

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ТІСТА З КЛІТКОВИНОЮ ГОРОХУ

Т.А. Сильчук, кандидат технічних наук, доцент*
E-mail: tsilchuk@mail.ru
М.І. Назар, аспірант*
Т.С. Карпенко, магістрант*
E-mail: tania.karpenko.1993@gmail.com
В.Ф. Доценко, доктор технічних наук, професор*
В.В. Цирульнікова, канд. техн. наук, доцент*
* Кафедра молекулярної та авангардної гастрономії
Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601

Анотація. Актуальним, на сьогодні, є вирішення питання пошуку шляхів збагачення хлібобулочних виробів харчовими волокнами, з метою надання їм оздоровчих та функціональних властивостей. Перспективною сировиною при виробництві житньо-пшеничного хліба є клітковина гороху. Досліджено структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста з клітковиною гороху, а саме: вплив добавки на в'язко-пластичні та пружно-еластичні властивості напівфабрикату. Наведено основні реологічні показники тістових заготовок. Встановлено, що при заміні пшеничного борошна клітковиною гороху в кількості 3–7%, в'язкість тістового напівфабрикату покращується. Добавка має високу водопоглинальну здатність. Тому, додавання її у житньо-пшеничне тісто в невеликій кількості призведе до збільшення водопоглинальної здатності напівфабрикату та виходу готових виробів. Завдяки високій дисперсності та значному вмісту харчових волокон у гороховій клітковині, вона є перспективною сировиною для збагачення хлібобулочних виробів. При виробництві житньо-пшеничного хліба, внесення клітковини гороху в тісто дозволяє покращити його структурно-механічні властивості, шляхом зменшення розливання напівфабрикату та підвищення його ефективної в'язкості. При правильно підібраній технології це дозволяє отримати готові вироби належної якості, збагачені харчовими волокнами.

Ключові слова: житньо-пшеничний хліб, клітковина гороху, реологічні властивості тіста.

Аннотация. Актуальным, на сегодняшний день, является решение вопроса о поиске путей обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами, с целью придания изделиям оздоровительных и функциональных свойств. Перспективным сырьем при производстве ржано-пшеничного хлеба является клетчатка гороха. Исследовано структурно-механические свойства ржано-пшеничного теста с гороховой клетчаткой, а именно: влияние добавки на вязко-пластичные и упруго-эластичные свойства полуфабриката. Приведены основные реологические показатели тестовых заготовок. Установлено, что при замене пшеничной муки клетчаткой гороха в количестве 3-7%, вязкость тестового полуфабриката улучшается. Добавка имеет высокую водопоглотительную способность. Поэтому, добавление ее в ржано-пшеничное тесто в небольшом количестве приведет к увеличению водопоглотительной способности полуфабриката и выхода готовых изделий. Благодаря высокой дисперсности и значительному содержанию пищевых волокон в гороховой клетчатке, она является перспективным сырьем для обогащения хлебобулочных изделий. При производстве ржано-пшеничного хлеба, внесение клетчатки гороха в тесто позволяет улучшить его структурно-механические свойства, путем уменьшения расплывания полуфабриката и повышения его эффективной вязкости. При правильно подобранной технологии это позволяет получить готовые изделия надлежащего качества, обогащенные пищевыми волокнами.

Ключевые слова: ржано-пшеничный хлеб, клетчатка гороха, реологические свойства теста.

Вступ

Важливою проблемою людства на сьогодні є використання висококалорійних рафінованих харчових продуктів, які характеризуються незбалансованістю хімічного складу та недостатньою кількістю в них харчових волокон. В останні роки, в усьому світі спеціалісти з харчування приділяють особливу увагу дослідженню харчових волокон, які містяться в усіх рослинних продуктах.

Постановка проблеми

Харчові волокна не засвоюються організмом

людини і проходять через травний тракт, практично не змінюючись. Тому їх довгий час вважали баластом, від якого намагалися позбутися. Сторіччями виробники борошна вдосконалювали технологію його отримання. Тому в борошні вищого сорту майже немає харчових волокон [1-3].

