

Медвідь І.М.

Національний університет харчових технологій

Шидловська О.Б.

Національний університет харчових технологій

Доценко В.Ф.

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГІДРОКОЛОЇДІВ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА І ЯКІСТЬ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА

У статті розглядається необхідність пошуку нових шляхів покращення якості безглютенового хліба для людей, які страждають на целиацію. Як один із напрямів вирішення цієї проблеми запропоновано використовувати гідроколоїди. Доведено ефективність сумісного використання гідроксипропілметилцелюлози (ГПМЦ) та знежиреного лецитину для виробництва рисового хліба із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна.

Визначено закономірності впливу ефіру целюлози на властивості тіста та якісні характеристики рисового хліба з ферментами та лецитином. Встановлено, що внесення ГПМЦ у кількості 1,0% до маси рисового борошна в тісто з фосфолінідом у поєднанні із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна зумовлює зростання питомого об'єму і пористості готових виробів.

За результатами визначення зміни питомого об'єму тіста у процесі бродіння виявлено, що підвищення показників якості безглютенового хліба із внесенням ГПМЦ і знежиреного лецитину пов'язане зі зростанням газоутримувальної здатності тістових напівфабрикатів. Дослідженнями мікроструктури тіста підтверджено покращення структурно-механічних властивостей напівфабрикатів із внесенням ефіру целюлози та поверхнево-активної речовини.

З'ясовано позитивний вплив використання ГПМЦ у технології рисового хліба на пружно-еластичні властивості м'якушки виробів. Встановлено, що додавання ГПМЦ і лецитину під час виробництва рисового хліба із застосуванням гідролізу крохмалю борошна сприяє збільшенню загальної деформації м'якушки і зменшенню її крихкості. Виявлено зниження інтенсивності зміни цих показників у процесі зберігання виробів. За результатами термогравіметричних досліджень встановлено, що при сумісному використанні як регуляторів структури ГПМЦ і лецитину у поєднанні з ферментативною модифікацією крохмалю борошна відбувається перерозподіл співвідношення вільної і зв'язаної вологи в м'якушці рисового хліба. Виявлені закономірності дають змогу прогнозувати подовження терміну зберігання свіжості готових виробів.

Ключові слова: целиація, безглютеновий хліб, рисове борошно, ферментативна модифікація, поверхнево-активні речовини, лецитин, гідроколоїди, гідроксипропілметилцелюлоза.

Постановка проблеми. Всесвітнє зростання захворюваності на целиацію та інших алергічних реакцій, пов'язаних із непереносимістю глютену, зумовлює підвищення вимог до безглютенових продуктів харчування. При целиації відбувається порушення абсорбції поживних речовин у тонкому кишечнику та ушкодження його слизової оболонки внаслідок споживання гліадину та глютеніну пшениці, а також проламінів жита, ячменю та тритікале [1; 2]. Оскільки єдиним методом лікування целиації та профілактики ускладнень є дотримання безглютенової дієти протягом усього

життя пацієнта, при виробництві хліба для цієї групи населення необхідним є використання борошна зі злаків, які з огляду на особливості хімічного складу не містять білків, що утворюють клейковину.

Наявні технології хлібобулочних виробів базуються в основному на використанні крохмалю різного ботанічного походження, кукурудзяному, рисовому і гречаному борошні. Відсутність структуроутворюючих білків у безглютеновій сировині зумовлює утворення тіста з незадовільними структурно-механічними характеристиками та,

як наслідок, готового хліба зі зниженими показниками якості [3; 4]. У зв'язку з цим актуальним завданням для науковців, фахівців хлібопекарської галузі та ресторанного господарства є покращення якості безглютенового хліба шляхом використання нових рецептурних компонентів, які відіграють роль регуляторів його структури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У Національному університеті харчових технологій (НУХТ) проведено дослідження, за результатами яких обґрунтовано доцільність використання в технології рисового хліба ферментів амілолітичної дії, а саме α -амілази та глюкоамілази [5]. Встановлено, що застосування ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна під час приготування тіста сприяє більш інтенсивному перебігу в ньому мікробіологічних процесів, що виявляється в активізації газо- та кислотонакопичення. Це зумовлено збільшенням у тісті кількості поживних для бродильної мікрофлори цукрів, які утворюються внаслідок гідролізу крохмалю борошна під дією α -амілази та глюкоамілази. Проте використання амілолітичних ферментів не дає змогу отримати хліб із високим питомим об'ємом та пористістю, що пов'язано з низькою газоутримувальною здатністю такого тіста, внаслідок чого вуглекислий газ, який утворюється під час бродіння, втрачається та не призводить до розпушення тістових заготовок.

