

Технічні науки

УДК 664.644.4

Стукальська Наталія Миколаївна

кандидат технічних наук,

доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Національний університет харчових технологій

Стукальская Наталия Николаевна

кандидат технических наук,

доцент кафедры технологии ресторанной и аюрведической продукции

Национальный университет пищевых технологий

Stukalska Natalia

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

National University of Food Technologies

Кузьмін Олег Володимирович

доктор технічних наук, доцент,

професор кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Національний університет харчових технологій

Кузьмин Олег Владимирович

доктор технических наук, доцент,

профессор кафедры технологии ресторанной и аюрведической продукции

Национальный университет пищевых технологий

Kuzmin Oleg

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

National University of Food Technologies

Ряба Ольга Дмитрівна

студентка

Національного університету харчових технологій

Ряба Ольга Дмитриевна

студентка

Национального университета пищевых технологий

Ryaba Olga

Student of the

National University of Food Technologies

Дериш Андрій Дмитрович

здобувач

Національного університету харчових технологій

Дерыш Андрей Дмитриевич

студент

Национального университета пищевых технологий

Derysh Andrii

Student of the

National University of Food Technologies

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ
РІДКОЇ ОСНОВИ НА ЯКІСТЬ БОРОШНЯНИХ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ
ВИРОБІВ**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЛИЯНИЯ ЖИДКОЙ ОСНОВЫ НА КАЧЕСТВО МУЧНЫХ
БЕСГЛЮТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY AND RESEARCH OF THE
INFLUENCE OF A LIQUID BASE ON THE QUALITY OF FLOUR
GLUTEN-FREE PRODUCTS**

Анотація. На підставі узагальнення теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність впровадження інноваційних безглютенових виробів з додаванням рослинної сировини з

метою покращення харчової цінності для осіб хворих на целиакію. Обґрунтовано доцільність використання рослинної сировини для покращення показників якості борошняних безглютенових виробів. Встановлено що використання різних видів борошна суттєво впливає на певні органолептичні показники якості хлібців, зокрема колір, стан поверхні і м'якушки виробів.

При дослідженні впливу температури рідкої фази тіста було виявлено, що як рідка фаза, кефір виявив найкращі властивості – пористість м'якушки отриманих виробів правильна, притаманна хлібним виробам, смак та запах приємні та ніжні. За використання молока, помітно покращується смак і запах виробів, проте, м'якушка помітно темніша і менш розпушена. Найгіршими виявились зразки на воді – м'якушка нерозпушена, пористість та об'єм хлібців низькі, з'являється присмак соди.

За обраною схемою замішування тіста як рідку фазу можна рекомендувати кефір за температури 25...30 °С.

Застосування молока чи води забезпечує знижені показники якості хлібців, хоча підвищення температури дещо поліпшує органолептичні показники, пористість та питоми об'єм.

За результатами проведених досліджень безглютенові борошняні вироби з використанням рослинної сировини та використання кефіру в якості рідкої основи можна рекомендувати до впровадження в заклади ресторанного господарства для осіб хворих на целиакію.

Ключові слова: безглютенові борошняні вироби, біологічна цінність, органолептичні показники якості, технологія, целиакія, насіння льону, кукурудзяне борошно, рисове борошно, борошно кіноа, молоко, вода, кефір

Анотація. На основани обобщения теоретического материала и экспериментальных исследований обоснована целесообразность внедрения

инновационных безглютеновых изделий с добавлением растительного сырья для улучшения пищевой ценности для лиц больных целиакией. Обоснована целесообразность использования растительного сырья для улучшения показателей качества мучных безглютеновых изделий. Установлено, что использование различных видов муки существенно влияет на определенные органолептические показатели качества хлебцев, в частности цвет, состояние поверхности и мякиша изделий.

При исследовании влияния температуры жидкой фазы теста было обнаружено, что как жидкая фаза, кефир проявил лучшие свойства – пористость мякиша правильная, присущая хлебным изделиям, вкус и запах приятные и нежные. При использовании молока заметно улучшается вкус и запах изделий, однако, мякиш заметно темнее и менее разрыхлен. Худшими оказались образцы на воде – мякиш нераспушенный, пористость и объем хлебцев низкие, появляется привкус соды.

