

## СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.6

**Березкина Н. А.,**

galenko94@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-0952-5557

старший викладач кафедри харчових технологій та екології,

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

**Буяльська Н. П.,**

buialska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6800-5604,

ResearcherID: G-2935-2014

к. т. н., доцент, доцент кафедри харчових технологій та екології,

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

**Челябієва В. М.,**

vika.chl@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5364-4633,

Researcher ID: AAA-3194-2020

к. т. н., доцент, доцент кафедри харчових технологій та екології,

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

### ТЕХНОЛОГІЯ ЗАКВАСКИ СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО ВИЩОГО ГАТУНКУ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

**Анотація.** Поширеними в Україні способами приготування хліба є безопарний, опарний, заварний. Традиційним для українців є спосіб вчинення хліба на заквасці. Закваска є симбіозом молочнокислих бактерій і диких дріжджів, вона підвищує харчову цінність готових хлібобулочних виробів, завдяки ферментативним процесам, які запускаються мікроорганізмами закваски. Хліб на заквасці більш ароматний, має вищу поживну цінність, порівняно з виробами, приготованими за іншими технологіями, через це останнім часом він набирає популярність. Глікемічний індекс хліба, приготованого на заквасці, нижче. Молочнокислі бактерії гідролізують альбуміни, глобуліни та гліадини під час ферментації закваски, протеоліз лактобактеріями знижує вміст глютену, а також позитивно впливає на реологічні властивості тіста приготованого на заквасці. Тривала ферментація тіста сприяє накопиченню вітамінів.

Вважається, що для отримання заквасок спонтанного бродіння найбільш підходить житяне або цільнозернове пшеничне борошно. Використання пшеничного борошна вищого гатунку для отримання заквасок спонтанного бродіння вивчено обмежено.

В роботі представлені результати одержання продукту довгої ферментації – закваски спонтанного бродіння з пшеничного борошна вищого гатунку, вплив температури навколишнього середовища та часу бродіння на органолептичні та технологічні показники закваски. Показано, що оптимальною температурою для культивування закваски є 25-28 °С. Отримана закваска мала кислотно-спиртовий запах, кислотність 16,5 °Н, характеризувалась інтенсивним бродінням.

За органолептичними показниками хліб, отриманий на культивованій заквасці мав скоринку рівномірного забарвлення, м'якушка хліба розвинута, еластична та пропечена, пористість середня. Смак з легкою кислинкою, аромат властивий пшеничному хлібу.

**Ключові слова:** технологія хліба; борошно пшеничне; закваска спонтанного бродіння; органолептичні показники; технологічні показники.

**Berezkina N. A.,**

*galenko94@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-0952-5557*

*Senior Lecturer at the Department of Food Technology and Ecology  
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv*

**Buialska N. P.,**

*buialska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6800-5604*

*ResearcherID: G-2935-2014*

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Ecology  
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv*

**Cheliabiiieva V. N.,**

*vika.chl@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5364-4633*

*Researcher ID: AAA-3194-2020*

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Ecology  
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv*

## **TECHNOLOGY OF SPONTANEOUS FERMENTATION SOURDOUGH FROM HIGH-GRADE WHEAT FLOUR AND ITS CHARACTERISTICS**

**Abstract.** *Straight dough method of preparing bread as well as sponge-dough and custard ones are common in Ukraine. The method of preparing sourdough bread is traditional for Ukrainians. Sourdough is a symbiosis of lactic acid bacteria and yeast. It increases the nutritional value of finished baked products due to enzymatic processes triggered by sourdough microorganisms. Sourdough bread is more flavorful and has a higher nutritional value compared to products prepared using other technologies, which is why it has recently been gaining popularity. The glycemic index of sourdough bread is lower. Lactic acid bacteria hydrolyze albumins, globulins and gliadins during sourdough fermentation. Proteolysis carried out by lactobacilli reduces the gluten content and also has a positive effect on the rheological properties of the prepared sourdough dough. Long-term fermentation of dough promotes the accumulation of vitamins.*

*Rye or whole grain flour is considered to be most suitable for producing spontaneously fermented sourdoughs. The use of high-grade wheat flour for the production of spontaneous fermentation sourdough has been studied to a limited extent.*

*The article presents the results of obtaining a long-term fermentation product – a spontaneously fermented sourdough from high-grade wheat flour, as well as the influence of ambient temperature and fermentation time on the organoleptic and technological parameters of the sourdough. It has been revealed that a temperature of 25-28 °C is optimal for cultivating sourdough. The obtained sourdough had an acid-alcohol odor, an acidity of 16.5 °H, and was also characterized by intense fermentation.*

*According to organoleptic parameters, bread made with cultured sourdough has a uniformly colored crust. The bread crumb is developed, elastic and baked, the porosity is average. The taste has a slight sourness. The aroma is characteristic of wheat bread.*

**Key words:** bread technology; wheat flour; spontaneous fermentation sourdough; organoleptic parameters; technological parameters.

