

УДК 664.71-11:664.64.016

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2024.16>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖИТНЬОГО ТА ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

**Корженівська Аліна Олександрівна**<https://orcid.org/0000-0003-3860-2595>*Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України, 02002, вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна***Даниленко Світлана Григорівна***Доктор технічних наук, старший науковий співробітник*<https://orcid.org/0000-0003-4470-4643>*Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України, 02002, вул. Євгена Сверстюка, 4а, м. Київ, Україна*

**Анотація.** При виробництві заквасок та тіста для випікання хліба основною сировиною є борошно. Щоб отримати продукт високої якості, не потрібно використовувати борошно низьких татунків, воно має бути із високою активністю, мати пружню клейковину, високу водопоглинальну та газоутворювальну здатності і низьку активність ферментів. Ці всі фактори надають тісту певні структурно-механічні властивості під час дозрівання закваски та опари, вистоювання та випікання.

Для дослідження обрано два зразки (зразок 1 та зразок 2) житнього борошна виробників Київської та Кіровоградської областей і один зразок пшеничного борошна (зразок 3), виробник Київської області.

В зразках визначали органолептичні показники, а саме запах, колір, хруст, смак, зараженість шкідниками і фізико-хімічні: вологість, крупність помелу, кислотність. Якість сировини, що використовували в дослідженнях, аналізували за загальноприйнятими та спеціальними методиками.

Показано, що найбільший вміст білка мають зразки борошна № 2 та №3, а саме 8,9 % та 11,1 %, відповідно, найнижчий вміст білка у зразку №1 – 8,4 %. Енергетична цінність пшеничного борошна вища на 50,24 ккал і 42,58 ккал від зразків 1 та 2 відповідно. Проведена органолептична оцінка зразків борошна показала, що у всіх зразках були відсутні сторонні запахи, наявний приємний аромат, колір властивий природі зерна; відсутні механічні домішки; усі види борошна мають рівномірний ступінь подрібнення. Пшеничне борошно має найнижчу дисперсність (найбільшу крупність), а житнє борошно обох торгових марок – має високу дисперсність, що позитивно впливає на якість готового продукту. Зразки житнього борошна мають на 11,1–13,4 % більший показник коефіцієнту водопоглинання порівняно з пшеничним борошном. Кислотність житнього борошна у порівнянні із пшеничним борошном вища. Сумарне газоутворення за 5 годин бродіння зразка № 3 з пшеничного борошна становило 1430 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> на 100 г борошна, для житнього борошна зразок №2 – 678 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> на 100 борошна.

Отже, для розроблення технології закваски на основі житнього борошна слід рекомендувати житнє обдирне борошно від заводу виробника Кіровоградської області, яке є найбільш оптимальним за гранулометричним методом, містить більше крохмалю, моно-, дисахаридів та білка, а також за технологічними властивостями, має більшу водопоглинальну здатність ніж пшеничне борошно.

**Ключові слова:** борошно житнє та пшеничне, властивості борошна, закваска, газоутворення, кислотність, водопоглинання, хліб.

UDC 664.71-11:664.64.016

<https://doi.org/10.31548/humanhealth.2.2024.16>

## STUDY OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF RYE AND WHEAT FLOUR

**Alina Korzhenivska**

<https://orcid.org/0000-0003-3860-2595>

*Institute of Food Resources NAAS of Ukraine*

*02002, str. Yevhena Sverstyuka, 4a, Kyiv, Ukraine*

**Svitlana Danylenko**

*Doctor of Sciences*

<https://orcid.org/0000-0003-4470-4643>

*Institute of Food Resources NAAS of Ukraine,*

*02002, str. Yevhena Sverstyuka, 4a, Kyiv, Ukraine*

**Abstract.** *In the production of sourdoughs and doughs for baking bread, the main raw material is flour. To obtain a high-quality product, low-grade flour shall not be used; it must be of high activity, that is, it must have elastic gluten, high water-absorbing and gas-forming ability and low enzyme activity. All these factors give the dough certain structural-mechanical properties during ripening of the sourdough and dough, standing and baking.*

