

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF BREAD WITH OAT FIBER AND ANALYSIS OF ITS NUTRITIONAL VALUE

T. Silchuk, A. Riznyk

National University of Food Technologies

Key words:

Oat fiber
Casein
Glucano-delta lactone
Bread products
Nutritional value

Article history:

Received 11.05.2023
Received in revised form
25.05.2023
Accepted 12.06.2023

Corresponding author:

A. Riznyk

E-mail:

riznyk_nastya2707@ukr.net

Citation: Сильчук Т. А.,
Різник А. О. (2023). Удос-
коналення технології та
аналіз харчової цінності
хлібних виробів з вівся-
ного толокна. *Наукові пра-
ці НУХТ*, 29(3), 139—149.
DOI: 10.24263/2225-
2924-2023-29-3-13

ABSTRACT

One of the ways to improve the technology of bread production is to expand the recipe composition and improve biotechnological processes in dough.

The necessity of developing gluten-free bread products and substantiation the choice of basic and auxiliary raw materials was highlighted in the article. The use of hydrocolloidal improver and proteins of animal origin was scientifically substantiated to improve the structure of gluten-free dough and the quality of bread products. The effectiveness of the combined use of the selected improvers in the technology of bread products with the use of fiber was proved. The regularities of the influence of the selected formulation components on the properties of the dough and the quality characteristics of the finished bread were determined.

On the basis of the conducted research and production tests, the technological regime for the production of bread with oat fiber was established. The regularities of the influence of the studied raw materials on the course of technological processes became the basis for the development of recipes for "Oatmeal" and "Oatmeal improved" bread. Products made with oat fiber contained 18% more protein compared to the control sample. The inclusion of casein in the recipe of "Oatmeal improved" bread product allowed to increase the content of essential amino acids and bring the mass fraction of isoleucine and tryptophan closer to their content in the "ideal" protein.

The developed bread products with oat fiber had a better colored crust, more elastic crumb, and a better flavor and aroma. The obtained sensory parameters were evaluated by the expert method and displayed using quality profiles of finished products. The results confirmed the feasibility of improving a technology of bread products for special purpose.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА АНАЛІЗ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБНИХ ВИРОБІВ З ВІВСЯНОГО ТОЛОКНА

Т. А. Сильчук, А. О. Різник

Національний університет харчових технологій

Одним із напрямків удосконалення технології виробництва хлібних виробів є розширення рецептурного складу та покращення біотехнологічних процесів.

У статті висвітлено необхідність розроблення аглютонових хлібних виробів та обґрунтовано вибір основної й допоміжної сировини. Для поліпшення структури аглютонового тіста, підвищення якості хліба підтверджено ефективність сумісного використання поліпшувача гідроколоїдної дії та білків тваринного походження. Визначено закономірності впливу підібраних рецептурних компонентів на властивості тіста та якісні характеристики готових хлібних виробів.

На основі проведених досліджень і виробничих випробувань встановлено технологічний режим виготовлення аглютонових хлібних виробів з вівсяного толокна, збагачених молочними білками, за рахунок включення казеїну та глюкано-дельта-лактону. Закономірності впливу досліджуваної сировини на перебіг технологічних процесів стали підґрунтям для розробки рецептур хліба «Вівсяний» і «Вівсяний-покращений». Вироби з вівсяного толокна містять на 18% більше білків порівняно з контрольним зразком, що пов'язано з внесенням до їх складу казеїну. Включення казеїну в рецептуру хлібного виробу «Вівсяного-покращеного» дало змогу збільшити в ньому вміст незамінних амінокислот і наблизити масову частку ізолейцину та триптофану до їх вмісту в «ідеальному» білку.

Розроблені хлібні вироби на основі вівсяного толокна мають краще забарвлену скоринку, більш еластичну м'якушку, виражений смак та аромат. Отримані органолептичні показники оцінювали експертним методом і відображали за допомогою профілограм якості готових виробів. Опрацьовані результати підтверджують доцільність розроблення технології хлібних виробів спеціального призначення.

Ключові слова: вівсяне толокно, казеїн, глюкано-дельта-лактон, хлібні вироби, харчова цінність.