Ефективним заходом покращення якості в технології безглютенових хлібобулочних виробів є використання поверхнево-активних речовин (ПАР), молекули яких мають дипольну будову, тобто містять гідрофільну та ліпофільну групи (ДАТЕМ, стеароїллактат натрію, дистильовані моногліцериди, лецитин) [6]. У тісті ПАР вступають у взаємодію із крохмальною фракцією борошна та жировими компонентами, утворюючи складні комплекси, що й зумовлює покращення структурно-механічних властивостей тіста і якості хліба. Зі зростанням тенденції до здорового харчування перспективним є використання лецитинів, які не тільки виконують роль ПАР, а й є цінним джерелом фосфоліпідів. Одним із напрямів дії лецитину є суттєвий вплив на покращення газоутримування в тісті та підвищення кількості адсорбційно зв'язаної вологи у хлібі [7]. Крім цього, на відміну від синтетичних ПАР, лецитин покращує бродильну здатність дріжджів завдяки його пластифікації і наявності холіну, який позитивно впливає на стан дріжджових клітин.

Попередніми дослідженнями, проведеними на кафедрі готельно-ресторанної справи НУХТ,

встановлено, що використання соняшникового знежиреного лецитину в кількості 1,0% до маси борошна в поєднанні з ферментативною модифікацією крохмалю рисового борошна в технології безглютенового хліба сприяє покращенню життєдіяльності бродильної мікрофлори тіста та підвищенню його газоутримувальної здатності, внаслідок чого готові вироби характеризуються покращеними показниками якості. З огляду на наявність гідрофобної групи у складі молекули лецитину, обґрунтовано доречність внесення ПАР у тісто сумісно з соняшниковою олією в кількості 3% до маси борошна [8].

З метою імітування клейковинного каркасу в разі приготування безглютенового тіста широкого застосування набувають гідроколоїди. Так, як структуроутворювачі використовують різні види натурального та модифікованого крохмалю (картопляний, кукурудзяний, тапіоковий тощо), мікробні полісахариди, модифіковану целюлозу (карбоксиметилцелюлозу і гідроксипропілметилцелюлозу, ксантанову і гуарову камеді [1; 9–11]. Харчові гідроколоїди беруть участь у формуванні структури безглютенових виробів та вважаються основними заміниками пшеничної клейковини. Завдяки підвищеній водопоглинальній здатності ці сполуки впливають на консистенцію безглютенового тіста, підвищуючи його газоутримувальну здатність, чим покращують здатність тістових заготовок утримувати форму у процесі вистоювання і випікання. У рецептурах безглютенових хлібобулочних виробів може бути використаний один або кілька гідроколоїдів у різному співвідношенні, що по-різному впливає на якість готової продукції [10].

З літературних джерел відомо, що більш ефективну дію на поліпшення якості безглютенового хліба мають похідні целюлози, завдяки їх кращому водопоглинанню та взаємодії з іншими полімерами та інгредієнтами в харчовій системі [11; 12]. Одним із таких гідроколоїдів є гідроксипропілметилцелюлоза (ГПМЦ), яку отримують шляхом хімічного зв'язування гідроксипропільних і метильних груп із целюлозним хребтом β -1,4-D-глюкану. Ця хімічна модифікація призводить до утворення водорозчинного полімеру з високою поверхневою активністю та унікальними властивостями щодо його гідратаційних характеристик як у розчині, так і під час зміни температури. ГПМЦ має високу водоутримувальну здатність та здатна значно підвищувати в'язкість харчової системи [12], що є позитивним чинником у процесі виробництва хлібобулочних виробів із безглютенової сировини.