У результаті використання рафінованих харчових продуктів, які звільнені від більшості корисних харчових речовин, особливо на фоні незначного фізичного навантаження, відбувається зниження опору організму негативному впливу навколишнього середовища і прогресивне зростання низки захворювань, які носять глобальний характер і отримали загальну назву

«хвороби цивілізації». У зв'язку з цим, харчові волокна входять до переліку основних фізіологічно-функціональних інгредієнтів, які використовують для створення продуктів функціонального призначення [4].

Огляд літератури

Згідно визначення, даного в 1986 році Trowell та Burgill, які є одними з найперших дослідників харчових волокон, «харчове волокно – це залишки рослинних клітин, які здатні протистояти гідролізу, що здійснюється травними ферментами людини» [5-6].

Технічним комітетом Американської асоціації хіміків-зерновиків в 2000 році було прийняте наступне визначення харчових волокон: «Харчове волокно – це істинні частини рослин або аналогічні вуглеводи, стійкі до перетравлення і адсорбції в тонкому кишківнику людини, що повністю або частково ферментуються в товстому кишківнику». Харчові волокна включають полісахариди, олігосахариди, лігнін і асоційовані рослинні речовини. Харчові волокна проявляють позитивний фізіологічний ефект, і/або зменшення вмісту холестерину і/або глюкози в крові [7].

Харчові волокна виводять з організму людини метаболіти та забруднювачі їжі, регулюють фізіологічні та біохімічні процеси в органах травлення, а також частково забезпечують організм енергією. За даними Департаменту по харчуванню і їжі при Академії наук США встановлена фізіологічна добова потреба організму дорослої людини в харчових волокнах складає від 25 до 38 г [7], в Україні – від 25 до 30 г. Проте, насправді, рівень споживання баластних речовин (харчових волокон) у світі значно нижчий за оптимальний.

За рахунок зростання дефіциту харчових волокон у раціонах харчування населення, виникає необхідність пошуку нових джерел баластних речовин. Одним з перспективних способів розв'язання даної проблеми є використання горохової клітковини для збагачення харчовими волокнами продуктів щоденного споживання, до яких належить хліб та хлібобулочні вироби.

Відомо, що житнє борошно, у порівнянні з пшеничним, має більше незамінних амінокислот: лізину і треоніну, які необхідні для росту, а також більше макро- та мікроелементів: марганцю, цинку, заліза, магнію та калію. Крім того, воно містить харчові волокна. Споживання житнього хліба сприяє зниженню холестерину в крові, покращенню обміну речовин і роботи серця, а також виведенню з організму важких металів та радіонуклідів [8]. Тому перспективним напрямком у розробці функціональних хлібобулочних виробів є збагачення саме житніх та житньо-пшеничних сортів хліба.

На сьогоднішній день, для збагачення

хлібобулочних виробів, відомим є використання концентратів харчових волокон, а саме: яблучного (ЯКХВ), вівсяного (ВКХВ), бурякового (БКХВ) [9]. Як джерело харчових волокон використовують також порошок зі столового буряку, концентрати ізольованих пшеничних і вівсяних волокон, цитрусові харчові волокна, гарбузову клітковину та ін. [3,8,10,11].

При збагаченні хлібобулочних виробів клітковиною з насіння гарбуза (КНГ) спостерігається, що тісто з КНГ більш в'язке, менше розпливається, гірше утримує CO₂, який виділяється при бродінні, що в свою чергу впливає на зменшення об'єму такого тіста, порівняно з контрольним зразком без добавки [11].

У разі збільшення дозування в житнє тісто порошку зі столового буряку, основна частина харчових волокон якого представлена пектином, водопоглинальна здатність тіста, тривалість утворення напівфабрикату та його стабільність, збільшується. Окрім того, при внесенні порошку зі столового буряку, тривалість бродіння житнього тіста зменшується, у порівнянні зі зразком без добавки [8].