*For the study, two samples (sample 1 and sample 2) of rye flour from producers in the Kyiv and Kirovograd regions and one sample of wheat flour (sample 3) from producers in the Kyiv region were selected.*

*Sensorial indicators were determined in the samples, namely aroma, color, crunch, taste, pest infestation, physical and chemical indicators: humidity, grind size, acidity. The quality of the raw materials used in the study was analyzed using generally accepted and special methods.*

*The flour samples 2 and 3 have shown the highest protein content, namely 8,9 % and 11,1 %, respectively, the lowest protein content 8,4 % was in sample 1. The energy value of wheat flour was 50,24 kcal and 42,58 kcal than in samples 1 and 2, respectively. A sensorial assessment of flour samples showed that all samples were free of foreign odors, had a pleasant aroma, and had a color characteristic of the nature of the grain, no mechanical impurities were observed.*

*All types of flour had a uniform degree of grinding. Wheat flour showed the lowest dispersion (largest coarseness), and rye flour of both brands had high dispersion, its effect upon the quality of the finished product being positive. Rye flour samples had 11,1–13,4 % higher water absorption coefficient compared to wheat flour. The acidity of rye flour was higher than that of wheat flour. The total gas formation during 5 hours of fermentation for sample 3 was 1430 cm<sup>3</sup> of CO<sub>2</sub> per 100 g of flour; for rye flour, sample 2 was 678 cm<sup>3</sup> of CO<sub>2</sub> per 100 g of flour.*

*Therefore, for the development of sourdough technology based on rye flour, coarse rye flour from the manufacturer's plant in the Kirovograd region shall be recommended, which was the optimal in terms of granulometry, contained more starch, monosaccharides, disaccharides and protein, was optimal in terms of technological properties and had greater water absorption capacity than wheat flour.*

**Keywords:** *rye and wheat flour, flour properties, sourdough, gas forming, acidity, water absorbing, bread*

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ.** Споживчі та фізіологічні властивості, перебіг технологічного процесу, якість заквасок та готових виробів безпосередньо залежить від хімічного складу сировини. Тому, задля підтвердження доцільності та використання житнього толокна хліба із житніх сортів борошна постає необхідність дослідження його хімічного складу та технологічних властивостей.

Основною сировиною у виробництві хлібобулочних виробів є борошно. На якість борошна впливає багато факторів – сорт зерна, якість ґрунту, клімат та умови збору врожаю, зберігання та переробка зерна (Drobot et al., 2018).

В Україні 94% ринку зернового борошна займає пшеничне, 5% – житнє і тільки 1% припадає на сукупність інших видів борошна. Найбільш популярні в нашій країні альтернативні види борошна із зернових та зернобобових культур – кукурудзяне, гречане, рисове, вівсяне, горохове (Ovsienko & Naumenko, 2023; Denysova et al., 2019).

Сучасні тенденції до максимального використання усіх анатомічних частин зерна злакових культур у харчуванні людини зумовлюють актуальність розроблення нових технологій перероблення зернових з отриманням продуктів на основі цілого зерна, яке є джерелом цінних нутрієнтів. Такі продукти необхідні для створення збалансованих харчових раціонів оздоровчого спрямування (Zrcková et al., 2015).

Хлібобулочним виробам, виготовленим із житнього борошна, відводиться важливе місце в харчуванні людини. При збалансованому раціоні денна норма житнього хліба повинна становити сто грамів. Житнє борошно містить більше цінних амінокислот, фруктози, клітковини, вітамінів (особливо групи В) і мінеральні речовини, ніж сортове пшеничне борошно (Cheliabiieva & Sosedova, 2018)

Щоб отримати продукт високої якості, не потрібно використовувати борошно низьких гатунків, воно має бути сухим, м'яким, білого або ледь кремуватого кольору із високою технологічною активністю.

Ці всі фактори нададуть майбутньому тісту певні структурно-механічні властивості під час дозрівання закваски та опари, вистоювання, у процесі випікання (Bondarenko et al., 2019).

