

УДК 640.43:664.6

Гірняк Л. І.,  
ORCID ID:0000-0002-9024-5495, Researcher ID:F-7317-2019,  
к.т.н., доц., доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Полотай Б. Я.,  
ORCID ID:0000-0003-1600-2724, Researcher ID:F-8676-2019,  
старший викладач кафедри туризму та готельно-ресторанної справи, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

**Анотація.** У статті проаналізовано сучасні тенденції у виробництві безглютенових продуктів, зокрема макаронних виробів, які рекомендують для профілактичного та лікувального харчування при целіакії. Досліджено, що в Україні на даний час не виробляють безглютенові макаронні вироби. Виготовляють невелику кількість макаронних виробів з низьким вмістом білка, але до його рецептури входить житнє борошно, що робить неможливим вживання хворими на целіакію. Проаналізовано також склад основної сировини - безглютенового борошна: кукурудзяного, рисового, гречаного та крохмалів. Узагальнено особливості виробництва безглютенових макаронних виробів. Досліджено добавки, які використовувалися в макаронному виробництві. Доведено, що застосування різних видів безглютенового борошна для вироблення макаронних виробів є більш доцільним порівняно з використанням одного виду безглютенового борошна, що дозволяє: більш раціонально використати наявну в агропромисловому комплексі країни зернову сировину; поліпшити структурно-механічні властивості безглютенового тіста та готових виробів; підвищити харчову та біологічну цінність виробів. Таким чином, актуальним і своєчасним завданням є розробка технології безглютенових макаронних виробів з метою забезпечення хворих на целіакію.

**Ключові слова:** безглютенові харчові продукти, целіакія, непереносимість глютену, безглютенові макаронні вироби, рисове, кукурудзяне, гречане борошно.

Hirnyak L. I.,  
ORCID ID:0000-0002-9024-5495, Researcher ID:F-7317-2019,  
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Tourism and Hotel&Restaurant Business, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Polotaj B. J.,  
ORCID ID:0000-0003-1600-2724, Researcher ID:F-8676-2019,  
Senior Lecturer, Department of Tourism and Hotel&Restaurant Business, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

## MODERN TRENDS OF GLUTEN-FREE MACARONI PRODUCTS MANUFACTURING

**Abstract.** The article analyzes the current trends in the production of gluten-free products, in particular macaroni products, which are recommended for prophylactic and therapeutic nutrition in treatment of celiac disease. It was determined that in Ukraine at the present time no gluten-free macaroni products are produced. There is a production of small amount of macaroni products with low protein content, but their recipe include rye flour, which makes their consumption impossible for patients with celiac disease. The composition of the main raw material – gluten-free flour: corn, rice, buckwheat and starch, is also analyzed. The features of production of gluten-free macaroni products are generalized. The additives used in macaroni production have been explored. It has been proved that the use of mix of gluten-free flours for the manufacturing of macaroni products is more appropriate than using of one kind gluten-free flour, which allows: more rational use of the grain raw materials in the country's agrarian-industrial production; improve the structural and mechanical properties of gluten-free dough and ready-made products as well as increase the nutritional and biological value of products. Thus, the actual and timely task is to develop a technology for gluten-free macaroni products in order to satisfy the needs of patients with celiac disease.

**Key words:** gluten-free foods, celiac disease, gluten intolerance, gluten-free macaroni products, rice, corn, buckwheat flour.

**JEL Classification:** L23, L66, O15

**DOI:** <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2019-22-12>

**Постановка проблеми.** Через погіршення стану довкілля, незбалансованість харчування населення та внаслідок генетичної схильності поширення набувають захворювання, спричинені порушенням обміну речовин. Одним із таких захворювань є целиакія. Целиакія (глютеніна ентевропатія) – аутоімунне захворювання, що характеризується розвитком запального процесу в слизовій оболонці тонкого кишечника, викликаного споживанням зернових культур, які містять глютен [4].