Науковцями встановлено, що у випадку використання БКХВ, ВКХВ знижується рівень газоутворення та погіршується газотримувальна здатність тістових заготовок, порівняно з тістом без добавок. Це зумовлює зниження питомого об'єму тіста, а також призводить до зменшення пористості та зниження питомого об'єму готового виробу. Внесення ЯКХВ сприяє інтенсифікації газоутворення, порівняно з контрольним зразком, проте питомий об'єм тіста і хліба з ЯКХВ менше, ніж у хліба без добавок [9].

Основна частина

Метою роботи було дослідження доцільності використання клітковини гороху у виробництві житньо-пшеничного хліба для надання виробам оздоровчих та функціональних властивостей.

Нами проведені дослідження щодо використання горохової клітковини в технології приготування житньо-пшеничного хліба. Особливістю даної клітковини є високий ступінь подрібнення (розмір часточок основної фракції становить 200 мкм) та високий вміст харчових волокон в порівнянні з пшеничними висівками. Дослідження вмісту харчових волокон у гороховій клітковині свідчать, що загальний вміст харчових волокон у ній на 34,7% більше, ніж у пшеничних висівках (табл. 1).

Таблиця 1 – Загальний вміст харчових волокон у клітковині гороху (КГ), % СР

Складові	Висівки пшеничні	Клітковина гороху
Харчові волокна, % СР	26,9	61,6
в т.ч. целюлоза	10,3	20,3

Підвищений вміст харчових волокон у клітковині гороху, в порівнянні з пшеничними висівками, дозволяє зменшити її дозування до рецептури хліба, з забезпеченням рекомендованої добової норми споживання баластних речовин у виробках функціонального призначення.

Завдяки високій дисперсності горохової клітковини, вироби збагачені нею можуть споживати люди, які мають гострі захворювання шлунково-кишкового тракту, оскільки виключається можливість подразнення слизової тканини, внаслідок механічної дії харчових волокон. Хліб з гороховою клітковиною може бути призначений для профілактики захворювань, які пов'язані з порушенням роботи ендокринної системи, органів травлення, системи кровообігу.

Під час проведених досліджень встановлено, що від вмісту харчових волокон (та від співвідношення окремих фракцій) значною мірою залежать реологічні характеристики тіста. Нами вивчався вплив горохової клітковини на структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста. Аналізували вплив клітковини гороху на питомий об'єм, розпливання тіста та його ефективну в'язкість.

Готували чотири зразки тіста з масовою часткою вологи 48 %: контрольний – без добавок, та з заміною пшеничного борошна на горохову клітковину у кількості 3 %, 5 %, 7 %.

Результати проведених досліджень свідчать, що внесення горохової клітковини сприяє зменшенню показників розпливання (табл. 2) та зменшенню питомого об'єму тіста (рис. 1), зі збільшенням кількості внесеної добавки.

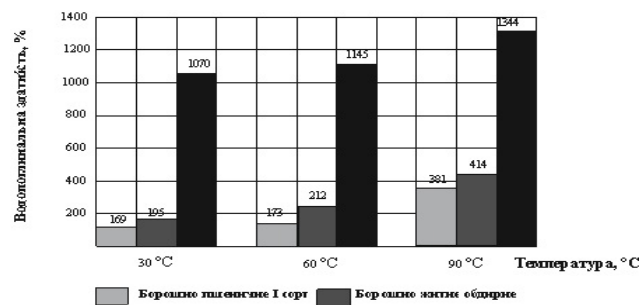


Рис.1. Водопоглинальна здатність пшеничного, житнього борошна та горохової клітковини

Для більш повного аналізу реологічних характеристик тіста визначали ефективну в'язкість, яка відображає складність процесу течії системи під дією зовнішніх сил. На ротатійному віскозиметрі Реотест-2 досліджували модельні тістові заготовки вологістю 65 % при температурі

Таблиця 2 – Вплив клітковини гороху на розпливання кульки житньо-пшеничного тіста, мм

Тривалість бродіння, год.	Контроль (без добавок)	Клітковина гороху, % до маси борошна		
		3	5	7
0	45	45	45	45
1	67,5	54	55	55
2	79	63	63	62
3	87	68,4	66	62

За три години бродіння тіста з 3 %, 5 %, 7 % клітковини гороху розпливання зразків зменшується на 21, 24, 29 % відповідно, у порівнянні з контрольним зразком тіста без добавок (табл. 2). Це можна пояснити високою водопоглинальною здатністю клітковини [12].

