

**Мирослав КРИВОРУЧКО,
Нінель ФОРОСТЯНА**

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПШЕНИЧНОГО ТІСТА З КОКОСОВОЮ КЛІТКОВИНОЮ

Досліджено вплив кокосової клітковини на формування структури модельних тістових напівфабрикатів з пшеничного борошна 1-го татунку. Висунуто припущення, що концентрація добавки від 3 до 5 % маси борошна є оптимальною, оскільки реологічні властивості досліджених зразків наближені до контролю.

Ключові слова: кокосова клітковина, фаринограма, реологічні властивості, консистенція, стійкість, розрідження.

Криворучко М., Форостяна Н. Реологические свойства пшеничного теста с кокосовой клетчаткой. Исследовано влияние кокосовой клетчатки на формирование структуры модельных тестовых полуфабрикатов из пшеничной муки 1-го сорта. Выдвинуто предположение, что концентрация добавки от 3 до 5 % от массы муки является оптимальной, поскольку реологические свойства исследованных образцов приближены к контролю.

Ключевые слова: кокосовая клетчатка, фаринограмма, реологические свойства, консистенция, устойчивость, разжижение.

Постановка проблеми. Негативна тенденція щодо порушення збалансованості харчового раціону населення України, яка намітилася в останні роки, вимагає від виробників і науковців галузі впровадження інноваційних технологій харчової продукції функціональ-

ного призначення. Розроблені вироби повинні володіти не тільки підвищеною біологічною цінністю, а й високими органолептичними властивостями, що сприятиме зростанню обсягів їх продажу та максимальному задоволенню потреб споживачів.

Борошняні кондитерські вироби (БКВ) традиційно користуються великим попитом серед населення, оскільки значною мірою забезпечують покриття добових енерговитрат людини. Суттєву частку в структурі виробництва та споживання БКВ займають пряничні вироби, що обумовлено використанням рецептурних інгредієнтів із вираженими смаковими властивостями – меду, патоки, карамелізованого цукру [1]. Перспективним шляхом поліпшення якості виробів із пряничного тіста є застосування біологічно активної сировини рослинного походження, збагаченої мінерними речовинами. Вирішенню питань, охоплених цією науковою проблемою, присвячено праці О. М. Кирпіченкової [2], І. М. Безуглої [3], К. В. Хвостенко [4], В. В. Дорохович [5].

На ринку України в широкому асортименті представлено харчову клітковину (шрот) – вторинний продукт переробки олійних культур, отриманий екстрагуванням олії з рослинного матеріалу рідким гексаном. Багатий на есенційні речовини (амінокислоти, макро- й мікроелементи, біофлавоноїди, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна) хімічний склад шротів обумовлює доцільність їх використання в лікувально-профілактичному та дієтичному харчуванні. Численні наукові публікації останніх років висвітлюють результати досліджень хімічного й фракційного складу шротів, їх впливу на структуру та якість тіста, борошняної кондитерської та хлібобулочної продукції. Зокрема, вони знайшли відображення в роботах О. В. Самохвалової [6], Т. А. Сильчук [7], В. І. Дробот [8], Я. О. Бачинської [9].

Разом з тим, унаслідок постійного оновлення на ринку товарних пропозицій шротів деякі з них залишаються поза увагою науковців. Перспективним є дослідження кокосової клітковини – знежиреного залишку м'якоті кокосового горіха [10]. Добавка вважається гіпоалергенним продуктом, тому може застосовуватися як у здоровому харчуванні, так і при алергічних проявах. Вона містить у 4 рази більше харчових волокон, ніж соевий шрот, і в 5 разів менше вуглеводів порівняно зі шротом зародків пшениці, а характерний солодкий смак уможливило її використання як натурального підсолоджувача [11].

Огляд фахової літератури засвідчив відсутність наукових даних стосовно властивостей харчових систем, збагачених кокосовою клітковиною. Ми висунули припущення, що додавання її як добавки зможе виявити тенденцію зміни структурно-механічних показників тістових напівфабрикатів, що уможливить розробити рекомендації до її подальшого використання в технології пряничних виробів.

