

УДК 664.664

**ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА
КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕСІ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО
КОНСЕРВУВАННЯ***Л.А. Михонік, к.т.н., доц.,*

Національний університет харчових технологій

ORCID ID: 0000-0002-9448-9956

І.А. Гетьман, аспірант

Національний університет харчових технологій

ORCID ID: 0000-0002-6997-2081

Н.І. Бела, пр.ф.ах.

Відділ хлібопекарного та борошномельно-круп'яного виробництва

Інститут продовольчих ресурсів НААН

ORCID ID: 0000-0002-3024-9486

Г.С. Богдан, зав. відділу

Відділ хлібопекарного та борошномельно-круп'яного виробництва

Інститут продовольчих ресурсів НААН

ORCID ID: 0000-0002-0572-7423

<https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-13>

Досліджено показник якості заквасок спонтанного бродіння з рисового, ячмінного, вівсяного борошна та борошна зеленої гречки в процесі низькотемпературного консервування. Описано процес виведення та наведено показники якості готових заквасок, а саме, органолептичні та біотехнологічні. Досліджено специфіку змін кислотності та активності молочнокислих бактерій як основних показників якості заквасок в процесі холодильного зберігання. Проаналізовано хімічний склад борошна різних видів круп'яних культур та обґрунтовано необхідність та переваги використання даних фізіологічно-функціональних інгредієнтів в технології хліба із сортового борошна. Показано, що серед круп'яних культур на увагу, у сенсі виготовлення заквасок, заслуговують продукти переробки гречки та вівса, рідше – ячменю. Зроблено висновок, що за якістю білка, вмістом вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон до найбільш цінних круп належать гречка та овес. Білок гречаного борошна добре збалансований за амінокислотним складом, за вмістом лізину він перевершує білок пшениці та жита. Особливостями вуглеводного складу ячменю та вівса є наявність розчинних полісахаридів: пентозанів левулезану, а також β -глюкану – природного пребіотика та імуностимулятора. Доведено ефективність використання вищезазначених видів борошна для приготування заквасок спонтанного бродіння, які можуть бути використані на практиці для збагачення хлібобулочних виробів макро- та мікронутрієнтами. На основі аналізу біотехнологічних показників заквасок та їх зміни в процесі зберігання зроблено висновки щодо їх стійкості до дії низьких температур. Зроблено припущення про наявність стійких штамів молочнокислих бактерій в складі заквасок та обґрунтовано мету подальших досліджень.

Ключові слова: борошно круп'яних культур, хімічний склад, закваски спонтанного бродіння, консервування, показники якості, активність молочнокислих бактерій.

QUALITY INDICATORS OF THE SPONTANEOUS FERMENTATION STARTERS OF CEREALS FLOUR DURING THE LOWER-TEMPERATURE CONSERVATION PROCESS**L. Mikhonik**, Ph.D., Technics, Associate Professor,