При виробництві спонтанних заквасок та тіста для випікання хліба основною сировиною є борошно. Вибір борошна залежить від вмісту поживних речовин для розвитку бактерій, які безпосередньо беруть участь у бродінні як і закваски, так і тіста, щоб на виході отримати високоякісним готовим продукт – хліб. З цією метою використання «правильного» житнього борошна у технології приготування житньо-пшеничного хліба, яке за своїм хімічним складом, водопоглинальною здатністю, білково-амілазним складом та іншими показниками якості буде відповідати нормативній документації (Chauhan et al., 2018). Знання показників якості борошна і розуміння закономірностей їх зміни в залежності від перерахованих вище факторів – запорука ефективного управління ходом ведення технологічного процесу для отримання закваски стабільної якості.

**Мета роботи:** дослідити технологічні властивості основної сировини для хлібопечення – борошна. Порівняти характеристику декількох сортів житнього борошна та пшеничного, дослідити його хімічний склад та властивості, які безпосередньо будуть мати вплив на отримання якісного готового продукту – хліба.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.** Після проведення моніторингу вітчизняного ринку для дослідження були обрані зразки житнього та пшеничних сортів борошна:

Зразок №1 – житнє борошно, підприємство-виробник Київської області.

Зразок №2 – житнє борошно, підприємство-виробник Кіровоградської області.

Зразок №3 – пшеничне борошно підприємство-виробник Київської області.

Якість сировини, що використовували в дослідженнях, аналізували за загальноприйнятими та спеціальними методиками. Відбір проб і виділення середньої проби сировини проводили згідно ДСТУ ISO 13690-2003.

Було визначено показники якості борошна: органолептичні (колір, запах, смак) згідно методик (Lebedenko et al., 2014); масову частку вологи – прискореним методом висушування в сушильній шафі СЕШ-3М (Drobot, 2015); кислотність – «за водною бовтанкою» в присутності індикатора (Drobot, 2006); крупність – за допомогою лабораторного розсіву РЛУ-3 (Drobot, 2015); водопоглинальну здатність – за методом, запропонованим Шохом, як кількість води, що адсорбована й утримана сировинним компонентом в процесі настоювання і центрифугування водної суспензії. Кількість зв'язаної води –  $W$  (в г) визначали зважуванням пробірки разом з осадом за вирахуванням маси порожньої пробірки. Вологоутримувальну здатність визначали відношенням кількості зв'язаної води  $W$  до маси наважки (Lastukhin, 2009). Газоутворювальну здатність борошна визначали волюмометричним методом – за об'ємом виділеного діоксиду вуглецю за умови постійних температур та тиску (100 г борошна або суміші, вологістю 14%, 60 см<sup>3</sup> води та 10 г пресованих дріжджів) за температури бродіння 30 °С, протягом 5 год (Drobot, 1998); цукроутворювальну здатність – йодометричним методом (Hrabovska, 2009).

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Вимоги до якості борошна визначаються згідно з нормативними документами, а саме пшеничного – ГСТУ 46.004-99., житнього – ДСТУ 8791-2018. Загалом виділяють органолептичні і фізико-хімічні показники якості. Серед органолептичних: запах, колір, хруст, смак, зараженість шкідниками. Фізико-хімічні: клейковина, вологість, зольність (білість), крупність помелу, число падіння та інші.

Відомо, що технологічні властивості борошна в значній мірі впливають не лише на параметри процесу виробництва та готової продукції, а й формують якісні показники закваски.

Було визначено хімічний склад зразків житнього борошна обдирного та пшеничного вищого гатунку (табл. 1). Усі досліджувані зразки промислового виробництва виготовлені відповідно до чинних нормативних документів.

Склад досліджуваних видів борошна характеризували за вмістом окремих складових полісахаридного комплексу (крохмалю, моно-, дисахаридів, харчових волокон), а також у порівняння їх за загально визначеними показниками, за вмістом жиру, білка та золи.