Механізм впливу ГПМЦ на структурно-механічні властивості рисового тіста та якість готового хліба нині є вивченим недостатньо. Тому, зважаючи на гідратаційні та поверхневі властивості цього полімеру, доцільно встановити можливість покращення якісних характеристик тістових напівфабрикатів та готових виробів шляхом сумісного застосування ГПМЦ і поверхнево-активної речовини у поєднанні з ферментативною модифікацією крохмалю рисового борошна.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження можливості сумісного застосування ГПМЦ та соняшникового знежиреного лецитину з метою покращення структурно-механічних властивостей рисового тіста з ферментативною модифікацією крохмалю борошна та якості готових виробів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення гідролізу крохмалю рисового борошна застосовували ферменти амілолітичної дії, а саме грибку α -амілазу з амілолітичною активністю 5000 SKB/г, яка має оптимальні рН 4,7, температуру 37–40 °С (Mühlenchemie, Німеччина) та глюкоамілазу, активність якої становить 500 AMG/г, оптимальні рН 3,0–5,5, температура 40–64 °С (Німеччина). Проведення ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна, приготування тіста та випікання хліба здійснювали на основі рецептури, наведеної в роботі «Influence of fermentative modification of rice flour starch on bread quality for patients with celiac disease» [5]. Соняшковий знежирений лецитин (Науково-виробничий центр «Дніпротехнології», Україна) вносили в гідролізат перед замішуванням тіста в кількості 1,0% до маси борошна сумісно з соняшковою олією, після чого суміш диспергували.

ГПМЦ використовували Joincel MK40C (Китай) із заміщенням метоксил- і гідроксипропілоксігруп 19–24% та 4–12% відповідно, в'язкість водного розчину якої концентрацією 2% за температури 20 °С лежить у діапазоні 3000–5000 мПа*с.

З літературних джерел відомо, що рекомендованим дозуванням ГПМЦ у тісті є 0,5–2,0% до маси борошна [12; 14], яке залежить від виду основної сировини для виробництва хліба та наявності інших поліпшувачів. Для вивчення синергізму дії лецитину та ефіру целюлози на покращення структури рисового хліба ГПМЦ вносили в кількості 0,5%, 1,0% і 1,5% до маси борошна. Зважаючи на присутність у рецептурному складі досліджуваного хліба фосфоліпиду, дозування ГПМЦ в кількості 2,0% до маси борошна є технологічно недоцільним, оскільки, за даними попере-

дньо проведених пробних лабораторних випікань, призводить до надмірного ущільнення м'якучки виробів.

Гідрофільні властивості ефіри целюлози проявляють при будь-якому способі введення в тісто, однак найбільш повно – під час додавання їх у вигляді розчину. Процес замочування ГПМЦ у воді необхідний для максимального її набухання, а саме для найбільш повного проникнення молекул води в середовище величезних молекул целюлози. При цьому утворені водневі зв'язки між водою і карбоксильними групами полісахариду сприяють виникненню в колоїдній системі певної цілісної внутрішньої структури. Тому ГПМЦ попередньо з'єднували з водою та витримували протягом 50–60 хв.

Як контрольний зразок готували тісто з використанням ферментативної модифікації крохмалю борошна з лецитином та олією без додавання ГПМЦ. Тривалість дозрівання для всіх зразків становила 45 хв.

Для дослідження показників якості тіста (титрованої та активної кислотності, газоутворення, питомого об'єму тіста) та готових виробів (питомого об'єму хліба, пористості) використовували загальноприйняті методики [13]. Дослідження впливу ГПМЦ на зміну технологічних характеристик та якості хліба залежно від її дозування представлено у табл. 1.

Отримані дані свідчать про те, що у процесі бродіння в тісті із ГПМЦ відбувається незначне зниження інтенсивності кислотонакопичення, яке, вочевидь, пов'язане зі зменшенням активності молочнокислих бактерій та дріжджів-сахароміцетів у процесі дозрівання тістових напівфабрикатів. Так, внесення ГПМЦ у кількості 0,5–1,5% до маси борошна призводить до зменшення кількості виділеного діоксиду вуглецю на 1,9–3,8% щодо контролю. Вочевидь, колоїдний розчин ефіру целюлози обгортає тонкою плівкою дріжджові клітини, обмежуючи доступ до них поживних речовин.

Дослідження показників якості готових виробів показало, що їх питомий об'єм у разі внесення ГПМЦ у кількості 0,5% і 1,0% до маси борошна зростає на 33,0% та 37,1% відповідно порівняно з контролем. Пористість м'якучки при цьому покращується на 30,2% і 34,7% щодо контрольного зразка. Отримані результати пояснюються покращенням газоутримувальної здатності тіста, внаслідок чого, незважаючи на зменшення газоутворення в напівфабрикаті, втрати утвореного у процесі бродіння вуглекислого газу є незначними.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що збільшення дозування ГПМЦ вище 1,0% до маси борошна є неефективним, оскільки при цьому м'якушка виробів ущільнюється, має гірше розвинену пористість, хліб має менший питомий об'єм, а на його поверхні з'являються тріщини. Таким чином, раціональним дозуванням ГПМЦ у рисовому тісті із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна із внесенням ПАР є 1,0% до маси борошна.