National University of Food Technologies

ORCID ID: 0000-0002-9448-9956

I. Getman, Postgraduate

National University of Food Technologies

ORCID ID: 0000-0002-6997-2081

N. Bela, Chief Specialist,

Department of Bakery and Flour-and-Cereals Production

Institute of Food Resources of NAAS

ORCID ID: 0000-0002-3024-9486

G. Bogdan, Head of Department,

Department of Bakery and Flour-and-Cereals Production

Institute of Food Resources of NAAS

ORCID ID: 0000-0002-0572-7423

The article is devoted to the study of the quality indices of starters obtained by fermentation of from rice, barley and oat flour together with the and flour of green buckwheat in the process of low temperature preservation. The process of selection is described and quality traits of finished leaven, namely, organoleptic and biotechnological are shown. The specificity of changes in the acidity and activity of lactic acid bacteria as the main indicators of the quality of fermentation in the process of refrigeration storage has been investigated. The chemical composition of flour of different types of cereals is analyzed and the necessity and advantages of using the data of physiologically - functional ingredients in bread wheat flour technology have been substantiated. It has been shown that among cereals the products of processing of buckwheat and oats, and, less often, of barley are especially noteworthy. It is concluded that the quality of protein, the content of vitamins, minerals and food fibers define buckwheat and oats as the most valuable cereals. The protein of buckwheat flour is well balanced by the amino acid composition, exceeding the protein of wheat and rye with the content of lysine. The peculiarities of the carbohydrate composition of barley and oats are the presence of soluble polysaccharides: pentosans levulezan, as well as β -glucan as a natural prebiotic and immunostimulant. The efficiency of using the abovementioned types of flour for the preparation of starters by fermentation is proved, which can be used in practice for the enrichment of bakery products with macro- and micronutrients. The analysis of the biotechnological parameters of the fermentation and its changes in the storage process made it possible to conclude that their resistance to low temperatures is significant. An assumption is made about the presence of stable strains of lactic acid bacteria in the composition of starters and the purpose of further research is substantiated.

Key words: cereal flour, chemical composition, fermentation starters, conservation, quality indices, activity of lactic acid bacteria.

Серед факторів, що мають особливе значення для здоров'я людини, важлива роль належить повноцінному і регулярному постачанню організму людини таких мікронутрієнтів як мінеральні речовини та вітаміни, що належать до незамінних компонентів їжі.

Розробка харчових продуктів функціонального призначення, які б здійснювали оздоровчий вплив на організм людини та сприяли усуненню дефіциту вітамінів, мікро- та макроелементів, інших есенціальних речовин, є першочерговим завданням харчової промисловості [1].

Не винятком є і хлібопекарська галузь, важливим напрямом розвитку якої є виробництво продукції з підвищеною харчовою цінністю та збалансованим хімічним складом.

Хлібобулочні вироби, виготовлені із сортового борошна, не повністю задовольняють потребу організму людини в необхідних макро – та мікронутрієнтах, тому і постає необхідність направлено регулювати їх хімічний склад [2].

Фізіологічно–функціональними інгредієнтами рецептур можуть бути продукти переробки круп'яних «нехлібопекарських» культур – рису, ячменю, вівса, гречки, що мають багатий хімічний склад. Сьогодні науковці та виробничники приділяють значну увагу розробленню композиційних сумішей з нетрадиційною для хлібопечення сировиною, що дозволяють отримати продукт з підвищеною харчовою цінністю, функціональною направленістю, корегувати технологічні властивості борошна та ефективніше використовувати зернові ресурси.

Серед круп'яних культур частіше застосовують продукти переробки гречки та вівса, рідше – ячменю. Вважається, що за якістю білка, вмістом вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон до найбільш цінних культур належать гречка та овес [3].

Білок вівсяного борошна багатий на лізин (амінокислотний скор за лізином складає 71%, тоді як білка пшениці – 54%), метіонін, триптофан; в ньому, порівняно з іншими видами борошна, високий вміст калію, магнію та заліза, а також клітковини. З усіх цих зерно продуктів тільки продукти з вівса знижують кров'яний тиск, містять вітамін Н (біотин) тощо.

Вівсяне борошно містить в своєму складі кремній, що відіграє важливу роль у формуванні кісткової тканини та обміні речовин, а також антиоксиданти і харчові волокна, що сприяють зниженню рівню холестерину в крові. Слизисті речовини вівса нормалізують процес травлення [4].

Ячмінне борошно характеризується значним вмістом полісахаридів, макро- та мікроелементів – кальцію, фосфору тощо. Високий вміст в ячмені водорозчинних харчових волокон β -глюканів сприяє очищенню організму від шкідливих речовин, зниженню рівня цукру та «шкідливого» холестерину. Знижена кількість крохмалю в ячмінному борошні відрізняє його від інших видів борошна (пшеничного, житнього, гречаного тощо) і робить його незамінною сировиною для дієтичного харчування [5].