По выбранной схеме замешивания теста в качестве жидкой фазы можно рекомендовать кефир при температуре 25...30°C.

Применение молока или воды обеспечивает пониженные показатели качества хлебцев, хотя повышение температуры улучшает органолептические показатели, пористость и удельный объем.

По результатам проведенных исследований безглютеновые мучные изделия с использованием растительного сырья и использование кефира в качестве жидкой основы можно рекомендовать к внедрению в заведения ресторанного хозяйства для лиц больных целиакией.

Ключевые слова: безглютеновые мучные изделия, биологическая ценность, органолептические показатели качества, технология, целиакия, семена льна, кукурузная мука, рисовая мука, мука киноа, молоко, вода, кефир.

Summary. *Based on the generalization of theoretical material and experimental studies, the feasibility of introducing innovative gluten-free products with the addition of plant materials to improve the nutritional value for persons with celiac disease has been substantiated. The expediency of using plant raw materials to improve the quality indicators of gluten-free flour products has been substantiated. It has been established that the use of various types of flour significantly affects certain organoleptic indicators of the quality of bread, in particular, the color, surface condition and crumb of bread.*

When studying the effect and temperature of the liquid phase of the dough, it was found that, as a liquid phase, kefir showed the best properties - the porosity of the crumb on it is correct, inherent in bread products, the taste and smell are pleasant and tender. When using milk, the taste and smell of the products is noticeably improved, however, the crumb is noticeably darker and less loosened. The samples on the water turned out to be the worst - the crumb is not fluffed, the porosity and volume of the bread are low, and the taste of soda appears.

According to the chosen scheme of dough management, kefir at a temperature of 25 ... 30 ° C can be recommended as a liquid phase.

The use of milk, whey or water provides lower quality indicators of the loaves, although an increase in temperature improves organoleptic characteristics, porosity and specific volume.

Based on the results of the studies conducted, gluten-free flour products using plant raw materials and the use of kefir as a liquid base can be recommended for implementation in restaurant facilities for persons with celiac disease.

Key words: *gluten-free flour products, biological value, organoleptic quality indicators, technology, celiac disease, flax seeds, corn flour, rice flour, quinoa flour, milk, water, kefir.*

Одним із пріоритетних напрямів створення нових харчових продуктів є розроблення технологій продуктів лікувально-профілактичного призначення, спрямованих на профілактику аліментарнозалежних захворювань, наприклад целиакії та непереносимості глютену.

На даний час виділяють три форми непереносимості білка злакових культур (пшениці, жита, ячменю). Найбільш відомою є целиакія – хронічна імуніопосередкована форма ентеропатії, що викликана вживанням клейковини в генетично сприйнятливих осіб. Поширеність целиакії в країнах Європи, Північної Африки, США, Південної Америки становить 0,5–2 % усього населення. Друга форма – це алергія на білок злаків. Сенсibilізація до пшениці, жита, ячменю, вівса у дітей з atopічним дерматитом і бронхіальною астмою варіює від 18 до 50 %. Протягом останнього десятиліття виділено ще одну форму – нецелиакійна неалергічна непереносимість глютену (чутливість до глютену, *gluten sensitivity* – GS). Більшість вчених визнають, що число людей з цим захворюванням значно перевищує кількість хворих на целиакію [1].

Згідно статистичним даним Всесвітньої організації гастроентерологів (*World Gastroenterology Organization*), розповсюдження глютеніопатії в популяції більшості країн світу складає від 0,5 до 1% загальної популяції. Результати досліджень Європейської асоціації спілок целиакії (*Association of European Coeliac Societies*) свідчать, що в середньому частота прояву целиакії у представників індоєвропейської раси становить приблизно 1 %. Число людей, які страждають на целиакію та несприйнятливості глютену в Україні, за даними вітчизняних дослідників, наближається до 400 тис. осіб [2].