**JEL Classification:** L 66

**DOI:** 10.32782/2522-1221-2024-38-02

**Постановка проблеми.** Суспільство все більше приділяє увагу якісному харчуванню та розширенню асортименту корисних продуктів.

Фахівці харчової галузі на запит суспільства генерують ідеї щодо створення нових або удосконалення існуючих технологій, розробки рецептури продуктів харчування, збагачених корисними есенціальними елементами. Ця тенденція спостерігається і у виробництві хлібобулочних виробів.

Українці віддають перевагу споживанню хліба з житнього борошна або суміші його з пшеничним борошном, а також хлібу з пшеничного сортового борошна. За дослідженнями [1, с. 7] в XIX – першій половині XX ст. на переважній більшості території сучасної України споживали житній хліб. У південних районах – хліб із пшеничного борошна [1, с. 7].

В Україні промислова технологія хліба базується переважно на безопарному і опарному

способі приготування. Суть безопарного способу полягає в приготуванні тіста в одну стадію з усієї кількості борошна і сировини по рецептурі. Цей спосіб передбачає змішування усієї кількості борошна, води, дріжджів, солі та іншої допоміжної сировини відповідно до рецептури. При цьому дріжджі попередньо розчиняють у воді, температура якої 32-35 °С, додають розчин солі, допоміжну сировину і борошно. Суміш перемішують до отримання однорідної маси. Витрати дріжджів залежно від сорту борошна, рецептури продукту, тривалості бродіння та якості становлять 1,5-2,5 % від маси борошна для пресованих і 40-50 % для рідких дріжджів. Тривалість бродіння тіста при температурі 28-30 °С складає 3,5-4 год. Через 50-60 хв після початку замішування тісто обминають. Якщо борошно сильне, його обминають 2-3 рази, причому останній раз за 20-30 хв до закінчення бродіння. Без застосування вказаного технологічного прийому (обминання), при безопарному способі важко отримати хліб з високими смаковими властивостями й рівномірною пористістю. Готовність тіста визначають за його пружністю, кислотністю, об'ємом, який збільшується приблизно в 1,5 рази. Недоліком є великі витрати дріжджів.

При опарному способі тісто готують у два прийоми: приготування опари та приготування тіста. Опара може бути рідка і густа. Для приготування опари, як правило, використовують близько половини рецептурної кількості борошна, до 2/3 води і всю кількість дріжджів, яка передбачена рецептурою для приготування хліба. Витрати дріжджів при опарному способі приготування тіста становлять, 0,5-1,0 % від маси борошна для пресованих і 20-25 % для рідких. Початкова температура бродіння становить 27-29 °С. Тривалість бродіння складає 3-5 год і залежить від таких факторів, як кількість та якість дріжджів, консистенція опари, початкова температура опари і температура в приміщенні, якість борошна (у неякісному борошні накопичення органічних кислот відбувається повільніше).

Хліб на опарі має добрий смак і запах, хорошу розпушеність м'якушки, чим відрізняється від хлібу приготованого безопарним способом, який має недостатньо виражений смак та аромат, швидко черствіє. Обидва способи забезпечують добрі, але не високі органолептичні показники хлібобулочних виробів.

Також популярним є заварний спосіб приготування. Заварний хліб відрізняється насиченим ароматом, менш калорійний, містить більше кліт-

ковини, довше не черствіє. Технологія приготування заварного хліба передбачає приготування заварки. Заварка отримується шляхом змішування борошна, солоду і води, нагрітої до 95-97 °С для клейстеризації крохмалю. Під час приготування заварки може бути використана додаткова сировина, наприклад, прянощі, зерна чіа, кмину, які суттєво позначаються на смакових властивостях готового хлібу. Заварки готують при гідромодулі від 1:2 до 1:4. Заварки слугують поживним середовищем для життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій. Виробництво заварного хліба може відбуватися на оцукреній заварці або на оцукреній заварці, заквашеній густою або рідкою закваскою. Для ініціювання процесів бродіння у технології заварного хліба використовують як дріжджі, так і закваски. Заквашування заварки підвищує інтенсивність бродіння тіста, надає хлібу приємного кисло-солодкого смаку. Існують інші різновиди заварок: неоцукрена, солоня, заброджена. Спосіб приготування заварки визначає органолептичні і фізико-хімічні показники готового виробу.