Для хворих на целиакію в багатьох країнах розроблені технології та налагоджене виробництво безглютенового хліба, макаронних виробів, печива, кексів, бісквітів, борошна для випічки та ін. Ці продукти позначаються на упаковці символом “перекреслений колосок”. Під час їхнього виробництва особливу увагу приділяють чистоті сировини – мають бути виключені щонайменші домішки токсичних для хворих на целиакію злаків. На жаль, в Україні виробництво безглютенових виробів не налагоджене, проте забезпечувати цю категорію людей спеціалізованими продуктами харчування потрібно постійно. Слід зазначити, що асортимент безглютенових борошняних виробів на ринку України формується в основному за рахунок імпортової продукції, яка має досить високу ціну. Відповідно, розробка та впровадження безглютенових виробів вітчизняного виробництва є актуальним і своєчасним завданням.

Останніми роками спостерігається не лише суттєве збільшення кількості випадків захворювання, а й тяжчий їх перебіг. За даними фахівців, рівень захворюваності на целиакію у світі становить 0,5-1% усієї популяції, а непереносимість глютену без целиакії – до 40% людей. Така ж тенденція прослідковується і в Україні. Саме тому у 2008 році була створена Всеукраїнська спілка хворих на целиакію. В умовах українських реалій безглютенової дієти досить часто буває важко дотримуватись. Безглютенові продукти не є поширеними і доступними, вони є дорожчими, а їх хімічний склад може бути неповноцінним. Тому на сьогодні є потреба розроблення безглютенових продуктів харчування, особливо з переліку тих, які користуються підвищеним попитом населення. До таких продуктів, зокрема, належать макаронні вироби, що присутні у раціоні майже кожного українця.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробленню технології безглютенових виробів присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених Дорохович А. М., Дорохович В. В., Дробот В. І., Іоргачової К. Г., Шаніної О. М., Шнейдер Д. В., Gallagher E., Marti A., Pagani M. A.

Слід зазначити, що переважна більшість досліджень стосується поліпшення біологічної цінності традиційних за складом макаронних виробів, тобто виготовлених на основі пшеничного борошна.

В м. Києві у Національному університеті харчових технологій досить довгий час проводиться робота з розробки безглютенових борошняних кондитерських та хлібобулочних виробів [6]. Запропоновані інноваційні технології кондитерських виробів (печиво цукрове, здобне, пісочне, кекси, мафіни, бісквіти, пряники, вафлі) на основі рисового, гречаного, кукурудзяного, соєвого і амарантового борошна [6]. Розроблені рецептури безбілкового хліба, виготовленого із сумішей кукурудзяного та картопляного крохмалю. Відкритим залишається питання по створенню безглютенових макаронних виробів.

Аналіз літературних джерел показав, що в Україні взагалі немає досліджень, присвячених розробці технології безглютенових макаронних виробів.

**Постановка завдання.** Стаття має на меті наукове обґрунтування використання різних видів борошна (кукурудзяне, гречане, рисове) борошна як основної сировини для виробництва безглютенових макаронних виробів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Макаронні вироби є продуктами масового та повсякденного вжитку. Проте у торговельній мережі представлені переважно макаронні вироби, які виробляються з борошна пшеничного вищого гатунку та води, а отже, належать до так званих рафінованих продуктів харчування, збіднених на вітаміни, мінеральні та біологічно активні речовини. Тому розроблення нових видів макаронних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами, є актуальним завданням.

Макаронні вироби мають низку переваг перед найбільш поширеними харчовими продуктами. При зберіганні вони не черствіють, як хліб, і менш гігроскопічні у порівнянні з сухарями, добре транспортуються і зберігаються (до року і більше) без погіршення смакових і поживних властивостей. Основною сировиною для їх виробництва є пшеничне борошно, багате на глютен. Іноді використовується також борошно з рису, гречки, кукурудзи, крохмалю з бобів мунг та інших зернових чи бобових. Вони добре зберігаються, транспортуються, швидко і просто готуються, а також мають високу поживну цінність і гарну засвоюваність.