Глютеніова дієта заснована на повному й довічному виключенні з раціону харчування усіх глютеніовмісних продуктів – таких, що містять у

своєму складі пшеницю, жито, ячмінь, овес і гібриди цих зерен (камут і тритикале).

Окрім того, велика кількість людей у всьому світі стали купувати та споживати продукти, що не містять глютену, не лише внаслідок діагностики целиакії, а й через загальне уявлення про підтримку здоров'я. Інтенсифікація маркетингової діяльності та покращення каналів збуту сприяють необхідності виробництва продуктів, що не містять глютену.

Тому є перспективним розроблення і впровадження у виробництво безглютенових борошняних виробів так як хліб і хлібці є продуктом повсякденного вжитку.

Протягом останніх років вагомих науковий та практичний внесок у технологію розробки безглютенових борошняних виробів внесли вітчизняні науковці, а саме: В.І. Дробот, В.В. Дорохович, В.Ф. Доценко, А.М. Грищенко, Н.Л. Лобачова, О.М. Шаніна та ін.

Наукові праці А.М. Грищенка присвячені удосконаленню технології дієтичного хліба з безглютенової сировини для хворих на целиакію. Для поліпшення органолептичних показників якості безглютенового хліба та його харчової цінності запропоновано використовувати рисове, гречане та кукурудзяне борошно. Розкрито перебіг біохімічних, мікробіологічних та колоїдних процесів у технології хліба з безглютенової сировини [3].

Дробот В.І. в своїх роботах досліджує черствіння безглютенового хліба з кукурудзяним, рисовим та гречаним борошном. Встановлює, що безглютеновий хліб швидко черствіє, про що свідчать результати досліджень структурно-механічних властивостей, кришкуватості та гідрофільних властивостей м'якушки хліба. Борошно круп'яних культур незначно затримує процес черствіння. Та наводить результати досліджень впливу способу приготування тіста на показники якості безглютенового хліба з борошном круп'яних культур. Доводить доцільність приготування безглютенового тіста безопарним способом без бродіння [4].

В роботі професора Доценко В.Ф. зі співавторами увагу приділено питанню дотримання спеціальних вимог, які повинні регламентувати якість та безпечність безглютенової продукції, в тому числі на підприємствах готельно-ресторанного господарства [5].

В рамках наукової школи професора Шаніної О.М. проводяться дослідження щодо застосування технології парового безглютенового хліба. Для поліпшення його структури запропоновано залучати до рецептури безглютенові види борошна з підвищеним вмістом білка (ляне, соргове та ін.) з метою підвищення харчової цінності хліба з одночасним регулюванням структурно-механічних властивостей тіста та хліба [6].

З аналізу науково-технічної літератури щодо розроблення та удосконалення рецептури безглютенових борошняних виробів, можна зробити висновок, що основною проблемою створення високоякісної продукції хлібобулочного сегменту залишається відсутність у борошняній безглютеновій сировині єдиного унікального структуроутворювача – глютену. Виключення з обігу пшеничного борошна як стратегічно важливого та структуроутворюючого сировинного компонента хліба призводить до виникнення низки специфічних проблем для виробників безглютенової хлібопекарської продукції. Використання безклейковинного борошна в хлібопеченні є технологічно важким.

Для виробництва безглютенового хліба дозволяється використовувати рисове, кукурудзяне, гречане, пшоняне, соргове та амарантове борошно і борошно кіноа. Технологія виготовлення цього хліба, на відміну від традиційного з пшеничного і житнього борошна, передбачає лише вистоювання тістових заготовок і відсутність процесу бродіння тіста, тому вироби характеризуються прісним смаком і слабовираженим ароматом.