**Таблиця 1.** Хімічний склад житнього обдирного та пшеничного борошна вищого гатунку

Показник	Вид борошняної сировини		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Вода, %	8,4	8,5	14,01
Білок, %	8,4	8,9	11,1
Жир, %	1,7	1,2	1,1
Вуглеводи у тому числі, %	61,8	65,0	73,6
Моно-і дисахариди	1,8±0,01	1,8±0,01	1,6±0,05
Крохмаль	56 ±1,0	59 ±1,0	68,5±1,0
Харчові волокна, %	4,0±0,1	4,2±0,1	3,5±0,1
Зола, %	1,8±0,2	1,8±0,2	0,6±0,02
Енергетична цінність, ккал	283,74	291,4	333,9

Встановлено, що загальний вміст вуглеводів у пшеничному борошні вищий ніж у житньому і становить 73,6 г за рахунок вмісту крохмалю. Вміст крохмалю з пшеничному борошні становив 68,5 ± 1,0 тоді як у житньому борошні від 56 до 59 г. Вміст білка, харчових волокон, моно-і дисахаридів був вищим у зразках житнього борошна. Важливим показником, що оцінює білково-протеїназний комплекс, є вміст білка. Найбільший вміст білка мають зразки борошна № 2 та №3, а саме 8,9 % та 11,1 %, відповідно, найнижчий вміст білка у

зразку №1 – 8,4 %. Енергетична цінність пшеничного борошна вища на 50,24 ккал і 42,58 ккал від зразка 1 і зразка 2 відповідно.

Проведена органолептична оцінка зразків борошна показала, що всі досліджувані зразки відповідали вимогам нормативних документів, а саме відсутні сторонні запахи, наявний приємний аромат, колір властивий природі зерна; відсутні механічні домішки; усі види борошна мають рівномірний ступінь подрібнення.

Із літературних джерел відомо, що технологічні властивості, в тому числі і перебіг мікробіологічних процесів які відбуваються за тривалого поновлення закваски залежать від дисперсності борошна. Результати визначення наведені у таблиці 2.

**Таблиця 2.** Гранулометричний склад борошна, яке використано у дослідженнях

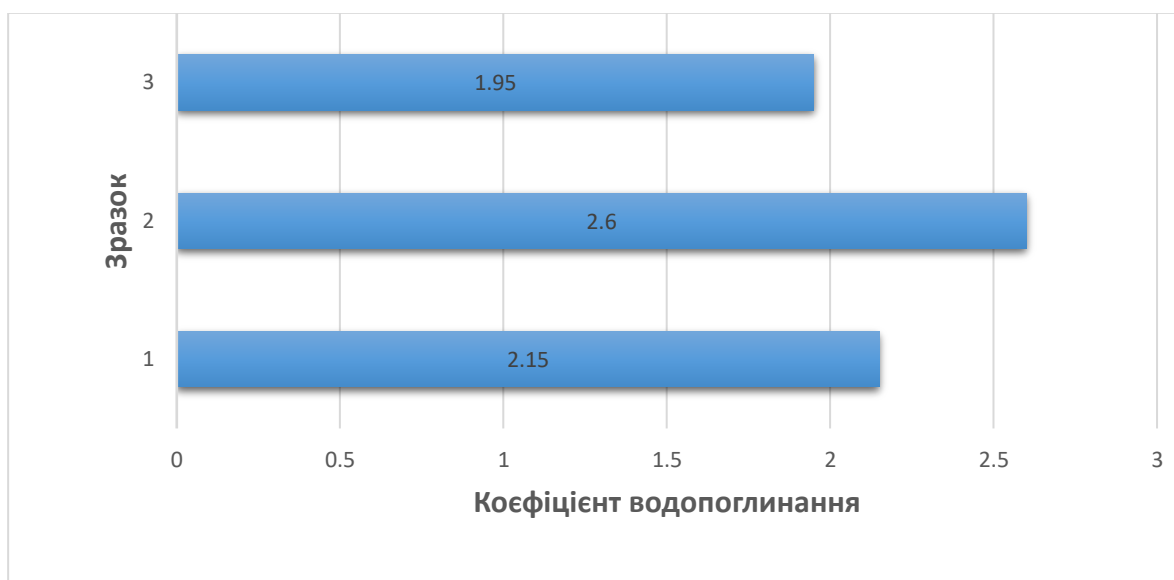
Розмір фракції, мкм	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Менше 99	57,86±2,34	55,78±3,52	152,2±5,54
100-144	25,54±1,85	23,64±1,56	90,0±2,35
115-142	19,44±1,12	15,8±0,98	31,2±2,12