Постановка проблеми. Через несприятливий вплив навколишнього середовища, зростанням генетичних і алергічних захворювань розробка продуктів для дієтичного та функціонального харчування є одним з основних завдань сучасної харчової промисловості. Згідно зі статистичними даними найбільшу частку серед таких захворювань займають: серцево-судинні, ожиріння, цукровий діабет, дефіцит білка, целиакія, фенілкетонурія. Варто відмітити, що за останні 5 років відсоток хворих на глютену ентеропатію суттєво збільшився, тому на світовому ринку вже не перший рік популяризуються та просуваються безглютенового харчування, що адаптують і вітчизняні виробники.

Хліб залишається одним із основних джерел забезпечення організму поживними речовинами. При виробництві аглютонового хліба використовується борошно зі злаків, яке з огляду на особливості хімічного складу не містять білків, що

утворюють клейковину. Жоден із видів безглютенової борошняної сировини не можна вважати еквівалентним за функціонально-технологічними властивостями пшеничному борошну. Безглютенові зернові культури мають високий технологічний потенціал, а борошно на їх основі характеризується доброю поживною та харчовою цінністю, адже для його отримання, зазвичай, застосовують обойний спосіб помелу. До того ж у борошні допускається наявність природних пігментів, тому що рецептурою хлібних виробів може бути передбачено використання іншої сировини з власним оригінальним кольором.

Існуючі технології хлібних виробів передбачають використання крохмалю різного походження, зокрема рисового, кукурудзяного тощо. Адже неможливо гарантувати готовий хліб із задовільними показниками якості, оскільки відсутність структуроутворюючих білків в аглутеновій сировині зумовлює формування тіста з незадовільними структурно-механічними характеристиками. Зважаючи на це, актуальним завданням для науковців, професіоналів ресторанного господарства та хлібопекарської індустрії є покращення якості аглутенових хлібних виробів шляхом використання нетрадиційних рецептурних компонентів, які забезпечать стабільність їх структури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У ході розробки рецептур безглютенових хлібних виробів найбільш пильної уваги заслуговують ті культури, які мають досить нейтральні смак та аромат, що дає змогу використовувати їх без суттєвих кількісних обмежень у рецептурі зі збереженням високих органолептичних показників (Marco, & Rosell, 2008). На сьогодні такі обмеження існують у технології виробництва пшеничного хліба.

Вівсяним борошном і продуктами переробки вівса замінюють пшеничне борошно у кількості до 20% (Шевченко, Літвинчук, & Дробот, 2023) за умов підвищеної вологості тіста; іноді його заварюють водою (Hetman, Mykhonik, Kuzmin, & Shevchenko, 2021) або знежиреним молоком (Thompson, 2003).

Рисове борошно часто використовують замість пшеничного (Дробот, Шевченко, & Літвинчук, 2021). Його додавання до пшеничного борошна сприяє підвищенню газоутворення в тісті та збільшенню кількості утворених та зброджених цукрів (Shevchenko, & Drobot, 2022). Раціональним дозування — до 8%, також рисове борошно вводять у вигляді заварки в концентраціях до 20% (Медвідь, Шидловська, & Доценко, 2019); більш високі кількості (40% від маси борошняної сировини) потребують внесення добавок — комплексних покращувачів або ферментних препаратів (Mor, & Heinbockel, 2006).

Для отримання гречаного борошна застосовують різні способи (Changgao та ін., 2022). Оскільки борошно має високу харчову цінність, то вводять не більше 10...15% на заміну пшеничного, або не більше 16% при одночасному збільшенні вологості тіста до 48 % у виробництві житньо-пшеничного хліба. Для створення дієтичних продуктів кількість гречаного борошна збільшується до 25% (Любачова, & Шаніна, 2013); пропонують термічну обробку гречки за 180...220 °C (Shapina, Dugina, Zverev, Gavrish, Domahina, & Lobacheva, 2012).

Вівсяне толокно — продукт переробки вівса, що відрізняється високим ступенем засвоюваності, оскільки містить до 10% водорозчинних речовин, до 15% денатурованих білків і майже повністю клейстеризований крохмаль. Цінність толокна також полягає в тому, що до його складу входять: лігнін — виводить з