З метою покращення збалансованості хімічного складу хліба для хворих на целиакію та підвищення його біологічної та харчової цінності

постає необхідність у розробленні технології хліба не тільки спеціального, а й оздоровчого призначення, чого можна досягти шляхом використання нетрадиційної для хлібопечення сировини. Тому, в цілях збагачення безклейковинного хліба макро- та мікронутрієнтами актуальним є використання в його технології тваринних білків (казеїн, яечний альбумін), шротів, рослинних олій холодного віджиму, нетрадиційних видів борошна (конопляне, амарантове, ляне, нутове тощо).

Також в науково-технічній літературі зовсім мало наводиться інформації щодо впливу рідкої основи та її температурного режиму на якість борошняних безглютенових виробів.

Метою роботи є експериментально встановити та обґрунтувати співвідношення складу борошняної безглютенової суміші на основі базового компонента та дослідити вплив рідкої основи та її температурні режими на показники якості борошняних безглютенових виробів з використанням рослинної сировини.

Об'єктом дослідження є технологія борошняних безглютенових виробів з використання рослинної сировини (насіння льону, кунжуту, чіа).

Предмет дослідження: насіння кунжуту (ДСТУ 7012:2009 ТМ «Корисне насіння»), насіння льону (ДСТУ 4967:2008 ТМ «Хатинка»), насіння чіа (ДСТУ 2240-93, 7160-2010 ТМ «Вершина здоров'я»), кукурудзяне (ГОСТ 14176-69 ТМ «Сквирянка»), рисове (ТУ 15.6-00952737-006-2002 ТМ «World's Rice»), борошно кіноа (ТУ У 46.22.009-94 ТМ «Хатинка»).

Матеріали та методи дослідження – аналіз літературних даних, результати власних досліджень, методологічні підходи, визначення складу сировини та готових модельних композицій, дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників, методи планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних на основі комп'ютерних технологій.

Для забезпечення повноцінного харчування хворих на целиакію згідно медико-біологічних рекомендацій розроблено спеціальну дієтичну продукцію з безглютенової сировини. Оскільки в безглютенових виробках не повинно міститися таких білків як гліадин і глютенін, для виготовлення безглютенових продуктів використовують кукурудзяний, картопляний крохмалі та борошно круп'яних культур. Одними з найбільш популярних видів борошна, що використовується при приготуванні безглютенових борошняних виробів є: рисове, гречане, кукурудзяне та кіноа. Дана сировина має гарний хімічний склад та приємний зовнішній вигляд і аромат, що також позитивно впливає на органолептичні показники готової продукції. Хімічний склад даних видів борошна наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад безглютенового борошна, (г/мг на 100 г)

Назва вітаміну, мінералу	Вміст на 100 г, мг			
	Борошно рисове	Борошно кіноа	Борошно кукурудзяне	Гречане борошно
Білки	6	14,12	7,2	13,6
Жири	1,42	6,07	1,5	1,2
Вуглеводи	77,7	64,16	72,1	71,9
Мінеральні речовини:				
Калій	76	563	147	130
Кальцій	10	47	20	42
Магній	35	197	30	3
Залізо	0,35	4,6	2,7	4
Фосфор	98	457	109	250
Вітаміни				
Тіамін (В1)	0,138	0,4	0,35	0,4
Рибофлавін (В2)	0,021	0,3	0,13	0,18
Холін (В4)	5,8	70,2	8,6	52,4
Пантотенова кислота (В5)	0,819	0,8	0,24	0,44
Вітамін Е	0,11	2,4	0,6	0,3
Вітамін РР	2,59	1,52	3	6,3
Енергетична цінність	366 кКал	257 кКал	331 к Кал	353 кКал

Окрім гарного хімічного складу безглютенові види борошна мають і корисні властивості для людського організму при споживанні.

Так як борошно є важливими рецептурними компонентами хліба, масова частка якого в рецептурі є найбільшою, тому першочерговим завданням було обґрунтування складу борошняної сировини безглютенового тіста.

На початковому етапі наших наукових досліджень були здійснені проробки щодо використання різних видів безглютенового борошна, а саме: рисового (Б_{рис}), кукурудзяного (Б_{кукур}) та кіноа (Б_{кіноа}) при випіканні безглютенових хлібців і виявлення їх впливу на органолептичні та фізико-хімічні показники готових виробів. Отримані результати представлені в табл. 2-3.