Від дисперсності борошна залежать фізико-хімічні та біохімічні процеси, що протікають за перероблення борошна в хліб. Відомо, що борошно складається з частинок розміром від 1 мкм до 240 мкм за даними ситового та седиментометричного аналізів. Підвищена дисперсність борошна сприяє покращенню засвоєння організмом поживних речовин, що містяться у виробі з нього (Drobot & Mykhonik, 2006).

Нашими дослідженнями встановили, що кількість фракцій для житнього борошна Зразок №1 розміром менше 99 мкм становить – 57,86 %, 100–144 мкм – 25,54 %, 115–142 мкм – 19,44 %. Також показники крупності для Зразка №2 мали подібні результати – 55,7 %, 23,4 % та 15,8 % відповідно. Для Зразка №3 значення були вищими і становили 152,2 %; 90 % та 31,2 % відповідно. Про кращу дисперсність свідчить наявність фракції розміром менше 144 мкм. Таким чином пшеничне борошно має найнижчу дисперсність (найбільшу крупність), а житнє борошно обох торгових марок – має високу дисперсність, що позитивно буде впливати на якість готового продукту.

Дивлячись на різний гранулометричний та хімічний склад дослідних зразків борошна, потрібно було визначити його водопоглинальну здатність, яка є важливим технологічним показником для основної сировини, від якої залежать реологічні властивості тіста, спонтанних заквасок. Для борошна вологість є важливим показником, який відповідає за стійкість при зберіганні. При підвищеній вологості у борошні може розвиватися небажана мікробіота, зокрема плісень, в результаті у готових виробі і борошні з'являється сторонній запах і смак, що є недопустимим (Almusali, 2009).

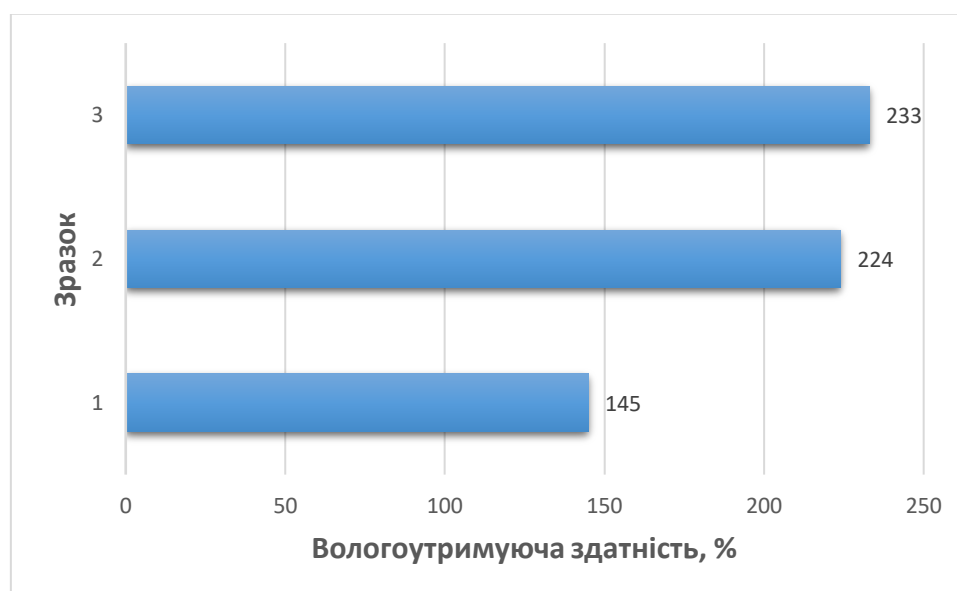
Інтенсивність набухання біополімерів борошняної сировини під час замішування з водою, утворення тіста, і як наслідок, формування показників якості готових виробів багато в чому визначають за коефіцієнтом водопоглинання ( $K_{впз}$ ). Дані досліджень наведені на рис. 1.