Мета роботи – визначення реологічних властивостей пшеничного тіста з використанням кокосової клітковини.

Матеріали та методи. Для досліджень обрано рослинну сировину – кокосову клітковину та борошно пшеничне першого гатунку (далі – борошно), передбачене рецептурами 99 і 100 [1; 12]. Вибір сорту борошна пояснюється властивостями його клейковини – вона відноситься до II і III груп якості й не призводить до надмірного ущільнення структури пряничного напівфабрикату. Кокосову клітковину додано в концентраціях 3, 5 і 7 % від маси борошна з відповідним позначенням варіантів досліду тістових напівфабрикатів – *F-3*, *F-5* і *F-7*.

Контролем слугувало тісто без кокосової клітковини.

Реологічні властивості тіста досліджено на фаринографі *Bra-bender* (Німеччина) за загальноприйнятою методикою [13]. Одиничні показники якості визначено розшифруванням фаринограм, представлених кривими.

Результати досліджень. Досліджено водопоглинальну здатність борошна, час гомогенізації та утворення, консистенцію, стійкість, розрідження і балову оцінку тіста, які впливають саме на реологічні властивості та якість тістових напівфабрикатів (рис. 1–4).

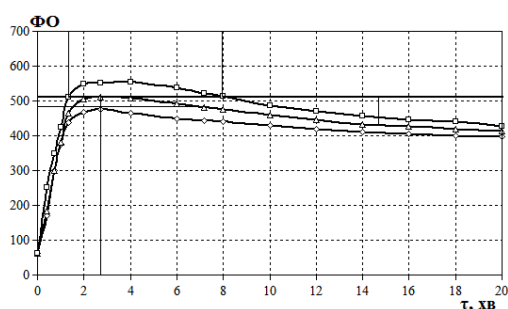


Рис. 1. Фаринограма тіста з борошна пшеничного (контроль)

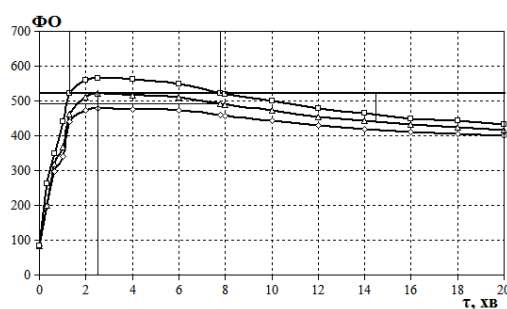


Рис. 2. Фаринограма тіста зразка *F-3*

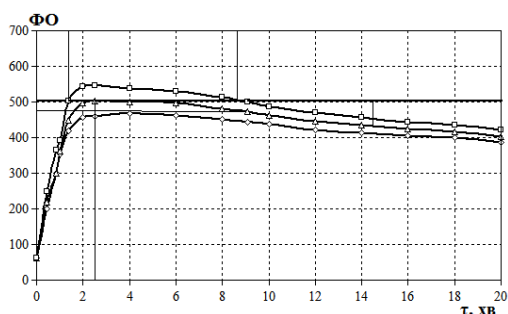


Рис. 3. Фаринограма тіста зразка *F-5*

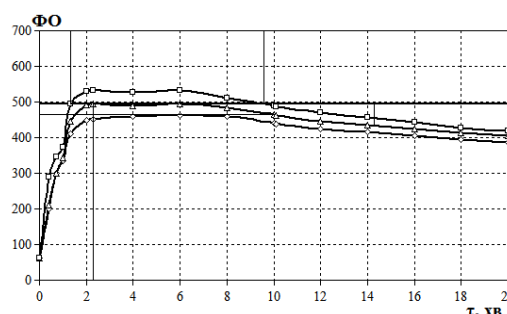


Рис. 4. Фаринограма тіста зразка *F-7*

Водопоглинальна здатність (ВПЗ) – це кількість води, що утримується борошном у момент досягнення тістом в'язкості 500 фаринограм-одиниць (ФО). Для зразків *F-3*, *F-5* і *F-7* вона становить 62.8, 63.3 і 65.1 г на 100 г води, що відповідно на 1.6, 2.4 і 5.3 % вище відносно контролю (61.8 г на 100 г води). Отримані значення