Таблиця 2

Органолептичні показники безглютенових виробів

Показник	Характеристика виробів з різних видів борошна		
	Б _{рис}	Б _{кукур}	Б _{кіноа}
Стан поверхні	гладка, без тріщин і дефектів		на поверхні наявні поодинокі тріщини
Колір	білий	жовтий	біло-кремовий
Стан м'якушки	пропечена, еластична, не крихка	пропечена, незадовільна розпушеність	пропечена, кришиться
Смак та запах	властивий даному виду виробів з легким присмаком та ароматом, притаманним застосованому виду борошна		властивий даному виду виробів з легким горіховим смаком

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що застосування одного виду борошна при виготовленні безглютенових хлібців призводить до погіршення органолептичних властивостей серед яких: наявність занадто характерного яскравого присмаку, неприйняттого для щоденного вживання (у хліба з рисового борошна); незадовільна розпушеність м'якушки (у хлібців з кукурудзяного борошна), сильна крихкість, нерівномірність поверхні та дорога вартість (вироби з борошно кіноа).

Фізико-хімічні показники безглютенових виробів

Показник	Характеристика виробів з різних видів борошна		
	Б _{рис}	Б _{кукур}	Б _{кіноа}
Вологість виробу, %	60	58	62
Пористість м'якушки, %	57	60	44
Питомий об'єм, см ³ /100 г	244	246	238
Товщина скоринки, мм	1	1,2	1,6
Упік, %	14	12	17
Усушка, %	3	2	3

З отриманих табличних даних бачимо, що найкращі фізико-хімічні показники має безглютенові вироби з використанням борошна кіноа, друге місце займають вироби виготовлені з рисового борошна. Але самостійне використання певного виду борошна призводить до появи нехарактерних і не зовсім сприйнятих органолептичних та фізико-хімічних показників готових виробів. Тому нами було вирішено використовувати борошняні суміші з даних видів борошна у певному співвідношенні.

Найкращі органолептичні показники отримують хлібобулочні вироби виготовлені з борошняних сумішей. Експериментально було встановлено, що максимальний вміст базового компонента повинен складати не менше 50% (будь-який вид окремого безглютенового борошна), що дозволяє сформувати характерний смак і колір хлібобулочних виробів. З метою розроблення технології безглютенових хлібців здійснювали серію технологічних проробок, визначаючи раціональне співвідношення різних видів безглютенового борошна і технологічні параметри приготування борошняних виробів. Досліджували заміну в рецептурі хлібців пшеничного борошна на суміші рисового, кукурудзяного та борошна кіноа 20 до 90 %, модельні композиції наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Органолептичні показники безглютенових виробів на основі борошняної суміші

Показники	Співвідношення борошна кіноа, рисового та кукурудзяного у складі суміші у %			
	Брис/Б _{кук} – 30/70	Брис/Б _{кіноа} – 10/90	Б _{кіноа} /Б _{кук} – 50/50	Брис/Б _{кук} /Б _{кіноа} – 20/30/50
Стан поверхні	поверхня гладка, без крупних тріщин і дефектів			
Колір	жовтий	кремово-білий	світло-жовтий	кремово-жовтий
Стан м'якушки	пропечений, нерівномірна пористість з пустотами, без «закалу»	пропечений, еластичний, не крихкий, без «закалу»	пропечений, консистенція ущільнена, дрібна пористість, без «закалу»	пропечений, еластичний, рівномірна пористість, без «закалу»
Смак та запах	Властивий даному виду виробів з легким присмаком та ароматом, притаманним застосованому виду борошна			

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники безглютенових виробів на основі борошняних сумішей