У процесі подальших досліджень визначали вплив ГПМЦ при оптимальному дозуванні на

газоутримувальну здатність тіста з лецитином у поєднанні з ферментативною модифікацією крохмалю борошна, яку характеризували за зміною питомого об'єму напівфабрикатів у процесі дозрівання (рис. 1).

Зростання питомого об'єму тіста з ферментативною модифікацією крохмалю борошна при сумісному внесенні ГПМЦ і лецитину відбувається інтенсивніше порівняно з контрольним зразком без гідроколоїду. Це пояснюється високою водоутримувальною здатністю ГПМЦ, внаслідок чого знижується вміст вільної вологи в системі,

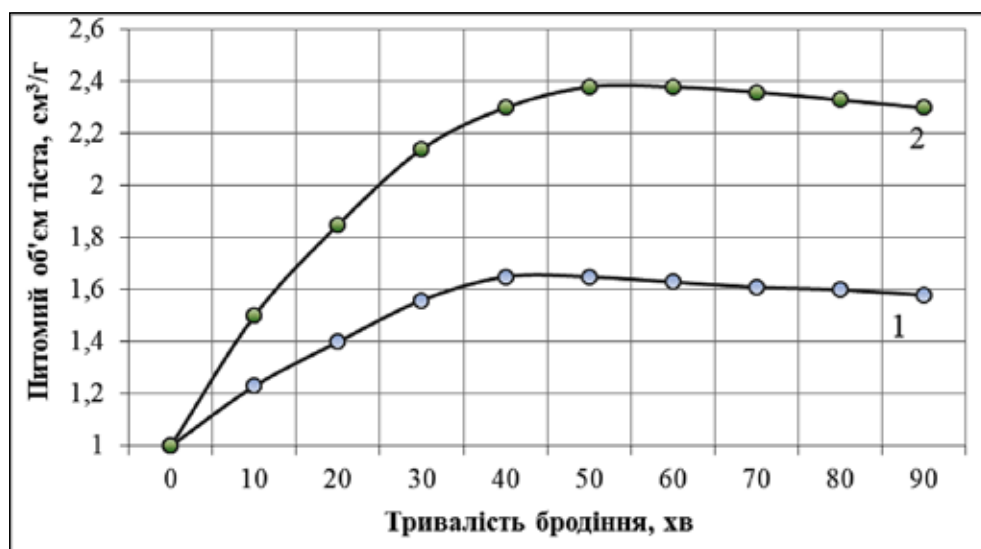


Рис. 1. Зміна питомого об'єму тіста у процесі бродіння: 1 – контроль (із ферментами, лецитином та олією), 2 – з ферментами, лецитином і ГПМЦ

Таблиця 1

Вплив ГПМЦ на властивості тіста і якість хліба з ферментативною модифікацією крохмалю борошна

Показники	Контроль (із ферментами, лецитином та олією)	З використанням ГПМЦ, % до маси борошна		
		0,5	1,0	1,5
<i>Тісто</i>				
Титрована кислотність, град.				
поч.	2,9	2,9	2,9	2,9
кінц.	3,6	3,5	3,5	3,4
Активна кислотність, од. пр.				
поч.	4,65	4,70	4,73	4,77
кінц.	3,78	3,81	3,85	3,88
Газоутворення (за 45 хв бродіння), см³/100 г тіста	422	414	410	406
Питомий об'єм (наприкінці бродіння), см³/г	1,65	2,45	2,38	2,29
<i>Хліб</i>				
Питомий об'єм, см³/г	1,97	2,62	2,70	2,58
Кислотність, град.	3,2	3,2	3,2	3,1
Пористість, %	51,5	67,1	69,4	66,7

тобто зменшуються прошарки міжміцелярної рідини поміж колоїдами тіста, що призводить утворення однорідного каркасу напівфабрикату, внаслідок чого покращуються його структурно-механічні властивості. Крім того, хімічна модифікація целюлози у процесі отримання ГПМЦ призводить до появи високої поверхневої активності цього полімеру, що дає йому змогу проявляти властивості як гідроколоїду, так і емульгатора в тістових напівфабрикатах.