Борошно з зеленої (непропареної) гречки є кориснішим для організму людини, ніж борошно з темної гречки, оскільки крупа для виготовлення цього борошна виробляється шляхом лущення зерна і не піддається гідротермічній обробці. Внаслідок цього зберігається весь комплекс корисних речовин. Крупа зеленої гречки є сильним антиоксидантом, вона містить до 155 мг/100 г антиоксидантів. Відмінною особливістю цієї сировини є доволі високий вміст білка, що, в середньому, складає 13-15 %. Гречане борошно характеризується збалансованим амінокислотним складом та високим вмістом лізину, який є лімітуючою амінокислотою в пшеничному сортовому борошні [6].

Рисове борошно містить менше білка і клітковини, порівняно з іншими видами борошна, воно рекомендується в лікувальному і дієтичному харчуванні при ентероколіті, серцево-судинних захворюваннях, аглютиновій ентеротерапії тощо. Амінокислотний склад білка рису близький до білків гречки. Продукти переробки рису багаті на вітаміни В₁ і В₂, фосфорвмісні речовини – фітин і лецитин, містять кремній, біотин, а також інші вітаміни і мікроелементи [7].

Отже, використання борошна круп'яних культур в технології хліба сприятиме підвищенню харчової та біологічної цінності виробів та розширенню їх асортименту.

Підприємствам малої потужності та пекарням, які займають значну частку ринку, а останнім часом і потужним підприємствам цікаві прискорені способи приготування тіста, які не тільки дозволяють скорити технологічні втрати та затрати, мінімізувати кількість

обладнання, обслуговуючого персоналу та виробничих площ, а й підвищують рентабельність та вихід продукції [8, 9].

Скоротити тривалість технологічного процесу можливо за рахунок використання в рецептурі заквасок. Зважаючи на довготривалість та безперервність процесу їх приготування, а також відсутності лабораторій та обладнання в умовах невеликого підприємства, ефективним є використання заквасок спонтанного бродіння. Таким чином, процес виведення заквасок спрощується, а його періодичність дозволяє оперативно реагувати на потреби ринку, збільшувати або зменшувати обсяги виробництва залежно від попиту в окремі періоди року [10, 11].

З огляду на хімічний склад борошна круп'яних культур, є можливість отримати готові напівфабрикати із різноманітним хімічним складом та харчовою цінністю.

Оскільки, приготування закваски вимагає постійного її оновлення, а невелике підприємство не завжди має можливість використати той об'єм закваски, який на даний момент готовий до використання, закваски доцільно консервувати шляхом холодильного зберігання або висушування.

Мета роботи. Проаналізувати вплив процесу низькотемпературного консервування на показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур.

Матеріали та методи. Готували закваски із борошна певної круп'яної культури (вівсяного, ячмінного, рисового і борошна зеленої гречки) та води температурою 28-30°C. Цикл розведення тривав 72 години. Зброджували поживну суміш за температури 35±2°C. Через кожні 24 години до попередньої стиглої закваски додавали поживну суміш з борошна та води.

Борошно та воду змішували в співвідношенні 1:1, крім вівсяної закваски, в якій, співвідношення становило 1:2. Вологість заквасок становила 60,0-74,5% залежно від водопоглинальної здатності кожного виду борошна, кінцева кислотність – в межах 12,5-18,5 град. Дика мікрофлора заквасок спонтанного бродіння зумовлює гіркий присмак та специфічний кислий запах, тому, для надання закваскам технологічних властивостей, необхідних для використання та накопичення активної мікрофлори для отримання виробів високої якості, потрібно проводити оновлення закваски. В даному випадку поновлення здійснювали протягом 48 годин, додаючи через 24 години поживну суміш з борошна та води.

З метою аналізу зміни показників якості заквасок в процесі низькотемпературного консервування, готові закваски зберігали за температури 4±2°C протягом 21 доби без живлення. Через кожні 7 діб проводились вимірювання біотехнологічних показників, а саме – кислотності та активності молочнокислих бактерій (МКБ) [12].

Результати та обговорення. Дослідження показали, що після другого поновлення якість закваски стабілізується на високому рівні, вона може бути використана у виробничому циклі для приготування хліба. Це можна пояснити зміною складу мікрофлори закваски в процесі її бродіння. З літературних джерел відомо, що в спонтанній заквасці заквашування здійснюється мікрофлорою, внесеною з борошном, яка досить різноманітна. Проте основною мікрофлорою є молочнокислі бактерії видів *L. Plantarum* і *L. brevis*, а також кислотостійкі дріжджі *S. Minor* [13].