організму шлаки, холестерин і токсини; біофлавоноїди — забезпечують профілактику онкологічних захворювань і позитивно впливають на імунітет; аланін — зміцнює імунну систему і регулює цукор в крові; цистеїн — захищає від радіації (Різнюк, Сильчук, Цирульнікова, & Тищенко, 2021). Питання, чи є овес безпечним для хворих на целиацію, було предметом дискусій протягом декількох десятиріч. Запасний білок вівса авенін може спричиняти певні проблеми для авенінчутливих пацієнтів, частина з яких можуть бути целиаками (Kadan, Robinson, Thibodeaux, & Repperman, 2001). Проте численні наукові дослідження американських вчених доводять, що помірні кількості вівса є безпечними для дорослих, хворих на целиацію. Інше дослідження (Hoffenberg та ін., 2000) щодо безпеки вівса для дітей з первинною діагностикою целиації доводить, що вживання ними вівса протягом шести місяців є безпечним. Наразі переважна кількість авторитетних вчених і лікарів підтримують думку про те, що овес може бути небезпечним тільки тоді, коли зернова партія містить домішки зерна пшениці. Тому в безглютеновому харчуванні рекомендовано застосовувати тільки сертифікований для цього овес.

Пошук добавок-поліпшувачів структури безглютенових хлібних виробів проводився, зважаючи на розуміння фундаментального механізму утворення аглютенного тіста. Згідно із сучасними науковими уявленнями, за відсутності гідратованої клейковинної мережі одним із важливих чинників оптимізації та стабілізації процесу утримання газу, утвореного в безглютеновому тісті, є достатня кількість води для гідратації біополімерів тіста для набуття тістом потрібної в'язкості (Riemsdijk, Goot, Hamer, & Boom, 2011). Підвищити гідратаційну здатність можна за допомогою включення білкових речовин з вираженими драглеутворювальними властивостями (Лобачова, 2018). З огляду на це, другий фактор — це додавання білків тваринного походження. Окрім посилення водоутримувальної здатності тіста, цей крок дає змогу комбінувати білки тваринного походження з рослинними білками толокна. А урізноманітнення амінокислотного складу білків тіста безперечно сприятиме ефективній ферментній обробці (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2003). Як третій фактор запропоновано застосування поліпшувача гідроколоїдної дії — глюкано-дельта-лактону (ГДЛ), здатного до утворення поперечних зв'язків у білкових макромолекулах.

Мета дослідження: підтвердження можливості сумісного застосування глюкано-дельта-лактону та казеїну в технології хліба з вівсяного толокна та аналіз харчової цінності розроблених виробів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження була технологія безглютенового хліба. Як предмет дослідження обрано вівсяне толокно торговельної марки «Козуб», казеїн міцелярний від виробника ТОВ «УКРМОЛПРОДУКТ» та глюкано-дельта-лактон компанії «ХІМПОСТАЧАННЯ» (Харків). Хлібні вироби виготовляли безопарним способом з повною заміною глютенвмісної сировини.

Між можливими двома варіантами створення аглютенних хлібних продуктів (1 — з борошна одного виду; 2 — з суміші декількох) обрано перший напрям з міркувань якісного підвищення харчової та біологічної цінності готової продукції, розширення сировинної бази та асортименту хліба з альтернативної аглютенної сировини. При розробці та впровадженні нових хлібних виробів визначали їх біологічну та харчову цінність.

За національним стандартом ДСТУ 4518:2008 (п. 5.15.1), енергетичну цінність хлібних виробів у маркуванні зазначали у ккал (за міжнародною системою СІ), беручи до уваги, що 1 ккал дорівнює 4,184 кДж. Аналіз вмісту амінокислот у готових виробах проводили за стандартною методикою (Згуровський, & Панкратова, 2005). Амінокислотний скор (ACi , %) розраховували як відношення кількості кожної незамінної амінокислоти в досліджуваному зразку до кількості цієї амінокислоти в «ідеальному» («еталонному») білку.

Органолептичні показники якості розроблених зразків проводили шляхом дегустації з подальшим оцінюванням за 5-бальною шкалою. Комплексну оцінку якості виробів проводили із застосуванням методів кваліметрії згідно з ДСТУ-П 8536:2015. Для знаходження коефіцієнтів вагомості застосовували експертний метод. Переведення абсолютних показників якості у відносні здійснювали з використанням кривої бажаності Харінгтона. Розрахунковим методом визначали харчову та енергетичну цінність розроблених хлібних виробів.

Статистичне оцінювання результатів проводилося методом послідовного регресійного аналізу за допомогою Microsoft Excel.

Викладення основних результатів дослідження. На підставі аналізу результатів досліджень, проведених раніше (Різник, Сильчук, Цирульнікова, & Тищенко, 2021), обґрунтовано склад рецептурних інгредієнтів та їх оптимальні дозування для забезпечення необхідної інтенсивності бродіння вівсяного тіста та його покращених структурно-механічних властивостей, а також встановлено параметри основних стадій технологічного процесу виробництва хлібних виробів.