Показники	Співвідношення борошна кіноа, рисового та кукурудзяного у складі суміші у %			
	Брис/Б _{кук} – 30/70	Брис/Б _{кіноа} – 10/90	Б _{кіноа} /Б _{кук} – 50/50	Брис/Б _{кук} /Б _{кіноа} – 20/30/50
Вологість виробу, %	59	60	59	60
Пористість м'якушки, %	57	58	60	61
Питомий об'єм, см ³ /100 г	228	249	250	250
Товщина скоринки, мм	1,5	1,3	1,2	1
Упік, %	13	14	15	15
Усушка, %	2	3	2	2

З отриманих табличних даних бачимо, що найкращі як органолептичні так і фізико-хімічні показники має безглютенові хлібці з використанням борошняної композиції у співвідношенні: Б_{рис}/Б_{кук}/Б_{кіноа} – 20/30/50.

Для збагачення клітковиною, вітамінами та мінеральними речовинами безглютенових хлібців було вирішено додати до рецептури суміш з насіння льону, кунжуту та чіа. Тож, були проведені дослідження з визначенням потрібної пропорції даної рослинної сировини для

приготування безглютенових виробів. Так, як дана сировини є калорійним продуктом оптимальне її співвідношення 2:2:1, тобто на один заміс безглютенового виробу потрібно 20 г насіння льону, 20 г насіння кунжуту і 10 г насіння чіа. В даній технології їх використовують у подрібненому вигляді для швидшого засвоєння організмом поживних речовин.

Окрім борошна або борошняних сумішей на показники якості борошняних виробів впливає і рідка основа, яка використовується при замішуванні тіста. Найбільш розповсюдженим рідким рецептурним компонентом у складі хлібного тіста є вода. У деяких сортах хліба та хлібців (з підвищеною харчовою цінністю або для дитячого харчування) використовують молоко, сироватку, кефір, фруктові та овочеві соки та ін. Враховуючи особливості обраного нами складу і стану рідкої фази тіста дозволять вирішити низку технологічних завдань. По-перше, рідка фаза – це зв'язуючий компонент для утворення основи тіста. По-друге, властивості рідкої фази активно впливають на процес утворення піни та її утримання в тісті. Крім того, це важливий смаковий компонент рецептури хліба, оскільки бродіння тіста не передбачено, що зумовлює знижену кількість ароматичних і смакових речовин в бездріжджовому тісті з традиційним дріжджовим.

З цих міркувань нами було обрано наступні види рідкої сировини: кефір з вмістом жиру 1,0 %, нормалізоване молоко 2,5 %, вода питна. Також склад, кількість і температура рідкої фази тіста відіграють важливу роль у формуванні якості хліба (таблиця 6), в тому числі безглютенового. Відповідно були проведені дослідження, які передбачали використання в якості рідкої фази тіста кефір із вмістом жиру 1,0. Дослідні зразки готували з однієї партії сировини. Вологість тіста у всіх зразках дорівнювала 60 ± 1 %. Борошно просіювали та ретельно перемішували, просіювали інші сипкі рецептурні компоненти та соду. Заміс тіста передбачав збивання яєць в присутності 4 % цукру протягом 5-6 хв.,

окремо збивали кефір і в кінці додавали 2,4 % солі. Збиту гомогенну масу перемішували зі збитою яєчно-цукровою масою. Утворену суміш перемішували з борошняною сумішшю і розміщували у форми для випікання. Випікали за температури 170 °С протягом 25...30 хв. Готові вироби охолоджували.

Таблиця 6

Органолептичні показники безглютенкових виробів з використанням різної рідкої фази тіста

Якісний показник хліба	Вид рідкої фази тіста		
	Кефір	Молоко	Вода
Стан поверхні	Поверхня гладка, без крупних тріщин і дефектів	З крупними тріщинами, з незначними дефектами	Поверхня гладка
Колір	Світло-коричневий	Темно-коричневий	Темно-коричневий
Стан м'якушки	Пропечена рівномірна пористість	Пропечена, еластична, не крихка, з пустотами	Пропечена, нееластична, безпориста,
Смак та запах	Приємний, ніжний	Ніжний, солодкий	Присутній смак соди

Як рідка фаза, кефір виявив найкращі властивості – пористість м'якушки на ньому правильна, притаманна хлібним виробам, смак та запах приємні та ніжні. За використання молока, помітно покращується смак і запах виробів, проте, м'якушка помітно темніша і менш розпушена. Найгіршими виявились зразки на воді – м'якушка нерозпушена, пористість та об'єм хліба низькі, з'являється присмак соди (зумовлюється відсутністю кислого середовища в тісті).