На відміну від усіх описаних способів технологія хліба на заквасці, який є традиційним в Україні, не передбачає внесення дріжджів. Саме завдяки ферментативним процесам, які запускаються мікроорганізмами закваски, готовий виріб більш ароматний, має вищу поживну цінність, порівняно з виробами, приготованими за іншими технологіями. Останнім часом хліб приготований на заквасці набирає популярність і попит,

Закваска – симбіоз молочнокислих бактерій і диких дріжджів [2, с. 205]. Закваска впливає на харчову цінність готових хлібобулочних виробів, особливо хлібу. Глікемічний індекс випічки, приготовленої на заквасці, нижче [3, с. 1503; 4 с. 151], доступність мінералів хліба на заквасці збільшується [5, с. 142]. Описано протеолітичну активність заквасочних молочнокислих бактерій. Показано, що молочнокислі бактерії гідролізують альбуміни, глобуліни та гліадини під час ферментації закваски [6, с. 623], протеоліз лактобактеріями позитивно впливає на розм'якшення тіста в процесі бродіння, що встановлено реологічними аналізами [6, с. 626]. Тривала ферментація тіста на заквасці сприяє накопиченню вітамінів, зокрема, групи В.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд публікацій показав, що технологія виведення заквасок спонтанного бродіння не достатньо висвітлена. Дослідження направлені на вивчення виведення заквасок з різних

видів борошна: гречаного, вівсяного, рисового [7, с. 118] або пророслого зерна [8, с. 114]. Показано, що серед круп'яних культур для приготування заквасок варто обирати борошно гречане та вівсяне, менше підходить для цієї мети борошно ячменю.

Автори переважно досліджують виведення заквасок з житнього борошна [9, с. 43; 10, с. 181] та борошна круп'яних культур, але дослідження використання пшеничного борошна вищого ґатунку для виведення заквасок вивчено не повністю.

**Постановка завдання.** Мета дослідження – виведення продукту довгої ферментації – закваски спонтанного бродіння – з борошна пшеничного вищого ґатунку, яка буде додаватись до замісу тіста замість дріжджів; вивчення впливу температури навколишнього середовища та часу бродіння на органолептичні та технологічні показники закваски.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Для виведення закваски спонтанного бродіння використовували борошно пшеничне вищого ґатунку з твердих сортів пшениці торгівельної мережі «Zernati», яке характеризується вмістом білку більше 10,3 г / 100 г, і підходить для виробів з тривалим вистоюванням тіста (до 15 годин). Борошно пшеничне вищого сорту відповідає вимогам «ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови».

Готували закваску спонтанного бродіння у співвідношенні з водою 1:1, вологість борошна не враховували.

Після змішування борошна і води зовні ніяких процесів не спостерігається. Через декілька годин витримання суміші при температурі 22-32 °С починає поступово змінюватися запах: спочатку пахне зіпсованою кашею, потім набуває прокислого запаху. Далі в суміші з'являються бульбашки, вона підіймається, запах наростає. Поступово суміш (закваска) осідає, і в ній наростає кислотність. Наростання кислотності вказує на зміну мікрофлори. Гнильна мікрофлора, яка любить нейтральне середовище, витісняється молочнокислими бактеріями, які продукують у результаті своєї життєдіяльності молочну кислоту, і тим самим спричиняють загибель гнильної мікрофлори та створюють сприятливе середовище для себе і диких дріжджів, з якими живуть у тісному симбіозі, і які себе комфортно почувають у кислому середовищі (рН=4). Борошно для закваски має бути якісним, від борошна залежить результат виведення закваски.

Важливим фактором для процесу ферментації при заквашуванні борошна є температура. Оптимальна температура для виведення закваски +25-28°C. При +23-24°C закваска буде розвиватися повільно; при +21-22°C закваска зріє дуже повільно, і процес може тривати на 3-5 днів довше, ніж при оптимальній температурі. Якщо температура нижче +20°C, процеси ферментації борошна не запускаються і закваска не утвориться. При температурі вище +28°C буде швидко наростати кислотність закваски, тому що мікроорганізми активно розмножуються. При таких умовах виведення закваски в момент найвищого її підйому необхідно додавати борошно і воду, тобто оновлювати закваску, щоб вона не перекисла і не припинила бродіння.