Закономірності впливу досліджуваної сировини на перебіг процесів дозрівання тіста та формування його реологічних властивостей стали підґрунтям для розробки рецептур хліба «Вівсяний» і «Вівсяний-покращений» (табл. 1).

Таблиця 1. Рецептури хлібних виробів з вівсяного толокна

Найменування сировини	Витрати сировини, кг	
	Хліб «Вівсяний»	Хліб «Вівсяний-покращений»
Толокно вівсяне	100	100
Дріжджі сухі	3,8	3,8
Сіль кухонна	1,5	1,5
Маргарин столовий	6,2	6,2
Сухе молоко	3,5	3,5
Цукор	11,0	11,0
Казеїн	—	6,2
Глюкано-дельта-лактон	1,5	1,0
Разом:	127,5	133,2

Шляхом експериментальних досліджень удосконалено технологію та встановлено оптимальні параметри технологічного процесу приготування тістових напівфабрикатів з вівсяного толокна (табл. 2).

Згідно з встановленими раніше закономірностями тісто з досліджуваною сировиною для виробництва хліба «Вівсяний» і «Вівсяний-покращений» має вищу початкову кислотність порівняно з контролем, значно краще сумарне газоутворення, кислотонакопичення за період бродіння тістових напівфабрикатів.

Таблиця 2. Параметри технологічного процесу приготування тіста

Показник	Контроль (без добавок)	Хліб «Вівсяний»	Хліб «Вівсяний-покращений»
Вологість, %	54	52	52
Титрована кислотність, град.			
початкова	1,2	2,3	2,31
кінцева	1,5	2,8	2,8
Тривалість бродіння, хв	50	45	45
Газоутворення за час бродіння, см ³ /100 г	82	107	114
Питомий об'єм (в кінці бродіння), см ³ /г	1,02	1,33	1,42

Тривалість дозрівання тіста за розробленими рецептурами безглютенового хліба скорочується на 10%, якщо порівняти з контрольним зразком без застосування казеїну та структуроутворюючих компонентів, що пов'язано з кращим забезпеченням цукрами процесу спиртового бродіння та активізацією перебігу процесу.

Експериментальним шляхом відпрацьовано та сформовано ключові стадії виробництва вівсяних хлібних виробів. Так, на першому етапі здійснюють підготовку сировини до виробництва. Замішування тіста проводять на основі вівсяного толокна, маргарину, сухого молока, казеїну та ГДП. Тісто доцільно готувати безопарним способом з розрахунковою вологістю 52%. Тривалість замішування тіста становила 8...10 хв. Слід зазначити, що за розробленою технологією тісто характеризується вищою в'язкістю, що дає змогу формувати його на тістоподільниках з метою покращення технологічності виробництва.

Хімічний склад хлібних виробів є невід'ємною частиною їх споживчої цінності. Для характеристики його корисності для організму застосовують термін «харчова цінність», яка інтегрально відображає повноту корисних властивостей продукту, зокрема забезпеченості фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах та енергії (Riznyk, Sylchuk, Tsyrlukova, & Zuiko, 2021). Розрахунки вмісту поживних речовин у розроблених виробках проведено за відомою методикою з використанням літературних даних щодо хімічного складу сировини (табл. 3).

Таблиця 3. Харчова та енергетична цінність готових хлібних виробів

Складові	Контроль (без добавок)	Хліб «Вівсяний»	Хліб «Вівсяний-покращений»
Білки, г	5,5	8,5	10,2
Жири, г, в т. ч.:	3,7	4,42	4,42
фосфоліпиди	0,54	0,52	0,52
Вуглеводи, г	49,0	55,7	55,17
Харчові волокна, г	1,42	1,42	1,42
<i>Вітаміни, мг/100г</i>			
В ₁ (тіамін)	0,022	0,024	0,024
В ₂ (рибофлавін)	0,23	0,27	0,28
РР (ніацин)	0,24	0,25	0,27

Е (токоферол)	—	0,02	0,02
Холін	53,4	57,1	57,3
<i>Мінеральні речовини, мг/100 г</i>			
Na	348,2	350,4	350,6
K	23,35	26,4	26,7
Ca	31,3	31,3	55,2
Mg	—	73,8	75,1
P	57,3	72,21	64,8
Fe	0,08	0,63	0,81
Енергетична цінність, ккал	251,3	296,6	301,3

На основі аналізу хімічного складу дослідних та контрольних зразків вівсяного хліба встановлено, що використання в технології розроблених виробів досліджуваних поліпшувачів та сировини на мінеральний склад практично не впливає, що обумовлено здатністю цих рецептурних компонентів покращувати якісні характеристики готового хліба при внесенні в незначних кількостях.