Показники якості готових заквасок наведено в таблицях 1-2.

Слід зазначити, що всі закваски мали добрі органолептичні показники – приємний запах з різними відтінками та кислий, без сторонніх неприємних присмаків смак.

Виявлено, що повільніше накопичувала кислотність рисова закваска – це може означати низький вміст кислотоутворюючих бактерій або менш поживний склад середовища. Високу активність мали ячмінна та ячмінна закваски, 65 та 45 хв. відповідно, що, ймовірно, пов'язано зі складом бродильної мікрофлори, а саме діяльністю гомо – та гетероферментативних молочнокислих бактерій, а також хімічним складом і ферментативним комплексом цих видів борошна.

Таблиця 1

Органолептичні показники якості заквасок

Закваска	Характеристика
Гречана	Інтенсивне бродіння, приємний запах гречки. Смак – кислий, без сторонніх присмаків.
Рисова	Бродіння помірної інтенсивності, пориста, мигдально-фруктовий спиртовий запах. Смак – кислий, без сторонніх присмаків.
Ячмінна	Інтенсивне бродіння, пориста, приємний фруктовий-ягідний запах. Смак – кислий, без сторонніх присмаків.
Вівсяна	Помірно бродить, класичний «вівсяний» запах з деякою кислуватістю. Смак – кислий, без сторонніх присмаків.

Таблиця 2

Біотехнологічні характеристики заквасок

Показник	Гречана	Рисова	Ячмінна	Вівсяна
Масова частка вологи, %	64,1	61,6	68,5	74,0
Кислотність, град	18,5	14,4	18,8	15,6
Активність МКБ, хв	52	70	45	65

При зберіганні заквасок в умовах низьких температур було отримані результати, що наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Зміна показників якості заквасок при зберіганні в умовах низьких температур

Показник	Гречана		Рисова		Ячмінна		Вівсяна	
	К, град	Активність МКБ, хв	К, град	Активність МКБ, хв	К, град	Активність МКБ, хв	К, град	Активність МКБ, хв
7 діб	17,0	75	14,1	98	18,6	45	15,6	85
14 діб	16,1	98	12,4	121	15,0	103	14,4	97
21 доба	15,8	109	11,8	158	14,6	148	14,4	125

Результати виконаних досліджень свідчать, що в процесі холодильного зберігання найбільше погіршується якість рисової та ячмінної заквасок, при цьому ячмінна закваска виявилась найбільш нестійкою до дії низьких температур, кислотність її через 21 добу зберігання зменшилася на 4 град, а високе значення активності МКБ на 14 добу значно зменшилось. Кислотність решти заквасок зменшується незначно – на 1,2-2,3 град.

За показником активності МКБ варто відмітити вівсяну та гречану закваски: через 21 добу значення зменшилось лише на 57 та 60 хв. відповідно; в рисовій та ячмінній заквасках – 88 та 103 хв. відповідно.

Органолептична оцінка заквасок показала, що через 21 добу зберігання вони мали менш виражений, порівняно зі свіжими заквасками, аромат. Плісняви на поверхні жодної закваски не спостерігалось.

Висновки. Отримані результати показали, що при низькотемпературному консервуванні заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур відбуваються зміни біотехнологічних показників, а саме зниження активності молочнокислих бактерій та показника загальної кислотності. При цьому гречана та вівсяна закваски більш стійкі до впливу холодильного зберігання. Подальші дослідження будуть спрямовані на аналіз мікробіологічного складу, а саме, штамів молочнокислих бактерій, які є нестійкими до

низьких температур. За вищенаведеними даними можна зробити припущення, що такі бактерії присутні в рисовій та ячмінній заквасках.