Водопоглинальна здатність горохової клітковини (рис. 1) при температурах 30 °C і 60 °C, у 6 разів більше, ніж у пшеничного борошна і приблизно у 5,5 разів більше житнього борошна. При збільшенні температури до 90 °C, водопоглинальна здатність клітковини більша за борошно у 3,2 – 3,5 рази. Додавання невеликої кількості горохової клітковини призведе до значного збільшення водопоглинальної здатності тіста, що, в свою чергу, збільшить вихід хліба.

Дослідження зміни питомого об'єму тіста показали (рис. 2), що протягом перших 60 хвилин бродіння, значення питомого об'єму тіста у зразку з заміною 3% борошна на клітковину гороху, було дещо більшим від контрольного зразку без добавок. Після 90 хвилин бродіння тіста, зі збільшенням кількості внесеної добавки, питомий об'єм тіста зменшується. Тобто, при додаванні у рецептуру тіста горохової клітковини можливе зменшення тривалості бродіння тістових заготовок.

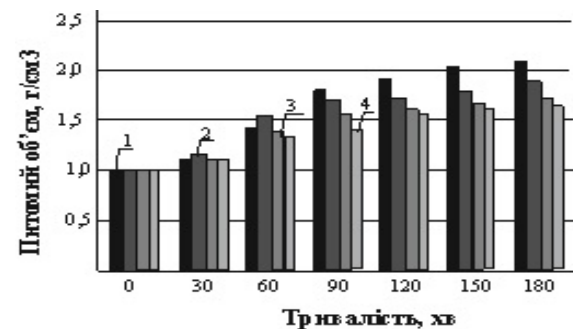


Рис.2. Зміна питомого об'єму тіста з гороховою клітковиною: 1 – контрольний зразок (без добавок), 2 – заміна 3% борошна КГ, 3 – заміна 5% борошна КГ, 4 – заміна 7% борошна КГ

20 °C та швидкості зсуву від 1,0 с⁻¹ до 437,4 с⁻¹. За результатами експерименту будували графічні залежності ефективної в'язкості від напруги зсуву $\eta = f(\tau)$, (рис. 3).

Внесення в рецептуру клітковини гороху призводить до підвищення ефективної в'язкості

тіста, зі збільшенням дозування харчових волокон у напівфабрикат. Додавання 7 % клітковини гороху підвищує в'язкість тіста на 56 %, порівняно з контролем. Після бродіння тіста, його ефективна в'язкість у зразках з добавками також більша за контрольний дослід. Очевидно, що висока гідрофільність складових полісахаридного комплексу клітковини гороху, сила зв'язку її з

молекулами води є пріоритетними факторами у формуванні консистенції тіста, порівняно з інтенсивністю гідролітичних процесів, що відбуваються під час дозрівання тіста, внаслідок дії власних ферментів борошна. Окрім цього, слід зазначити, що система повертається в свій початковий стан у всіх зразках тіста.