**Рисунок 1.** Порівняльна характеристика водопоглинальної здатності сировини

З рис. 1 видно, що зразки житнього борошна мають на 11,1–13,4 % більший показник коефіцієнту водопоглинання порівняно з пшеничним борошном. Отримані дані, пояснюють те, що вміст крохмалю у житі менший ніж у пшениці, внаслідок чого збільшується питома поверхня контакту з водою, а також збільшується ступінь дисперсності борошна.

На рівні з волопоглинальною здатністю до ключових технологічних властивостей сировини відносять вологоутримувальну здатність (ВУЗ), яка характеризує стійкість вологи за технологічного оброблення (перемішування, випікання). На рис. 2 наведені дані щодо визначення ВУЗ досліджуваних зразків.



**Рисунок 2.** Порівняльна характеристика вологоутримувальної здатності сировини

З рис. 2 можна зробити висновок, що показник ВУЗ досліджуваних зразків змінюється в залежності від вмісту в них полісахаридів, зокрема крохмалю та харчових волокон. Підвищення показника ВУЗ для житнього борошна корелює зі збільшенням вмісту крохмалю в досліджуваній сировині, зерна якого внаслідок гідратації та набухання здатні адсорбційно

зв'язувати значну кількість молекул води. З наукових даних відомо, що крохмаль ендосперму зернівки вівса утворює щільні асоціати з білком, внаслідок чого процес адсорбційного поглинання вологи частинками житнього борошна погіршується (Bartkiene et al., 2011). Проте, беручи до уваги зменшені розміри крохмальних зерен борошна житнього більший ступінь дисперсності, дана обставина не призводить до погіршення ВУЗ.

Важливим показником, який має велике значення у хлібопеченні, є кислотність борошна. Цей показник здійснює суттєвий вплив на перебіг біохімічних та мікробіологічних процесів під час приготування як закваски так і самого хліба. Кислотність обумовлена наявністю вільних кислот, кислих солей фосфорної кислоти, невеликої кількості органічних кислот (Lebedenko, 2009). Практично всі різновиди зернової системи, що традиційно використовується для виробництва хліба мають кислу реакцію. Дані щодо кислотності досліджуваної сировини представлені у таблиці 3.

**Таблиця 3. Кислотність дослідженого борошна**

Вид борошняної сировини	Титрована кислотність, град	Активна кислотність, од. рН
Зразок 1	5,2±0,1	4,6±0,05
Зразок 2	5,5±0,1	4,9±0,05
Зразок 3	3,0±0,1	6,45±0,05