Основні етапи виведення пшеничної закваски: заміс та створення закваски; адаптація при кімнатній температурі; адаптація в холодильнику.

Послідовність виведення закваски з пшеничного борошна вищого ґатунку наведена у табл. 1. Перші три дні у заквасці проходять процеси активації диких дріжджів, що потрапили у борошно з поверхні зерна, з якого змолоти борошно, а також відбувається активація гнильної мікрофлори. У момент переродження мікрофлори, коли гнильна мікрофлора витісняється молочнокислими бактеріями, закваска стає менш активною, але це не значить, що закваска зіпсована. Необхідно продовжувати «годувати» закваску, тобто додавати раз у 24 години відповідні пропорції борошна і води, і очікувати коли зникне неприємний запах закваски й розпочнеться знову активне бродіння. Це зазвичай відбувається на 5-6 день виведення закваски.

Коли закваска почне пахнути хлібом, вершками, кисломолочними продуктами, фруктами, це буде вказувати на завершення формування правильної мікрофлори закваски. На 7-10 день виведення закваски з неї можна готувати перший пшеничний або пшенично-житній хліб. Однак для чисто житнього хліба така закваска буде заслабкою. Для повного дозрівання закваску треба продовжувати «годувати» до 12-14 днів, поки вона стане стабільно підійматися та матиме приємний аромат.

На виведеній заквасці проводили випічку подового хлібу (рис. 1) з того ж борошна, що використовувалося для виведення закваски, з додаванням 15% закваски до маси борошна (рис. 2). Для розстойки використовувалися ротангові форми.



Послідовність виведення закваски спонтанного бродіння, (t = 25-28 °C)

Стадії	Характеристика
1.Змішували: 50г пшеничного борошна в/г; 50г води	Стадія 1: час бродіння 48 год.; кислотність, °Н – 5; підйомна сила, хв – відсутня.
2. Через 48 год: закваска поперед. приготування – 100 г; пшен. бор. в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 2: час бродіння 72 год.; кислотність, °Н – 6,8; підйомна сила, хв – 105.
3. Через 72 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 3: час бродіння 96 год.; кислотність, °Н – 11,5; підйомна сила, хв – 95.
4. Через 96 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 4: час бродіння 120 год.; кислотність, °Н –15,5; підйомна сила, хв – 71.
5. Через 120 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 5: час бродіння 144 год.; кислотність, °Н – 16,1;підйомна сила, хв – 68; спостерігається інтенсивне бродіння.
Через 144 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 6: час бродіння 168 год.; кислотність, °Н – 16,9; підйомна сила, хв – 53; інтенсивне бродіння.
Через 168 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 7: Час бродіння 192 год.; кислотність, °Н – 17,8; підйомна сила, хв – 47; інтенсивне бродіння.



Рис. 1. Розріз хліба приготованого на заквасці спонтанного бродіння борошна пшеничного вищого гатунку (дозування закваски 15 % до маси борошна для замісу тіста)



Рис. 2. Рецепт хліба пшеничного з додаванням закваски спонтанного бродіння

Показники якості випеченого хліба: тонка скоринка, наявність великих пор, аромат – притаманний для хліба без використання дріжджів, випечений виріб має кислуватий смак. Готовий хліб має підвищену харчову цінність і зберігає свою свіжість на протязі 3-4 діб, не пліснявіє.

### Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.

Борошно пшеничне вищого гатунку придатне для виведення заквасок спонтанного бродіння змішуванням борошна й води у співвідношенні за масою 1:1 з подальшим оновленням. Визначальними факторами при виведенні закваски є якість борошна, температура навколишнього середовища. Приготований на заквасці з пшеничного борошна вищого гатунку хліб має високі органолептичні показники.

Подальші дослідження будуть спрямовані на виведенні заквасок спонтанного бродіння для здобних виробів: дослідження технологічного процесу та якості готових виробів.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Глушко М. Походження та джерела вчиненого хліба в українців (культурно-генетичний аспект). *Народознавчі зошити*. 2012. №1. С. 3-18.
2. Челябієва В.М., Буяльська Н.П., Березкина Н.А. Мікрофлора борошна як стартер процесів бродіння у харчових технологіях. *Технічні науки та технології*. 2024. № 1(35). С. 204-211.
3. Liljeberg H.G, Lönner C.H, Björck I.M. Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *Journal of nutrition*. 1995. №125(6). P. 1503-11.
4. Liljeberg H, Björck I. Bioavailability of starch in bread products. Postprandial glucose and insulin responses in healthy subjects and in vitro resistant

starch content. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1994. №48(3). P.151-63.