Безглютенове борошно має специфічні властивості, які відрізняються від властивостей пшеничного борошна, тому розроблення нових виробів потребує проведення комплексу досліджень щодо визначення їхнього впливу на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, сорбційно-десорбційні властивості готових макаронних виробів.

Таблиця 1

## Хімічний склад безглютенової сировини

Показники	Сировина				
	крохмаль картопляний	крохмаль кукурудзяний	борошно рисове	борошно гречане	борошно кукурудзяне
Масова частка вологи, %	18,0	12,1	8,0	8,6	12,5
Кислотність титрована, град.	–	–	1,2	4,1	5,4
Білки, %	0,1	0,6	6,8	13,0	7,6
Жири, %	–	0,5	0,8	2,2	1,1
Вуглеводи, %	81,8	86,6	80,8	69,8	71,8
Клітковина, %	–	–	0,4	1,0	0,71
Зола, %	0,1	0,2	0,60	1,25	0,8

Рисове борошно – нетрадиційний для України вид борошна, вироблений із рисового зерна, що не містить глютену. У складі цього борошна наявні повноцінний за амінокислотним складом рослинний білок, вітаміни групи В, цинк, натрій, калій, магній, фосфор. В цілому рисове борошно є важливою частиною раціону хворих серцево-судинними та нирковими захворюваннями, хронічним ентероколітом, гастритом і виразкою шлунка, а також дітей першого року життя. У складі борошна переважає крохмаль, що підвищує його поживність, особливо для ослаблених людей, а також спортсменів.

За даними Gebhardt S. E., Blaine K. [1], рисове борошно завдяки високому вмісту крохмалю в своєму складі вирізняється високою харчовою цінністю і засвоюваністю порівняно з іншими безглютеновими видами борошна. Слід зазначити, що біологічна цінність білків рису є найбільш високою серед всіх харчових злаків, що пов'язано з підвищеним вмістом у ньому незамінних амінокислот [2].

Гречане борошно виготовляють із гречаної крупы-ядриці, яка також не містить глютену та має низький глікемічний індекс, що робить його перспективним продуктом харчування для дітей. Гречане борошно регулює рівень холестерину, забезпечує організм клітковиною і великою кількістю лецитину. Лецитин у його складі гальмує механізм, який відповідає за поглинання холестерину через слизову оболонку кишечника. Таким чином, холестерин просто виводиться з організму.

Кукурудзяне борошно має досить багатий склад. У ньому присутні важливі мінерали, такі як магній, залізо, кальцій, калій, фосфор, і вітаміни Е, А, РР, деякі вітаміни групи В. Також в ньому присутні необхідні для роботи організму амінокислоти.

Основними характеристиками сировини, що використовується для приготування макаронного тіста, є її хімічний склад, дисперсність, водопоглинальна, газоутворювальна та газоутримувальна здатності. При поєднанні в одній рецептурі різних видів безглютенової сировини створюються складні системи, властивості яких залежать від технологічних властивостей сировини. Зважаючи на це, важливо встановити склад та технологічні властивості сировини, що найчастіше використовується для виробництва безглютенової продукції, а саме: кукурудзяного і картопляного крохмалів, гречаного, рисового і кукурудзяного борошна (табл. 1).

Гречане борошно порівняно з рисовим і кукурудзяним містить більше жирів, оскільки під час виготовлення гречаного борошна із зернівки не видаляється зародок, в якому зосереджений жир [5].

Проте раніше на кафедрі хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ встановлено, що макаронні вироби із гречаного борошна мають непривабливий темний колір, специфічний запах і смак [8]. Вироби розварюються і втрачають форму при варінні. Тому його не рекомендується застосовувати як сировину для виробництва безглютенових макаронних виробів.

Безглютенові види борошна, на противагу пшеничному або житньому, не містять клейковинного білка (глютену). Для формування макаронних виробів глютен повинен бути присутнім у тісті і виконувати роль структурного каркасу. У зв'язку з його відсутністю у безглютеновому борошні виробництво макаронних виробів пов'язане з певними труднощами. Тому при розробці безглютенових макаронних виробів велика увага приділяється крохмалю як структуроутворювачу [3].