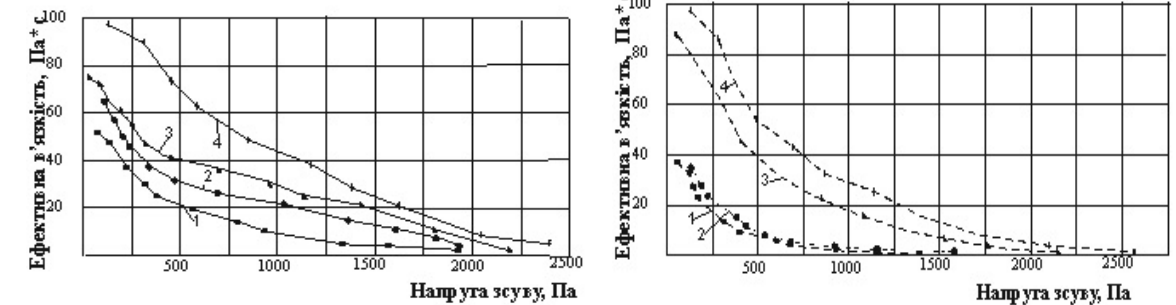


Рис.3. Залежність ефективної в'язкості тіста від напруги зсуву після змісу тіста (а) та після бродіння (б): 1 – контрольний зразок, 2 – заміна 3% КГ, 3 – заміна 5% КГ, 4 – заміна 7% КГ

Апробація результатів досліджень

На кафедрі молекулярної та авангардної гастрономії Національного університету харчових технологій було проведено дегустацію житньо-пшеничного хліба з гороховою клітковиною, за результатами якої всі зразки хліба отримали високу органолептичну оцінку. Результати роботи апробовані і підтверджені у виробничих умовах закладу ресторанного господарства ТОВ «АККО Інтернешнл», м. Київ.

Список літератури:

- Скальный, А. В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А. В. Скальный [и др.]. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – С. 56–57.
- Гайдым, И.Л. Вторичные продукты переработки зерна тритикале как источники биологически активных веществ / И. Л. Гайдым, И. И. Таболич, В. А. Красильников, С. М. Бутрим // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – №2(4). – с.42-47.
- Рик Томас, Обогащение хлеба концентратом изолированных пшеничных и овсяных волокон / Томас Рик, Юрген Зиг // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2011. – №9. – с.30-32.
- Касабова К.Р., Характеристика новых джерел харчових волокон для збагачення борошняних кондитерських виробів /К.Р.Касабова, О.В.Самохвалова, С.Г. Олійник // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №6/11(66). – С.8-13.
- Ильина О.А., Цыганова Т.Б. Пищевые волокна в производстве хлебобулочных изделий для функционального питания // Материалы 3-й Междунар.конф. «Современное хлебопечение-2003» - М. МПА,1-4 дек. 2003 г., М.: Пищепромиздат, 2003. С.78-82.
- Игнатова Л.Г. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон / Л.Г. Игнатова, А.А. Кочеткова, О.Г. Шубина, Т.А. Духу и др. // Пищевые ингредиенты и добавки. – 2004. – № 1. – С. 14–17.
- Steigman A. All Dietary Fiber is fundamentally functional // Cereal foods world. 2003. Vol.48, 3.p. 128-132
- Родичева Н.В., Технология ржаного хлеба с использованием порошка из столовой свеклы / Н.В. Родичева, В.Я. Черных, Н.Ю. Быкова, А.С. Кроха // Хранение и переработка с/х сырья. – 2012. – №8. – с.53-55
- Арсеньева, Л.Ю. Теоретичні та практичні аспекти використання тонкодиспергованих концентратів харчових волокон у технології житньо-пшеничного хліба / Л.Ю. Арсеньєва, О.В. Борисенко, В.Ф. Доценко // Наукові праці НУХТ. – 2008. – №25. – С.115-119.
- Куликова, О.А. О взаимодействии пищевых волокон с белками хлеба / О.А. Куликова, Е.К. Байгарин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. - №4. – с.34-36.
- Дробот, В.І. Збагачення діабетичних хлебобулочних виробів клітковиною з гарбуза / В. Дробот, Н. Дідик, Ю. Приходько // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2014. - №1. – с.5-6.

Висновок

Завдяки високій дисперсності та значному вмісту харчових волокон у гороховій клітковиці, вона є перспективною сировиною для збагачення виробів харчовими волокнами. Внесення клітковини гороху в тісто при виробництві житньо-пшеничного хліба дозволяє покращити його структурно-механічні властивості шляхом зменшення розпливання тіста та підвищення його ефективної в'язкості. При правильно підібраній технології це дозволяє отримати готові вироби належної якості, збагачені харчовими волокнами.