Хліб «Вівсяний-покращений» має на 18% вищий вміст білків порівняно з контрольним зразком, що пов'язано з внесенням до його складу казеїну. Збільшення вмісту харчових волокон у поліпшених хлібних виробках відбуваються за рахунок використання ГДЛ.

Хімічний склад розроблених виробів розраховували за інструкціями Укрхлібпрому 1-158.00389676.012:2008 «Розрахунок поживної та енергетичної цінності хлібобулочних виробів» та 1-158.00389676.018:2018 «Розрахунок вмісту насичених жирів, цукрів та солі в хлібобулочних і борошняних кондитерських виробках».

Дослідження хімічного складу готових виробів підтвердило значне зростання вмісту білків у хлібі «Вівсяний-покращений». Експериментальним шляхом одержано дані біологічної цінності, що відображені у вигляді табл. 4.

Таблиця 4. Біологічна цінність готових хлібних виробів

Незамінні амінокислоти	Склад «еталонного» білка, мг/г	Контроль (без добавок)			Хліб «Вівсяний-покращений»		
		Вміст		Скор, %	Вміст		Скор, %
		мг/100г хліба	мг/г білка		мг/100г хліба	мг/г білка	
Валін	50	358	57,7	115,4	510	57,9	115,8
Ізолейцин	40	253	40,8	102	354	47,8	119,5
Лейцин	70	734	118,3	169	821	122,2	174,1
Лізин	55	107	17,2	31,2	114	18,3	33,5
Метіонін+ цистин	35	323	52,1	148,8	379	61,1	174,2
Треонін	40	233	37,5	93,7	269	43,3	108,2
Триптофан	10	84	13,5	135	93	14,5	145
Фенілаланін+ тирозин	60	93	8,5	14,2	122	13,8	23,0

Лімітуюча амінокислота, скор		Фенілаланін+тирозин – 14,2%	Фенілаланін+тирозин – 23,0%
------------------------------	--	-----------------------------	-----------------------------

Аналіз даних табл. 4 показує, що включення казеїну в рецептуру хлібного виробу «Вівсяного-покращеного» дає змогу наблизити в його складі масову частку таких незамінних амінокислот, як ізолейцин, триптофан, до складу «ідеального» (еталонного білка). А лейцин і валін перевищують межу у 100%.

За результатами визначення біологічної цінності розробленого хліба встановлено, що лімітуючою амінокислотою є фенілаланін і тирозин, скор яких становить 23%. Порівнюючи з контрольним зразком, амінокислотний скор хліба «Вівсяний-покращений» є вищим на 11%.

Невід’ємними показниками якості хлібних виробів є органолептичні (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, його форма, стан м’якушки по пористості, еластичності, смак та аромат).

Бальна оцінка виробів, виготовлених за розробленими рецептурами, була проведена дегустаційною комісією на базі Національного університету харчових технологій. Бальну оцінку хлібних виробів проводили за 100-бальною шкалою, результати оцінки були оброблені методом математичної статистики. Кожний показник якості виробів оцінювали за п’ятибальною системою з урахуванням коефіцієнта його вагомості, який встановлювали методом експертної оцінки за участі дегустаторів. Сума коефіцієнтів є постійною величиною та дорівнює одиниці. За результати бальної оцінки побудовано профілографи якості (рис. 1).

На основі результатів експертного оцінювання встановлено, що порівняно з контролем питомий об’єм розроблених хлібних виробів незначно менший через зниження газотримувальної здатності тістової системи з вівсяним толокном, казеїном і ГДЛ, але оскільки основною метою дослідження було підвищення біологічної цінності аглютенових хлібних виробів, використання запропонованої сировини є доцільним. Водночас розроблені вироби на основі вівсяного толокна та з додаванням казеїну і ГДЛ мають краще забарвлену скоринку, більш еластичну м’якушку, краще виражений смак та аромат. Ці показники обумовлюють високі споживчі властивості аглютенових виробів, виготовлених за розробленими рецептурами.