Бібліографія

1. Лебеденко, Т.Є. Аналіз сучасних технологій хлібобулочних виробів із пшеничного борошна та перспективи їх удосконалення / Т.Є. Лебеденко, Н.Ю. Соколова // *Зернові продукти та комбікорми*. – 2012. – № 2(46). – 38 – 42 с.
2. Дробот, В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. – К.: Логос, 2002. – 366 с.
3. Шаповаленко, О.І. Поживна цінність продуктів, виготовлених із зерна круп'яних культур / О.І. Шаповаленко, Г.І. Скорікова, Т.В. Корж, Ю.П. Степчук // *Хранение и переработка зерна*. – 2003. – № 12. – 44 – 45 с.
4. Невская, Е.В. Исследование влияние питательных смесей из разных видов муки крупяных культур на биотехнологические свойства ацидофильной закваски / Е.В. Невская, Т.Б. Цыганова, Т.В. Быковченко, О.В. Головачева // *Сборник научных трудов по итогам международной научно – практической конференции*. – Новосибирск. – 2016. – №3. – 121 – 124 с.
5. Гапеенко, Н.Е. Исследование некоторых потребительских свойств цельнозерновой муки с ячменя / Н.Е. Гапеенко, В.А. Гончаронок, Е.А. Шевцова // *Матер. IV Міжнародної наук.-техн. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» - Тернопіль, 25-26 листопада, 2015*. – 134 – 135 с.
6. Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole – Wheat Flour // V. Drobot, A. Semenova, Je. Smirnova, L. Myhonik // *International Journal of Food Studies*. – 2014. – Vol. 3. – P. 1-12.
7. Salmenkallio-Marttila M., Katina K., Autio. K. Effects of Bran Fermentation on Quality and Microstructure of High – Fiber Wheat Bread / M. Salmenkallio-Marttila, K. Katina, K. Autio // *Cereal Chemistry Journal*. – 2001, – 8, №4. – P. 429.
8. Дробот, В. І. Шляхи інтенсифікації дозрівання тіста / В. І. Дробот, О. Д. Тесля // *Наукові праці ОДАХТ*. – 2007. – Вип. 30, Т. 2. – С. 170-172.
9. Пшеничнюк, Г.Ф. Збагачення хімічного складу житньо-пшеничних виробів на основі консервованих заквасок спонтанного бродіння / Г.Ф. Пшеничнюк, А.Б. Чабан // *Харчова наука і технологія*. – 2013. – №1(22). – 12- 14 с.
10. Пшеничнюк, Г.Ф. Покращення якості житньо – пшеничних виробів на житніх заквасках спонтанного бродіння / Г.Ф. Пшеничнюк, А.Б. Демченко, Ю.С. Ковпак // *Харчова наука і технологія*. – 2012. – №1(18). – 82- 84 с.
11. Гетьман, І.А. Дослідження показників якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур/ І.А. Гетьман, Л.А. Михонік, В.І. Дробот, А.Б. Семенова, О.П. Писарець // *Хранение и переработка зерна*. – 2017. – №10 (218). – 45- 48 с.
12. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва / за ред. В. І. Дробот. – К.: Центр навч. літ-ри, 2006. – 341 с.
13. Дорош, А.П. Исследование антагонистических свойств закваски с направленным культивированием и оценка микробиологических показателей хлеба на её основе / А.П. Дорош, Н.Н. Грегирчак // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – Т. 37. – № 2. 10-15 с.

References

1. Lebedenko, T., and N. Sokolova. 2012. Analiz suchasnih tehnologij hlibobulochnih virobiv iz pshechnogo boroshna ta perspektivi yih udoskonalennya. Zernovi produkty ta kombikormi – Analysis of modern technologies of wheat flour products and prospects for their improvement. Grain products and mixed feeds, 2(46), 38-42 (in Ukrainian).