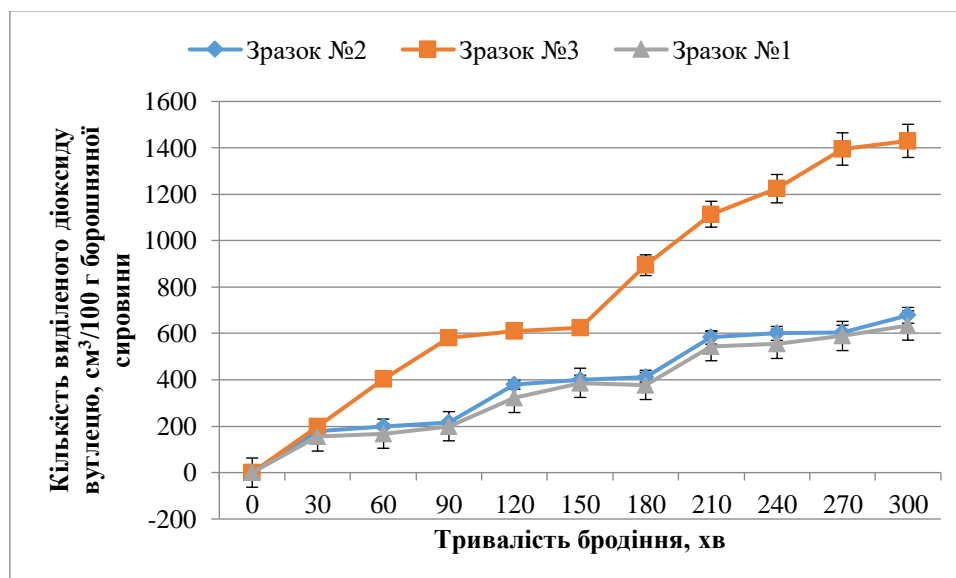
Згідно з вимогами Державного стандарту кислотність пшеничного борошна 1 сорту повинна становити до 2,5°, житнього борошна – до 6,0°. Кислотність житнього борошна у порівнянні із пшеничним борошном вищого сорту вища. З таблиці 3 видно, що у зразку 3 кислотність перевищує 2,5°, що є неприпустимо для борошна пшеничного 1 гатунку. Зразки 1 та 2 за вказаним показником якості відповідають 1 гатунку хлібопекарського житнього борошна.

Це, ймовірно, пояснюється наявністю у ньому різноманітних мінеральних кислот, фосфатів або інших фосфоровмісних речовин. Крім того, в умовах тривалого зберігання можливими є зміни у складі білків та жирів, кінцевим результатом яких є накопичення жирних кислот, вільних оксикислот та кетокислот, які підвищують кислотність борошна (Zubar, 2020).

Нами було досліджено вуглеводно-амілазний комплекс, який мав свої особливості і безпосередньо впливає на перебіг технологічного процесу, розвиток мікробіоти заквасок та тіста і показників якості готових виробів.

Газоутворення – основний показник, що характеризує інтенсивність спиртового бродіння під час приготування тіста. Рівень його залежить від вмісту зброджуваних моно- та дисахаридів, а також від азотистого харчування мікрофлори тіста (Arsynenko & Arsenieva, 2010).

Сумарне газоутворення за 5 годин бродіння Зразка № 3 становило 1430 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> на 100 г борошна, для житнього борошна зразок №2 – 678 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> на 100 г, зразок №1 – 634 см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> на 100 г борошна. Графік динаміки виділення молекул CO<sub>2</sub> (рис. 3) вказує на меншу інтенсивність виділення вуглекислого газу при бродінні тіста із житнього борошна.



**Рисунок 3.** Газоутворення в тісті зразків 1-3 за 5 год бродіння

Сумарна кількість виділеного діоксиду вуглецю на кінець бродіння у зразку 3 більша на 47 % і 44 % від зразку 2 та зразку 1, відповідно.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють стверджувати, що для розроблення заквасок з житнього та житньо-пшеничного борошна і на їх основі технологій хлібних виробів, як основну сировину можна рекомендувати житнє борошно Зразок № 2 (Кіровоградська область), яке є найбільш дрібним за гранулометричним методом, містить більше крохмалю, моно-, дисахаридів та білка, а також за технологічними властивостями відповідає характеристиці житнього борошна вищого сорту.

**ВИСНОВКИ.** Ефективними є попередні дослідження технологічних властивостей борошна, які дозволяють визначити якість борошна та в подальшому рекомендувати його для розведення та підтримки закваски. Зразок від заводу виробника Кіровоградської області, є кращим за показниками: дисперсність, газоутворення та вмістом білку і вуглеводів. Зразок від заводу виробника Київської області має нижче значення кислотності та водоутримуючої здатності, такі значення не значно впливатимуть на якість готового продукту.

