Zhu, L.; Shang, J.; Yang, S. (2024). Synthetic microbial communities: Novel strategies to enhance the quality of traditional fermented foods. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 23(4) 83–90. DOI: [10.1111/1541-4337.13388](https://doi.org/10.1111/1541-4337.13388)
- Kapitanova T., Koshulko V., Oleksienko V. 2021 Use of legume seeds and their processing products to improve the quality and nutritional value of bakery products. Dmytro Motorny Tavri State Agro-Technological University. 188-190 p.
- Karpyk, M. Kukhtyn, V. Selskyi, I. Nazarko, O. Pokotylo, M. Haidamaka (2021) Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies*, vol. 23, 3-7 <https://nvlvet.com.ua/index.php/food>
- Kravchenyuk R. & Stadnyk I. 2(2024). Technology of preparation and determination of properties of kvass from table beet for use in bread baking. *Human and nation's health*, 3, 35-46 c.
- Kravchenyuk R.Yu., Kravchenyuk H.Yu., Stadnyk I.Ya., Sabadash G. 2024. The effect of roller crushing of germinated flax seeds on the quality indicators of "Ternopilske" cookies // *Bulletin of the TNTU*, 2024, No. 2(114), P.51-59.
- Lachowicz S., Świeca M., Pejcz E.(2020 Improvement of health-promoting functionality of rye bread by fortification with free and microencapsulated powders from amelanchier *alnifolia* nutt. *Antioxidants*.. Vol. 9, no. 7. P. 614. URL: [tps://doi.org/10.3390/antiox9070614](https://doi.org/10.3390/antiox9070614)
- Marco Gobetti, Maria De Angelis, Raffaella Di Cagno, Maria Calasso, Gabriele Archetti, Carlo Giuseppe Rizzello (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation *Int J Food Microbiol Aug 2:302:103-113*. doi: [10.1016/j.ijfoodmicro](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro).
- Mazorenko D., & Mazneva G. (2011) Table beets: progressive technologies and cost standards. Kharkiv: "Miskdruk" publishing house. 2011. 28 p.
- Mikulec, A.; Kowalski, S.; Sabat, R.; Skoczylas, Ł.; Tabaszewska, M.; Wywrocka-Gurgul, A.(2019). Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT*, 102, 164–172.
- Palamarchuk I. I. (2021) Growth, development and yield of table beet using water-retaining granules in the conditions of the forest-steppe of the right bank of Ukraine. *Vegetable and melon growing*. Vol. 70. P.45 – 52.
- Rudavska, G.B. & Demkevich L.I. 2005. Microbiology. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: textbook / – 2nd ed., revised. and added - K.: Kyiv. national trade and economy university, - 407 p.
- Rudavska, G.B., & Mandrika, V.I., 2008. Microbiology. Laboratory practicum for students in the field of training 0503 "Trade" (educational and methodical edition) /, KNTEU. - Kyiv: CPNMV KNTEU, - 82 p.
- Samilyk M., Helikh A., Ryzhkova T., Bolgova N., Nazarenko Y. (2020) Influence of the structure of some types of fillers introduced to the yogurt recipe on changes in its rheological indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 2, No 11(104). P. 46–51.
- Samilyk M., Helikh A., Bolgova N., Ryzhkova T., Sirenko I., Fesyun O. (2020). Substantiation of the choice of fillers for cottage cheese mass. *EUREKA: Life Sciences*.. Vol. 3. P.38–45. DOI:[10.21303/2504-5695.2020.001210](https://doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001210).
- Savchenko, O., & Kalinichenko, Y. (2019). Technology of manufacturing rye and wheat sourdough bread with the use of basil. *Technical sciences and technologies*, 4(18), 183–191. doi: [12.25140/2411-5363-2019-4\(18\)-183-191](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-4(18)-183-191).
- Stadnyk Igor, Piddubnyi Volodymyr, Chahaida Andrii, Fedoriv Viktor, Hushtan Tetiana, Kraievska Svitlana, Kahanets-Havrylko Lesia, Okipnyi Ihor (2023) Energy saving thermal systems on

- the mobile platform of the mini-bakery. *Contents of Journal of Mechanical Engineering - Strojnícky časopis*, Volume 73, No. 1: pp.169 - 186. DOI: 10.2478/scjme-2023-0014
- Tetiana Lisovska, Igor Stadnik, Volodymyr Piddubnyi, Nina Chorna (2020) Effect of extruded corn flour on the stabilization of biscuit dough for the production of gluten-free biscuit. *Ukrainian Food Journal* Volume 9, Issue 1 Kyiv, C 159-174
- Vdovenko S. & Palamarchuk I. (2020) Climate change and its effect on the formation of vegetable plant yield in the conditions of Ukraine. *The scientific heritage*. Vol 3. № 56 (56). P. 12 – 17
- Vdovenko S. & Palamarchuk I. (2020). Climate change and its effect on the formation of vegetable plant yield in the conditions of Ukraine. *The scientific heritage*. Vol 3. № 56 (56). P. 12 – 16
- Yu-ling Yang, Long Yang, Er-qi Guan, Ke Bian (2025) Mechanism of mechanical force direction and intensity during sheeting on the rheological behavior of dough and gluten protein structure. *Food Chemistry* Volume 474, 143-152
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143202>
- Zhang Y., Wang D., Zhang Z., Guan H., Zhang Y., Xu D., Xu X., Li D. (2024). Improvement on wheat bread quality by in situ produced dextran – A comprehensive review from the viewpoint of starch and gluten. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*;23:13353. doi: 10.1111/1541-4337.13353.
- Zheplinska, M., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Kuts, A., Slobodyanyuk, N., Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Kokhan, O., Reznichenko, Y., & Salavor, O.(2021). The micronutrient profile of medicinal plant extracts. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*,15, 528–535. doi.org/10.5219/1553

Отримано 16.01.2025 р., прийнято до друку 20.02.2025 р.