Один із способів виготовлення безглютенових макаронних виробів з використанням структуроутворювачів був запатентований у США. Згідно з цим винаходом встановлено, що макаронні вироби можуть бути виготовлені з борошна із цільнозмельеного зерна рису, гречаного борошна та кукурудзяно-гречаної суміші, з додаванням стабілізаторів. Авторами були обрані наступні стабілізатори: агар-агар, карагінан, камедь бобів сарани, камедь гуару, камедь ксантану, камедь рожкового дерева, пектин, лецитин і їх комбінації у присутності бутадієну в кількості 0,01 – 5,0 %. Найкращим варіантом виявилось поєднання камеді гуару та ксантану в загальній кількості 0,5 %. Особливо ефективним виявилось синергічне поєднання 0,4 % – 0,8 % камеді гуару і 0,2 % – 0,4 % камеді ксантану.

Російські науковці Шнейдер Т. І., Казеннова Н. К. та ін. для виробництва безглютенових макаронних виробів як основну сировину використовують рисове, гречане та кукурудзяне борошно. Залежно від способу виробництва, виду борошна та його співвідношення додатково вносять крохмаль в кількості 8-50 %. Для поліпшення харчової цінності макаронних виробів вносять, як у суміші, так і окремо: борошно горохове (3,0-4,0 %), пшоняне (8,0 %), соєве (10,0 %), люпинове (15,0 %), амарантове (4,0 %), овочеві (0,5-6,0 %) і фруктові порошки (0,5-

6,0 %). У всіх цих способах попередньо готують суміші із додаткової сировини і частини борошна, потім в суміш послідовно додають основну масу борошна та коригувальну добавку, замішують тісто за температури води 30-50 °С і вологості 30-35 %. Як коригувальні добавки, відповідно до способу виробництва, вводять стабілізатори: моногліцериди, дигліцериди, жир або гідроколоїди. Також доцільно використовувати суміш з полісахаридів, молочної сироватки, аскорбінової кислоти, лимонної кислоти і солей сірчистої кислоти. Для всіх цих способів тісто замішують за температури води 30-50 °С і до досягнення вологості 30-35 %.

Англійські вчені розробили спосіб виробництва безглютенових макаронних виробів на основі борошна із теффа. Спосіб виробництва макаронних виробів передбачає наступні етапи: змішування борошна із теффа в кількості 100 кг з 40-50 % води, пропускання маси через екструдер з метою отримання виробів потрібного виду, витримання екструдованого продукту в пастеризаторі протягом 4-7 хв., обробка виробів в сушильній установці протягом 7 год. та упакування виробів [7].

На нашу думку, необхідно обґрунтувати та дослідити параметри заварювання борошна, визначити оптимальне дозування завареного борошна та вивчити його вплив на якість макаронних виробів за умови використання вітчизняного обладнання.

Отже, огляд способів виробництва безглютенових макаронних виробів показав, що для виготовлення макаронних виробів в основному використовують рисове або кукурудзяне борошно, а також борошно інших зернових чи бобових. З проаналізованих літературних джерел встановлено, що в більшій мірі застосовуються технологічні прийоми виготовлення безглютенових макаронних виробів з використанням структуроутворювачів: крохмалю, а також гідроколоїдів: камедей, похідних целюлози тощо. Проте в цих джерелах недостатньо розкрито властивості цих структуроутворювачів, механізм їх дії. Показане різне співвідношення та дозування структуроутворювачів для інших видів борошна. Практично не описані технологічні параметри процесів замішування, формування та сушіння виробів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Аналіз літературних джерел показав, що в Україні майже немає досліджень, присвячених розробці технології безглютенових макаронних виробів та способів підвищення їх біологічної цінності.