узгоджуються з проведеними нами дослідженнями, за якими гідратаційна здатність кокосової клітковини при повному обводненні в 4.6 раза перевищує показник борошна ($123.2 \pm 11.5 \%$) і становить $564.5 \pm 26.5 \%$. Це явище обумовлено будовою основного компонента добавки – целюлози. Лінійна орієнтація її макромолекул і щільне прилягання одна до одної забезпечують утворення розвиненої капілярно-пористої структури, насиченої гідроксильними групами, які утримують диполі води численними водневими зв'язками [14].

Час гомогенізації – період від початку замішування тіста до рівномірного розподілу води між біополімерами борошна. Він фіксується на графіку як момент розходження середньої та нижньої кривих і позначає різке зниження опору, який чинить тісто на лопаті мішалки фаринографа. Значення показника контрольного та дослідних зразків суттєво не відрізняється і в середньому становить 1.1 ± 0.1 хв, що відповідає в'язкості тістових напівфабрикатів 400 ± 19 ФО. Наведені значення свідчать про незначний вплив кокосової клітковини на початковий етап формування структури тіста.

Час утворення – період від початку замішування тіста до набуття ним максимальної в'язкості, протягом якого середня крива досягає найвищого значення. Виявлено, що для зразків *F-3* і *F-5* показник становить 2.5 хв, *F-7* – 2.3 хв, що на 7.4 і 14.8 % менше порівняно з традиційним тістом (2.7 хв). Очевидно, фібрили целюлози, рівномірно розподілені між гліадиною та глютеніною фракціями, конкурують із останніми за зв'язування води. Це інтенсифікує появу зв'язків між їх функціональними групами й прискорює утворення пружно-еластичної структури клейковини.

Консистенція – стан агрегативної стійкості тістового напівфабрикату, за якого він володіє максимальною в'язкістю [15], що відображається на фаринограмі піком середньої кривої. Для зразка *F-3* значення консистенції на 2.0 % вище відносно контролю (512 ФО) та становить 522 ФО, *F-5* і *F-7* – відповідно на 2.0 та 3.3 % нижче (502 і 495 ФО). За нашим припущенням, внесення 5–7 % кокосової клітковини від маси борошна підвищує в тісті вміст ОН-груп целюлози, що обумовлює появу додаткових водневих зв'язків. Вони менш стійкі за ковалентні зв'язки (пептидні, дисульфідні), які превалюють у структурі клейковинного каркасу, – тому спричиняють незначне послаблення консистенції тіста.

Стійкість – час збереження тістом максимальної в'язкості, який відповідає відрізку верхньої кривої, що розташований вище рівня консистенції. З'ясовано, що значення показника для зразків *F-5*, *F-7* на 10.6 і 24.2 % більше порівняно з контролем (6.6 хв) і відповідно становить 7.3 і 8.2 хв, а для *F-3* – на 3.0 % менше (6.4 хв). Імовірно, посилення впливу гідроксильних груп у тістових напівфабрикатах за концентрації кокосової клітковини 5 і 7 % від маси борошна обу-

мовлює утворення нестійких білково-полісахаридних комплексів, здатних утримувати воду протягом тривалішого часу, що є нехарактерним при вмісті добавки 3 % і нижче.

Розрідження – величина зниження в'язкості тістового напівфабрикату, яка відображається на фаринограмі різницею між піком середньої кривої та значенням, виміряним через 12 хв від моменту її падіння. При розрідженні біохімічні процеси в тісті незначною мірою превалюють над колоїдними, що призводить до часткового гідролітичного розпаду клейковинних білків і їх переходу в рідку фазу під дією протеолітичних ферментів. Для контрольного зразка розрідження становить 81 ФО, зразка *F-3* – на 3.7 % вище (84 ФО), *F-5* і *F-7* – на 12.3 і 22.2 % нижче (71 та 63 ФО відповідно). Порівняння числових величин уможливило встановити, що розрідження та стійкість тіста взаємопов'язані, оскільки між ними існує майже лінійна обернено пропорційна залежність.