Аналіз даних рис. 1 показує, що максимальний об'єм зразків тіста з додаванням лецитину та ГПМЦ досягається через 50 хв. бродіння та утримується протягом 15–20 хв., після чого набуває тенденції до зниження, тоді як у зразках із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна з лецитином без гідроколоїду максимальна тривалість утримання вуглекислого газу досягає не більше 60 хв.

Отже, аналіз отриманих результатів із визначення впливу досліджуваної сировини на зміну питомого об'єму рисового тіста під час бродіння показує, що сумісне внесення фосфоліпиду та ГПМЦ у поєднанні з ферментативною модифікацією крохмалю борошна справляє синергічну дію на газоутримувальну здатність тістових напівфабрикатів, що і зумовлює отримання готової продукції з доволі високим об'ємним виходом.

Використання електронної скануючої мікроскопії має значні переваги порівняно з іншими аналітичними методами, оскільки отримані дані забезпечують наявність чіткого фіксованого зображення, кожен фрагмент якого розглядається як комплексна інформація, яка доступна для подальшого вивчення та аналізу. Тому з метою більш ґрунтовного пояснення впливу ГПМЦ на

структурно-механічні властивості безглютенового тіста в подальших дослідженнях вивчали його мікроструктуру за допомогою електронного скануючого мікроскопу JSM-6060 LA зі збільшенням у 1000 разів (рис. 2).

Аналіз отриманих мікрофотографій показав, що додаткове використання ГПМЦ як регулятора структури тіста сприяє утворенню внаслідок взаємодії цієї сировини з основними його компонентами на поверхні гранул крохмалю та інших складників тістової системи полісахаридної плівки, яка відіграє скріплюючу роль. Проведені дослідження мікроструктури тіста із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю рисового борошна та внесенням запропонованої сировинної композиції підтверджує закономірності, отримані у процесі вивчення його газоутримувальної здатності.

Використання в технології безглютенового хліба ГПМЦ та лецитину в поєднанні з ферментативною модифікацією крохмалю рисового борошна сприяє змінам структурно-механічних властивостей тіста та готових виробів, а отже, буде зумовлювати відмінності у перебігу процесів, що відбуваються під час зберігання продукції. У зв'язку з цим вивчали зміну структурно-механічних властивостей м'якушки, які визначали за деформацією через 3 і 24 год. зберігання за допомогою автоматизованого пенетрометра АП 4/1, та її крихкуватість. Хліб зберігали без пакування за кімнатної температури (20 ± 2 °C) і порівняної вологості повітря 65–75%. Результати досліджень представлено в табл. 2.

Аналіз отриманих результатів показує, що хліб із додатковим внесенням модифікованої целюлози характеризується більш високими показниками деформації м'якушки порівняно з контр-

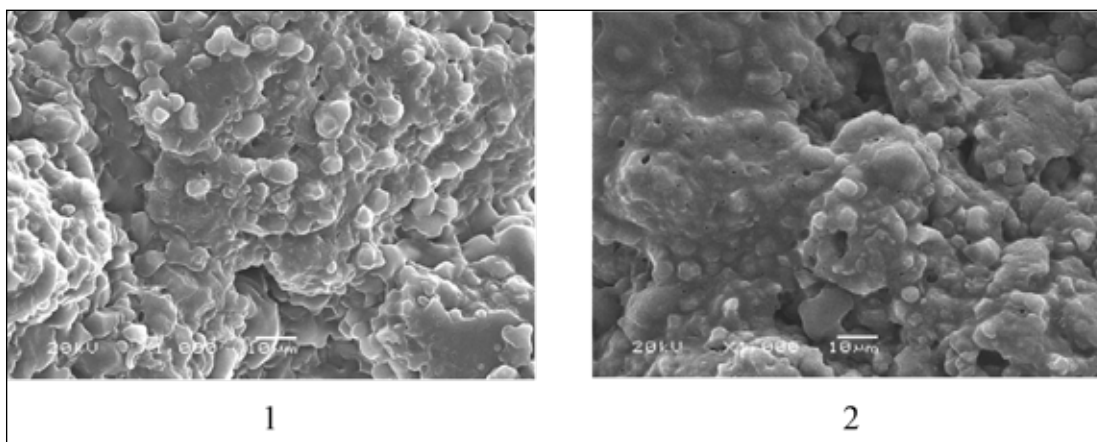


Рис. 2. Мікроструктура тіста: 1 – контроль (із ферментами і лецитином), 2 – з ферментами, лецитином і ГПМЦ