Застосування різних видів безглютенового борошна для вироблення макаронних виробів є більш доцільним порівняно з використанням одного виду безглютенового борошна, що дозволяє: більш раціонально використати наявну в агропромисловому комплексі країни зернову сировину; поліпшити структурно-механічні властивості безглютенового тіста та готових виробів; підвищити харчову та біологічну цінність виробів. За рахунок комбінування різних видів борошна можна розширити асортимент безглютенових макаронних виробів, а внесення добавок, що характеризуються високою біологічною цінністю, дозволить збалансувати

склад та поліпшити цінність готових макаронних виробів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Blaine K., Kamaldecn S., Powell D. Public perceptions of biotechnology. *Journal of Food Science*, 2002, 67(9), 3200-3208.
2. Haros M., Rsell C. M., Benedito C. Use of fungal phytase to improve breadmaking performance of whole wheat bread. *J. Agr. Food. Chem*, 2008, 49(11), 5450-5454.
3. Lagarrigue S., Alvarez G. The rheology of starch dispersions at high temperatures and high shear rates: A review. *Journal of Food Engineering*, 1999, 50(4), 189-202.
4. Stubbs R. J. The effect of ingesting olestra-based foods on feeding behavior and energy balance in humans. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2001, 41(5), 363-386.
5. Аюшева О. Переработка гречихи в муку / О. Аюшева // *Хлебопродукты*. – 2006. – № 8. – С. 47-49.
6. Дорохович В. В. Безглютенові борошняні кондитерські вироби / Дорохович В. В., Лазоренко Н. П. // *Обладнання та технології харчових виробництв*. – 2013, 30, 341-347.
7. Пат. EP 0792109B1, МПК A23L 1/16 Alimentary pasta comprising indian corn flour / Luigi Marconato ; заявник Molino Di Ferro S.R.L. – № 95938590.7 ; заявл. 22.11.1995; опубл. 29.07.1998.
8. Юрчак В. Г. Наукове обґрунтування та розроблення технології макаронних виробів поліпшеної якості та профілактичного призначення шляхом використання нетрадиційної сировини і харчових добавок : дис. д-ра техн. наук / Національний університет харчових технологій. – Київ, 2003.

## REFERENCES

1. Blaine, K., Kamaldecn, S. and Powell, D. (2002), Public perceptions of biotechnology. *Journal of Food Science*, 67(9), 3200-3208.
2. Haros, M., Rsell, C. M. and Benedito, C. (2008), Use of fungal phytase to improve breadmaking performance of whole wheat bread. *J. Agr. Food. Chem*, 49(11), 5450-5454.
3. Lagarrigue, S. and Alvarez, G. (1999), The rheology of starch dispersions at high temperatures and high shear rates: A review. *Journal of Food Engineering*, 50(4), 189-202.
4. Stubbs, R. J. (2001), The effect of ingesting olestra-based foods on feeding behavior and energy balance in humans. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 41(5), 363-386.
5. Aiusheva O. (2006), Pererabotka hrechkyhy v muku, *Khlebo produkty*, № 8, s. 47-49.
6. Dorokhovych, V. V. and Lazorenko, N. P. (2013), Bezghliutenovi boroshniani kondyters'ki vyroby, *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnystv*, 30, 341-347.
7. Pat. EP 0792109B1, МПК A23L 1/16 Alimentary pasta comprising indian corn flour / Luigi

Marconato ; zaiavnyk Molino Di Ferro S.R.L. — № 95938590.7 ; zaiavl. 22.11.1995; opubl. 29.07.1998.

8. Yurchak, V. H. (2003), Naukove obgruntuvannia ta rozroblennia tekhnolohii makaronnykh vyrobiv polipshenoї iakosti ta profilaktychnoho pryznachennia shliakhom vykorystannia netradytsijnoi syrovyny i

kharchovykh dobavok : dys. d-ra tekhn. nauk / Natsional'nyj universytet kharchovykh tekhnolohij. - Kyiv.

*Стаття надійшла до редакції 18 березня 2019 р.*