За результатами пробних лабораторних випікань пористість, питомий об'єм і вихід виробів зменшуються, а упік збільшується в ряду «кефір> молоко> вода». Використання кефіру забезпечує найкращі фізико-хімічні та органолептичні показники порівняно з іншими сировинними компонентами в якості рідкої фази тіста.

Поясненням отриманих результатів є низька ефективність хімічного розпушувача в присутності води або молока, а також низька в'язкість рідкої фази, за виключенням кефіру.

Також кефір містить високоякісний тваринний білок, який добре засвоюється, та збагачує тісто молочною кислотою. Кефір покращує смакоароматичні властивості готових безглютенових хлібців та забезпечує ефективну взаємодію з двовуглекислим натрієм.

Іншим важливим чинником, здатним суттєво вплинути на фізико-хімічні та структурно-механічні процеси в тісті є температура. Зазначимо, що в дріжджовому хлібному тісті її величина зумовлена, в першу чергу, впливом на активність дріжджових клітин та створенням оптимальних умов бродіння.

В разі виключення дріжджів із рецептури тіста ми вважали доцільним відпрацювати наступні температурні режими: від 20 °С до 45 °С з кроком 5 °С.

Таблиця 7

Органолептичні показники безглютенового виробу на кефірі за різної температури

Показники	Температура рідкої фази при замішуванні					
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Стан поверхні	без великих тріщин і підривів				незначні підриви корки	
Колір	з легким сіро-коричневим відтінком	темно кремовий	кремово-жовтий	кремовий	світло-коричневий	коричневий
Пористість м'якушки	крупні нерівномірні пори	дрібні рівномірні пори		середні нерівномірні пори		крупні нерівномірні пори
Смак та запах	смак та запах ніжний, без сторонніх присмаків					

Найкращі результати отримано в інтервалі температур 25-30 °С – пористість дрібна та рівномірна. Зі зниженням температури до 20 °С, а також при 35-86 45 °С структура м'якушки характеризується

нерівномірною пористістю, наявністю дуже великих пор і пустот (таблиця 7).

Аналіз зразків з використанням молока (таблиця 8) вказує на те, що зміни температури чинять менш суттєвий вплив на якість виробів – майже всі зразки мають переважно дрібні та нерівномірні пори. Але, зі зростанням температури молока якість безглютенових виробів поліпшується; найкращі результати було отримано при температурі 35-45 °С.

Таблиця 8

Органолептичні показники безглютенового виробу на молоці за різної температури

Показники	Температура рідкої фази при замішуванні					
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Стан поверхні	тріщини, нерівномірний підйом	без тріщин та підривів, правильна форма				
Колір	світлий з легким жовтим відтінком		світло-кремовий		темно-кремовий	
Пористість м'якушки	забита пористість		дрібні рівномірні пори			нерівномірні пори
Смак та запах	смак та запах ніжний, без сторонніх присмаків					

В разі підвищення температури води (таблиця 9) пористість, стан поверхні найкращі за температури 40 °С. Підводячи підсумки даного етапу результатів досліджень можна зробити висновок про суттєвий вплив, який чинить вид рідкої фази та її температура на якість готової борошняної безглютенової продукції.

За обраною схемою при замішування тіста в якості рідкої фази рекомендується застосовувати кефір при температурі 25...30 °С.