Таблиця 2

Зміна структурно-механічних властивостей м'якушки рисового хліба під час зберігання

Показник	Характеристики показників якості хліба	
	Контроль (із ферментами, лецитином та олією)	З ферментами, лецитином, олією і ГПМЦ
Крихкуватість, %		
через 3 год.	1,35	0,95
через 24 год.	2,50	1,70
Деформація м'якушки хліба, од. пенетрометра		
через 3 год.	72	84
через 24 год.	59	72

Таблиця 3

Кінетичні параметри дериватограм м'якушки рисового хліба

Зразки	Тривалість зберігання, год.	Масова частка вологи, % до загальної кількості		Втрати «зв'язаної» вологи, %
		«вільна»	«зв'язана»	
Контроль (із ферментами, лецитином та олією)	3	72,5	27,5	6,1
	24	74,2	25,8	
З ферментами, лецитином, олією і ГПМЦ	3	70,5	29,5	5,4
	24	72,1	27,9	

одем після випікання та через 24 год. на 16,7% і 22,0% відповідно. При цьому у процесі зберігання деформація м'якушки виробів із сумісним внесенням ГПМЦ і лецитину з олією знижувалася меншою мірою, ніж у контрольному зразку. Отримана закономірність спостерігається і під час дослідження крихкуватості м'якушки дослідного зразку хліба у процесі зберігання, яка зростає менш інтенсивно порівняно з контролем, що свідчить про краще збереження свіжості.

Як відомо, у процесі зберігання хліба відбувається перерозподіл зв'язаної та вільної вологи в м'якушці виробів, завдяки чому система набуває нового рівноважного стану. При цьому за зміною співвідношення «вільної» та «зв'язаної» води під час зберігання хліба можна встановити ступінь його черствіння. Зокрема, чим більший вміст міцно зв'язаної вологи в готових виробках, тим довший термін їх зберігання.

Зміну співвідношення «вільної» і «зв'язаної» вологи визначали термогравіметричним методом на дериватографі Q-1500 в діапазоні температур 20–250 °С через 3 і 24 год. після випікання. Результати розшифрування дериватограм для досліджуваних зразків хліба подано у табл. 3.

За розрахованими даними встановлено, що використання в технології рисового хліба лецитину і ГПМЦ у поєднанні із ферментативним гідролізом крохмалю борошна сприяє підвищенню початкового вмісту «зв'язаної» вологи на 7,3% порівняно з контролем, а також подаль-

шому зниженню її втрат під час зберігання. Так, через 24 год. після випікання вміст більш міцно «зв'язаної» вологи у зразку з додатковим внесенням ГПМЦ був на 8,1% вищим, ніж у контролі, а її втрати – на 11,5% меншими відповідно, що призводить до подовження терміну збереження свіжості м'якушки хліба. Це пов'язано з особливостями взаємодії досліджуваної сировини в тістових системах та готових виробках. У разі внесення у рецептуру хліба ГПМЦ, яка є водоутримувальним агентом, цей гідроколоїд утворює тривимірну сітку, що перешкоджає міграції вологи в навколишнє середовище та гальмує ретроградацію крохмалю. Ймовірно, сповільненню черствіння готових виробів може також сприяти можливе комплексоутворення між полярною групою лецитину та амілозою крохмалю рисового борошна.

Висновки. У результаті проведених експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність сумісного використання лецитину і ГПМЦ у технології рисового хліба із застосуванням ферментативної модифікації крохмалю борошна. Встановлено, що дозування ГПМЦ у кількості 1,0% до маси борошна сприяє покращенню структурно-механічних властивостей тіста з лецитином із попередньо проведеним ферментативним гідролізом та здійснює позитивний вплив на пористість та питомий об'єм готового хліба. Крім цього, використання цього ефіру целюлози в технології безглютенового хліба дає змогу подовжити термін збереження свіжості.