Доведено, що житнє борошно має більшу водопоглинальну здатність ніж пшеничне борошно, що слугувало передумовою для підвищення вологості тіста за умови його використання. За даними, досліджень вуглеводно-амілазного комплексу визначено, що житнє борошно характеризується низькою газоутворювальною здатністю внаслідок недостатньої кількості моно- та дисахаридів.

### References

Almusali, M. S. (2009). Storage Effect in Some Recipes Quality Composite of Wheat Flour, Corn Alrafeeh. Yemeni Journal of Agricultural Research, 19, 5–10.

Arsyenko, N. O. & Arsenieva, L. Yu. (2010). Technological properties of a flour-grain mixture of a given chemical composition Scientific works of ONAKHT, 38(1), 257–261.

Bartkiene, E., Juodeikiene, G. & Vidmantiene, D. (2011). Viskelis Urbonaviciene D. Nutritional and quality aspects of wheat sourdough bread using luteus and L. angustifolius flours fermented by *Pediococcus acidilactic* International Journal of Food Science & Technology, 46(8), 1724–173 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02668.x>.



Bondarenko, Yu., Mykhonik, L., Bilyk, O., Kochubei-Lytvynenko, O., Andronovich, G. & Hetman, I. (2019). Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products. EUREKA: Life Sciences, 4, 9–18. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00973>.

Chauhan, D., Kumar, K., Kumar, S. & Kumar H. (2018). Effect of incorporated oat flour on nutritional and organoleptic characteristics of bread and noo. Current Research in Nutrition and Food Science, 6(1), 148. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.17>.

Cheliabiieva, V. & Sosedova, K. (2018). The use of spontaneous fermentation starters and leguminous flour in the production of bread. Technical sciences and technologies, 3, 251–257.

Denysova, N. M., Ziniuk, M. O. & Buialska, N. P. (2019). Use of gluten-free flour additives in bakery production technology. Technical sciences and technologies, 3 (17), 234–240.

Drobot, V. I. (1998). Handbook on the technology of bakery production: academic. manual for students of higher educational institutions. K.: Ruslana, 415.

Drobot, V. I. & Mykhonik, L. A. (2006). Chemical composition and baking properties of Zdorovyia flour. Grain storage and processing. 9, 36–37.

Drobot, V. I. (2006). Laboratory workshop on the technology of bakery and pasta production. Tutorial. Kyiv: Center for Educational Literature, 341 c.

Drobot, V. I. (2015). Technochemical control of raw materials and bakery and pasta products: Tutorial. Kyiv: Condor Publishing House. 958 c.

Drobot, V. I., Mykhonik, L. A., Semenova, A. B. & Falendysh N. O. (2018). Flour of ancient wheat, processed products of cereal crops and meal in bread technology: monograph. Kyiv, ProfKnyha, 188.

Hrabovska, O. V. (2009). Rheology of food masses: Method instructions to executive laboratories works for students of the specialty technology of bread, confectionery, pasta products and food concentrates direction 6.051701 «Food technologies and engineering» full-time and part-time forms of education. K.: NUKHT, 20.

Lastukhin, Yu. O. (2009). Nutritional supplements. E-codes. Building Obtaining. Properties. Education Manual. Lviv: Center of Europe, 836.

Lebedenko, T. Ye. (2009). Modern views on the problem of ensuring the high quality of bread products. Food science and technology, 1, 70–75.

Lebedenko, T. Ye., Pshenyshniuk, H. F. & Sokolova, N. Yu. (2014). Technology of bakery production: praktykum. Odesa: Osvita Ukrainy. 392.

Ovsienko, S. & Naumenko, O. (2023). Use of non-bakery types of flour in bakery Food Resources, 20, 99–110. <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-10>.

Zrcková, M., Capouchová, I., Konvalina, P., & Janovská, D. (2015). Technological quality of minor wheat species from organic farming and possibilities of their us. Acta Fytotechnica et Zootechnica, 18, 142–144.

Zubar, N.M. (2020). Theoretical foundations of food production: a textbook. Kyiv: «Condor» Publishing House, 304.

*Отримано в редакцію 21.04.2024 р., прийнято до публікації 22.05.2024 р.*