Органолептичні показники безглютенового виробу на воді за різної температури

Показник	Температура рідкої фази при замішуванні					
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Стан поверхні	поодинокі бокові підриви скоринки		дрібні тріщини на поверхні, без підривів		без крупних тріщин та підривів	
Колір	бліді сірий				кремовий	
Пористість м'якушки	рівномірна дрібна пористість, без пустот та ознак закалу	без пустот, погано розвинена пористість	присутні пустоти, не розрихлені ділянки м'якушки	дрібна пористість, без пустот, присутні ознаки закалу	добре розвинена пористість, без пустот та ознак закалу	рівномірна дрібна пористість, без пустот та ознак закалу
	м'якушка пропечена, не липка та не волога на дотик при натисканні					
Смак та запах	без сторонніх присмаків, приємний на запах					

Застосування молока чи води забезпечує знижені показники якості безглютенових хлібців, хоча підвищення температури дещо поліпшує органолептичні показники, пористість та питомий об'єм.

Висновки. Під час проведених досліджень було визначено, що найкращі органолептичні та фізико-хімічні показники отримали виробу, що були виготовлені з суміші безглютенових видів борошна рису, кукурудзи та кіноа у співвідношенні – 20/30/50.

Як рідка фаза, кефір виявив найкращі властивості – пористість м'якушки хлібців правильна, притаманна хлібним виробам, смак та запах приємні та ніжні. За використання молока, помітно покращується смак і запах виробів, проте, м'якушка помітно темніша і менш розпушена. Найгіршими виявились зразки на воді – м'якушка нерозпушена, пористість та об'єм хлібців низькі, з'являється присмак соди. Також найкращу пористість мав борошняні безглютенові хлібці, який замішувався в інтервалах температур 25-30 °C при використанні кефіру

Література

1. Наумова О.О. Сучасний підхід до діагностики целиакії. *Health-ua.com. Спеціалізований медичний портал*. URL: <https://health-ua.com/article/41194-oberezhnoglyuten--sho-neobhdno-znati-pro-tcelakuu> (дата звернення: 16.11.2021).
2. Губська О.Ю. Обережно – глютен! Що необхідно знати про целиакію? *Health-ua.com. Спеціалізований медичний портал*. URL: <https://health-ua.com/article/41194-oberezhnoglyuten--sho-neobhdno-znati-pro-tcelakuu> (дата звернення: 16.11.2021).
3. Грищенко А.М. Удосконалення технології хліба з безглютенової сировини : дис. ... канд. тех. наук : 05.18.01 // Національний університет харчових технологій. Київ, 2011. 222 с.
4. Дробот В.І., Грищенко А.М. Зміни показників якості безглютенового хліба при зберіганні. *Ukrainian Food Journal*. Київ. НУХТ, 2013. Vol. 2, Is. 3. P. 347-353.
5. Медвідь І., Федоренко Ю., Шидловська О., Доценко В. Особливості виробництва безглютенового хліба. *83 Міжнар. наук. конф. молод. учен., асп. і студ. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*. Київ, 2017. 263 с.
6. Шаніна О.М., Гавриш Т.В., Галясний І.В. Визначення складу безглютенової борошняної сировини в технології бездріжджового хліба. *Scientific journal «Engineering processing and food productions»*. 2016. № 2. PP. 8-12.
7. Барсукова Н.В., Решетников Д.А., Красильников В.Н. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий. *Хранение и переработка зерна*. 2011. № 4 (142). С. 43-46.
8. Бондар І., Дробот В. Як поліпшити харчову цінність борошна. *Харчова і переробна промисловість*. 2000. №6. С. 24-25.

9. Євлаш В.В., Самойленко С.О., Отрошко Н.О., Буряк І.А. Експресметоди дослідження безпечності та якості харчових продуктів: навч. посібник. Харків : ХДУХТ, 2016. С. 336.
10. Дробот В.І., Грищенко А.М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба. *Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. (Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського)*. 2013. Вип. 30. С. 52-58.
11. Грищенко А., Дробот В. Харчова цінність безглютенового хліба. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2014. № 7-8 (116-117). С. 3-5.
12. Грищенко А.М., Дробот В.І. Вплив масової частки вологи тіста на показники якості безглютенового хліба із кукурудзяним борошном. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 12 (189). С. 48-49.