Список літератури:

1. Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M. [et al.] Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*. 2007. № 79. P. 1033–1047.
2. Houben A., Hochstotter A., Becker T. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *Eur Food Res Technol*. 2012. № 235. P. 195–208.
3. Korus J., Witzczak M., Ziobro R., Lesław Juszczak L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*. 2009. № 23. P. 988–995.
4. Sciarini L.S., Ribotta P.D., León A.E., Pérez G.T. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*. 2012. № 111. P. 590–597.
5. Medvid I., Shydlovska O., Dotsenko V. Influence of fermentative modification of rice starch on bread quality for patients with celiac disease. *Ukrainian Food Journal*. 2017. Vol. 6. Issue 4. P. 632–647.
6. Purhagen J.K., Sjöo M.E., Eliasson A.Ch. The anti-staling effect of pre-gelatinized flour and emulsifier in gluten-free bread. *Eur Food Res Technol*. 2012. № 235. P. 265–276.
7. Полодюк В.С., Арсеньєва Л.Ю., Доценко В.Ф. Ефективність використання лецитину в хлібпеченні. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2004. № 15. С. 35–38.
8. Dotsenko V., Medvid I., Shydlovska O., Ishchenko T. Studying the possibility of using enzymes, lecithin, and albumen in the technology of gluten-free bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 1/11 (97). P. 42–51.
9. Грищенко А.М., Удворгелі Л.І., Михонік Л.А., Ковалевська Є.І. Дослідження структурно-механічних властивостей безбілкового тіста з камедями гуару і ксантану. *Харчова наука і технологія*. 2010. № 1 (10). С. 63–65.
10. Дробот В.І., Михонік Л.А., Грищенко А.М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба із суміші рисового та кукурудзяного борошна. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23, № 6. С. 169–175.
11. Писарець О.П., Бела Н.І., Гетьман І.А., Семенова А.Б. Доцільність застосування псилліуму у якості структуроутворювача в технології безглютенових хлібобулочних виробів. *Продовольчі ресурси*. 2018. Вип. 10. С. 232–236.
12. José R. Kobylański, Oscar E. Pérez, Ana M.R. Pilosof. Thermal transitions of gluten-free doughs as affected by water, egg white and hydroxypropylmethylcellulose. *Thermochimica Acta*. 2004. № 411. P. 81–89.
13. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник / за ред. чл.-кор. НААН В.І. Дробот. Київ : Кондор-Видавництво, 2015. 972 с.
14. Anna-Sophie Hager, Elke K. Arend. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*. 2013. № 32. P. 195–203.

Medvid I.M., Shydlovska O.B., Dotsenko V.F. THE RESEARCH OF HYDROCOLLOIDS INFLUENCE ON STRUCTURAL MECHANICAL DOUGH PROPERTIES AND QUALITY OF GLUTEN FREE BREAD

The article considers the needs of search for new ways to improve the quality of gluten-free bread for the people suffering from celiac disease. The use of hydrocolloids have been offered as one of the ways to resolve this issue. The efficiency of the combined use of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) and low-fat lecithin in the production of rice bread using the enzymatic modification of starch flour has been proved.

The regularities of cellulose ether influence on the properties of the dough and qualitative characteristics of rice bread with enzymes and lecithin have been determined. It was found out that introduction of HPMC in the amount of 1.0% to the mass of the rice flour into the dough with phospholipids in the combination with enzymatic modification of flour starch leads to the increase of specific volume and porosity of ready-made product.

According to the results of determination of the change in the specific volume of the dough in the process of fermentation, it was found the the increase of quality of gluten-free bread with the introduction of HPMC and low-fat lecithin is associated with the increase of gas-retaining capacity of dough semi-finished products. The research of dough microstructure confirmed the improvement of structural mechanical properties of semi-finished products with the introduction of cellulose ether and surfactant.

The positive influence of the use of HPMC in the rice bread technology on elastic properties of product's crumb is determined. It has been established, that the introduction of lecithin and HPMC in the production of rice bread with the use of electrolysis of flour starch leads to the increase of the general deformation of the crumb and reduce its fragility. The decrease of intensity of change of these indicators in the process is determined. According to the results of thermogravimetric studies, it has been established that with the joint use as regulators of the structure of HPMC and lecithin, in combination with enzymatic modification of starch flour, the redistribution of the ratio of free and bound moisture to the rice bread pulp is carried out. The determined regularities help to predict the prolongation of the storage period of freshness of ready-made products.

Key-words: celiac disease, gluten-free bread, rice flour, enzymatic modification, surfactant, lecithin, hydrocolloids, hydroxypropylmethylcellulose.