5. Larsson M., Sandberg A.-S. Phytate reduction in bread containing oat flour, oat bran or rye bran. *Journal of Cereal Science*. 1991. №14(2). P. 141-149.

6. Cagno Raffaella Di., De Angelis M., Lavermicocca P., De Vincenzi M., Giovannini C., Faccia M., Gobetti M. Proteolysis by Sourdough Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intolerance. *Applied and Environmental Microbiology*. 2002. № 68(2). P. 623-633.

7. Михонік Л. А., Гетьман І. А., Біла Н. А., Богдан Г. С. Показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в процесі низькотемпературного консервування. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 11. С. 116–122.

8. Науменко О. В., Гетьман І. А., Королюк К. Є., Лук'янчук І. В. Особливості використання заквасок спонтанного бродіння в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2023. № 11(21). С. 112–121.

9. Пшенишнюк Г. Ф., Ковпак Ю. С. Вплив житніх заквасок спонтанного бродіння на кінетику кислотонакопичення в тісті та якість хліба. *Харчова наука і технологія*. 2011. № 1(14). С. 43–46.

10. Дробот В. І., Сильчук Т. А. Використання закваски спонтанного бродіння при виробництві житньо-пшеничного хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2016. № 22(1). С. 180-184.

#### REFERENCES:

1. Hlushchko M. (2012). Pokhodzhennia ta dzherela vchynenoho khliba v ukrainsiv (kulturno-henetychnyi aspekt) [Origin and sources of baked bread among Ukrainians (cultural and genetic aspect)]. *Narodoznavchi zoshyty*. №1. P. 3-18. [in Ukrainian].

2. Cheliabieva V.M. & Buialska N. P. & Berezkyina N. A. (2024) Mikroflora boroshna yak starter protsesiv brodinna u kharchovykh tekhnolohiiakh [Microflora of flour as a starter of fermentation processes in food technologies]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*. №1(35). P. 204-211. [in Ukrainian].

3. Liljeberg H.G & Lönner C.H & Björck I.M. (1995) Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *Journal of nutrition*, № 125(6). P.1503-11. [in Sweden].

4. Liljeberg H & Björck I. (1994) Bioavailability of starch in bread products. Postprandial glucose and insulin responses in healthy subjects and in vitro resistant starch content. *European Journal of Clinical Nutrition*. № 48 (3). P.151-63, PMID: 8194500. [in Sweden].

5. Larsson M. & Sandberg A.-S. (1991) Phytate reduction in bread containing oat flour, oat bran or rye bran. *Journal of Cereal Science*. 14 (2). P.141-149. [in Sweden].

6. Raffaella Di Cagno & De Angelis M. & Lavermicocca P. & De Vincenzi M. & Giovannini C. & Faccia M. & Gobetti M. (2002) Proteolysis by Sourdough Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intolerance. *Applied and Environmental Microbiology*. № 68(2). P.623-633. [in Italy].

7. Mykhonik L. A. & Hetman I. A. & Biela N. A. & Bohdan H. S. (2018) Pokaznyky yakosti zakvasok spontannoho brodinna z boroshna krupianykh kultur v protsesi nyzkotemperaturnoho konservuvannia [Indicators of the quality of starters of spontaneous fermentation from the flour of cereal crops in the process of low-temperature canning] *Prodovolchi resursy*. №11. P.116-112. [in Ukrainian].

8. Naumenko O. V. & Getman K. E. & Korolyk K. E. & Lykanchuk I. B. (2023). Osoblivosti vikorustannia zakvasok spontannoho brodinna [Peculiarities of the use of leavens of spontaneous fermentation in bread baking]. *Prodovolchi resursy*. № 11 (21). P.112–121. [in Ukrainian].

9. Pshenyshniuk G.F. & Kovpak Yu.S. (2011). Vplyv zhytnikh zakvasok spontannoho brodinna na kinetyku kyslotonakopychennia v tisti ta yakist khliba [The effect of spontaneous fermentation rye sourdough on the kinetics of acid accumulation in the dough and the quality of bread]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*. № 1 (14). P.43-46. [in Ukrainian].

10. Drobot V. I. & Sylchuk T. A. (2016). Vykorystannia zakvasky spontannoho brodinna pry vyrobnytstvi zhytno-pshenychnoho khliba [The use of leaven of spontaneous fermentation in the production of rye-wheat bread]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*. № 22(1). P. 180-184. [in Ukrainian].

*Стаття надійшла до редакції  
11 червня 2024 року*