2. Drobot, V.I. 2002. Tehnologiya hlibopekarskogo virobництва – Baking production technology. Kyiv, Logos, 366 (in Ukrainian).
3. Shapovalenko, O., G. Skorikova, T. Korzh and Yu. Stepchuk. 2003. Pozhivna cinnist produktiv, виготовлених із зерна круп'яних культур. Hranenie i pererabotka zerna – Nutritional value of products made from grains of cereals. Storage and processing of grain, 12, 44-45 (in Ukrainian).
4. Nevskaya, E., T. Cyganova, T. Bykovchenko, O. Golovacheva. 2016. Issledovanie vliyaniye pitatelnykh smesey iz raznykh vidov muki krupyanykh kultur na biotekhnologicheskie svoystva acidofilnoy zakvaski. Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno – prakticheskoy konferencii – The study of the effect of nutritional mixtures from different types of cereal flour on the biotechnological properties of acidophilic starter culture. Collection of scientific papers on the results of the international scientific – practical conference, 3, 121-124 (in Russian).
5. Gapeenko, N., V. Goncharonok and E. Shevcova. 2015. Issledovanie nekotorykh potrebitelskikh svoystv celnozernovoy muki s yachmenya. Mater. IV Mizhnarodnoyi nauk.-tehn. konf. molodih uchenih ta studentiv “Aktualni zadachi suchasniy tehnologiy” – Investigation of some consumer properties of wholegrain flour with barley. Mater. of the IV International Science. Techn. conf. Young Scientists and Students “Current Problems of Modern Technologies”, 134-135 (in Ukrainian).
6. Drobot, V., A. Semenova, Je. Smirnova, L. Myhonik. 2014. Effect of Buckwheat Processing Products on Dough and Bread Quality Made from Whole-wheat Flour. International Journal of Food Studies, 3, 1-12.
7. Salmenkallio-Marttila, M., K. Katina and K. Autio. 2001. Effects of Bran Fermentation on Quality and Microstructure of High. Fiber Wheat Bread. Cereal Chemistry Journal, 8(4), 429.
8. Drobot, V. 2007. Shlyahi intensifikatsiyi dozrivannya tista. Naukovi praci ODAHT – Ways of intensifying the maturation of the dough. Scientific works of Odessa State Academy of Food Technologies, 30(2), 170-172 (in Ukrainian).
9. Pshenichnyuk, G. and A. Chaban. 2013. Zbagachennya himichnogo skladu zhitno-pshenichnih virobiv na osnovi konservovanih zakvasok spontannogo brodinnya. Harchova nauka i tehnologiya – Enrichment of chemical composition of rye-wheat products on the basis of preserved starters of spontaneous fermentation. Food science and technology, 1(22), 12-14 (in Ukrainian).
10. Pshenichnyuk, G., A. Demchenko and Yu. Kovpak. 2012. Pokrashennya yakosti zhitno – pshenichnih virobiv na zhitnih zakvaskah spontannogo brodinnya. Harchova nauka i tehnologiya – Improvement of the quality of rye and wheat products on rye fermentation spontaneous fermentation. Food science and technology, 1(18), 82-84 (in Ukrainian).
11. Getman, I.A., L. Mihonik, V. Drobot, A. Semenova and O. Pisarec, 2017. Doslidzhennya pokaznikov yakosti zakvasok spontannogo brodinnya z boroshna krup'yanikh kultur. Hranenie i pererabotka zerna – Investigation of quality indices of fermentation of fermentation from cereals flour. Storage and processing of grain, 10 (218), 45-48 (in Ukrainian).
12. Drobot, V. 2006. Laboratornij praktikum z tehnologiyi hlibopekarskogo i makaronnogo virobництва. Kyiv, Centr navch. lit-ri – Laboratory Workshop on Bakery and Macaroni Technology, Kyiv, Center for Educational Literature, 341(in Ukrainian).
13. Dorosh, A.P. 2015. Issledovanie antagonisticheskikh svoystv zakvaski s napravlenym kultivirovaniem i ochenka mikrobiologicheskikh pokazatelej hleba na eyo osnove. Tehnika i tehnologiya pishevykh proizvodstv – Investigation of the antagonistic properties of the starter culture with directional cultivation and evaluation of the microbiological indicators of bread based on it. Technology and technology of food production, 37(2), 10-15 (in Ukrainian).