Результати проведених досліджень стали підґрунтям для відпрацювання розробленої технології в реальному часі та в умовах діючого підприємства. Виробничі випробування проведено на базі столичного закладу ресторанного господарства з обов’язковим дотриманням всіх вимог до виробництва та реалізації аглютенової продукції.

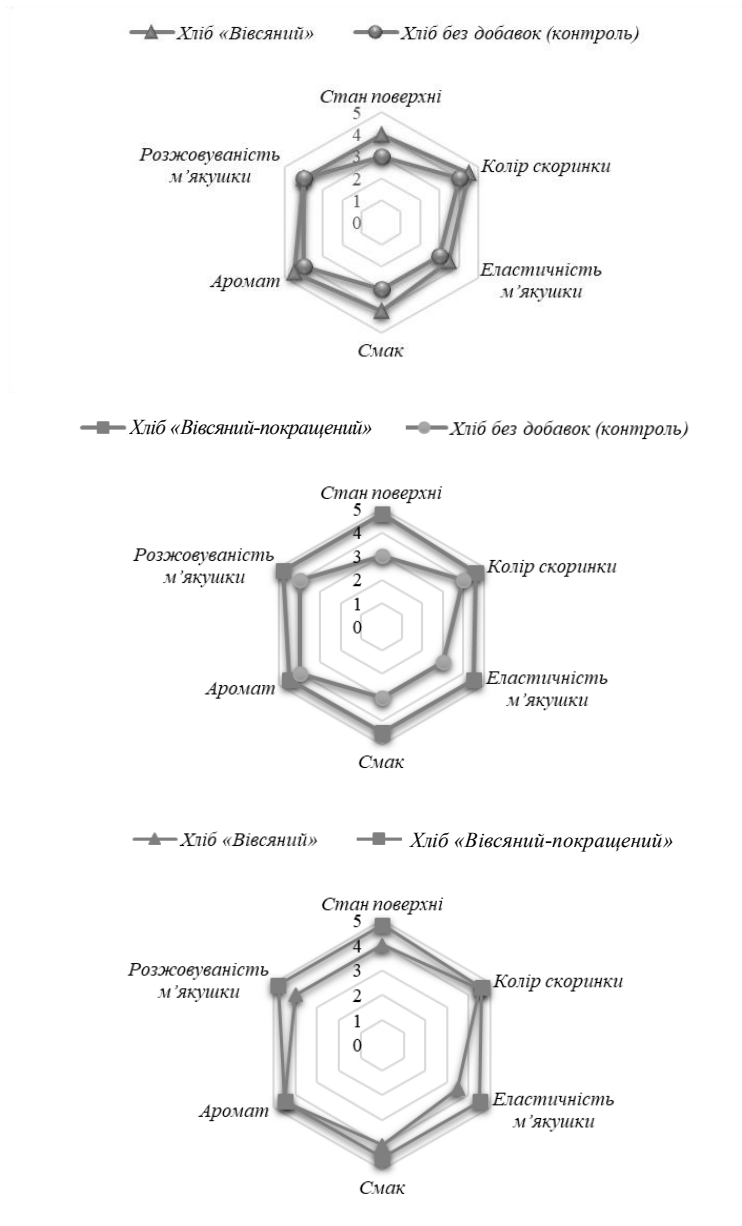


Рис. 1. Профілограми якості розроблених хлібних виробів

Висновки

У результаті проведених експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність сумісного використання глюконо-дельта-лактону та казеїну в технології хліба на основі вівсяного толокна та доведено, що їх включення до рецептури сприяє покращенню якісних характеристик готових хлібних виробів.

На основі проведених експериментів та виробничих випробувань розроблено рецептури та технологічний режим виготовлення аглютонових хлібних виробів з вівсяного толокна, збагачених молочними білками, за рахунок включення казеїну та ГДЛ.

Розгорнута експертна оцінка органолептичних показників свідчить, про високу якість розроблених хлібних виробів з вівсяного толокна, збагачених білком (на 18% вищий вміст білків, до того ж, амінокислотний скор хліба «Вівсяний-покращений» є вищим на 11%, порівняно з контрольним зразком), харчовими волокнами та макроелементами. Показник харчової цінності розроблених виробів перевищує на 19%.

Опрацьовані дані та позитивні результати апробації розробленої технології в умовах реального підприємства підтверджують актуальність та доцільність проведеного дослідження.

Література

Дробот В. І., Шевченко А. О., Літвинчук С. І. (2021). Вплив рисового борошна на структурно-механічні властивості тіста та якість хліба. *Наукові праці НУХТ*. 27(5). 114—122 <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-5-15>.

Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. (2005). *Системний аналіз: проблеми, методологія, визначення*. К.: Наукова думка. 743.

Лобачова Н. Л. (2018). Використання добавок регуляторів структури безглютенового тіста та готових виробів. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 9 (1285), 207—211. DOI:10.20998/2413-4295.2018.09.30.

Лобачва Н. Л., Шаніна О. М. (2013). *Технологічні аспекти формування структури виробів з безглютенової борошняної сировини*. Матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»: 7 листопада 2013 р.: Тези доповідей. Х. 71—79.

Медвідь І. М., Шидловська О. Б., Доценко В. Ф. (2019). Дослідження впливу гідрокоолідів на структурно-механічні властивості тіста і якість безглютенового хліба. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 30 (2), 104—110. DOI:10.32838/2663-5941/2019.4-2/17.

Різник А. О., Сильчук Т. А., Цирульнікова В. В., Тищенко О. М. (2021). Обґрунтування вибору вівсяного толокна для виробництва хлібних виробів у закладах ресторанного господарства. *Наукові праці НУХТ*, 27 (1), К.: НУХТ, 89—97. DOI: 10.24263/2225-2924-2021-27-1-21.

Шевченко А. О., Літвинчук С. І., Дробот В. І. (2023). Вплив вівсяних висівок в поєднанні з фосфоліпідами на перерозподіл структурних груп в тісті та хлібі з пшеничного борошна. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 2(3), 38—50. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230203.05>.

Changgao, S., Olkhovikov, O., Xiaojin, G., Marynin, A., Sichen, Z., Shevchenko, A., Botong, S., Yue, Z. (2022). Research and comparative analysis of the qualitative parameters of food powders produced from grain raw materials using an improved jet mill. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(3(68), 36—43. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.271557>.

Gallagher E. Gormley T. R., Arendt E. K. (2003). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*. 15, 143—152. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>.

Hetman I., Mykhonik L., Kuzmin O., Shevchenko A. (2021). Influence of spontaneous fermentation leavens from cereal flour on the indicators of the technological process of making wheat bread. *Ukrainian Food Journal*. 10(3), 492—506. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-3-6>.

Hoffenberg E. J., Haas J., Drescher A., Barnhurst R., Osberg I., Bao F., Eisenbarth G. (2000). Atrial of oats in children with newly diagnosed celiac disease. *The Journal of Pediatrics*. 137, 361—366. DOI: 10.1067/mpd.2000.109003.

Kadan R. S., Robinson M. G., Thibodeaux D. P., Pepperman A. B. (2001). Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal of Food Science*. 66 (7), 940—944. DOI.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb08216.x.

Marco C., Rosell C. M. (2008). Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. *Journal of Food Engineering*. 88, 94—103. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.01.018>.

Mor M. M., Heinbockel M., Dockery P., Ulmer H. M., Arendt E. K. (2006). Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Journal Citation Reports*. 83 (1), 18—36. Взято з: <https://doi.org/10.1094/CC-83-0028>.

Riznyk A., Sylchuk T., Tsyrlunykova V., Zuiko V. (2021). Sorption properties of bread based on oatmeal. *Ukrainian Food Journal*. 10 (2), 361—374. DOI: 10.24263/2304-974X-2021-10-2-12.

Rosell C. M. (2009). Enzymatic manipulation of gluten-free breads. *Gluten Free Food Science and Technology. London*. 83—98. DOI:10.1002/9781444316209.ch6.

Shanina O., Dugina K., Zverev V., Gavrish T., Domahina M., Lobacheva N. (2012). Production challenge soft-enriched flour products. *Materials of the III International and Practice Conferenc. «European Science and Technology»*. Munich, Germany. 1. 248—252. Взято з: <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/2413-4295.2018.09.30/124378>.

Shevchenko, A., Drobot, V. (2022). Use of rice flour in wheat bread technology. *EUREKA: Life Sciences*, 6, 44—51. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2022.002677>.

Thompson T. (2003). Oats and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*. 103, 376—379. DOI: 10.1053/jada.2003.50044.