Балова оцінка якості – інтегральний безрозмірний показник, що дорівнює 10-кратному добутку часового значення лінійного відрізка, розташованого над нижньою кривою. Положення його правого кінця відносно часової осі позначає початок суттєвого розрідження тіста, при якому паралельно розміщені верхня і нижня криві стрімко зближуються відносно середньої. Показник для дослідних зразків зростає з підвищенням вмісту кокосової клітковини та відповідно становить 78, 91 і 101, що на 8.3, 26.4 та 40.3 % більше порівняно з контролем (72).

Узагальнення отриманих даних засвідчило складність взаємодії колоїдів борошна з макромолекулами кокосової клітковини, що виявляється у двобічній зміні окремих показників якості дослідних зразків відносно традиційного тіста. Зокрема, консистенція і розрідження тіста при вмісті добавки 3 % зростають, 5 і 7 % – знижуються, значення стійкості за аналогічних умов змінюється у протилежний бік. У той же час підвищення концентрації кокосової клітковини у визначених межах приводить до постійного підвищення ВПЗ борошна і балової оцінки якості тіста та зменшення часу його утворення.

Висновки. Внесення добавки кокосової клітковини в невисоких концентраціях у цілому чинить позитивний вплив на структуру тістового напівфабрикату.

На основі співставлення значень показників якості контрольного й дослідних напівфабрикатів зроблено попередній висновок, що оптимальною концентрацією кокосової клітковини в тістовому напівфабрикаті є 3–5 % від маси борошна. Разом з тим таке припущення вимагає уточнення та проведення додаткових досліджень, зокрема теплофізичних, які допоможуть розкрити її вплив на зміну структури нутрієнтів борошна при випіканні прямих виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. СПб. : ПРОФИКС, 2006. 296 с.
2. Кирніченкова О. М. Використання пектиновмісних овочевих пюре для покращення якості пряників та здобного печива : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів". НУХТ. Київ, 2014. 21 с.
3. Безуглая И. Н. Разработка технологии и рецептур пряников, обогащенных фитодобавками : автореф. дис. ... техн. наук: спец. 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства". Кубанский гос. технол. ун-т. Краснодар, 2007. 24 с.
4. Хвостенко К. В. Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів на основі борошна з ваксі-пшениці : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів". Одеська нац. академія харчових технологій. Одеса, 2015. 23 с.
5. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.16 "Технологія продуктів харчування". Київ. держ. торг.-екон. ун-т. Київ, 2000. 19 с.
6. Касабова К. Р., Самохвалова О. В, Олійник С. Г. Характеристика нових джерел харчових волокон для збагачення борошняних кондитерських виробів. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2013. Т. 6. № 11. Технології та обладнання харчових виробництв. С. 8—13.
7. Сильчук Т. А., Назар М. І., Карпенко Т. С. та ін. Структурно-механічні властивості житньо-пшеничного тіста з клітковиною горох. Харчова наука і технологія. Розділ : Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини. 2015. № 2. С. 86—89.
8. Дробот В. І., Іжевська О. П., Бондаренко Ю. В. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба. Зернові продукти і комбікорми. 2015. № 1. С. 42—45.
9. Бачинська Я. О., Непчатих Т. А. Формування споживних властивостей галетного печива за допомогою математичного моделювання. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. Харків, 2012. Вип. 1. С. 328—335.
10. Висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи на відповідність ТУ У 15.4-2681119397-001:2011 "Олії рослинні сирі та шроти. Технічні умови" вимогам діючого санітарного законодавства України. [Чинний від 2011—12—22]. Чернівці : ДП "Науково-дослідний інститут медико-екологічних проблем". 1 с.
11. Інтернет-магазин екологічних продуктів "ECOSHOP". URL : <http://www.ecoshop.org.ua/kokosovaya-muka-ecoliya-200/> (дата звернення: 02.06.2016).
12. ГСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 1999. 9 с.
13. ГОСТ ISO 5530-1-2013. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Ч. 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа. М. : Стандартиформ, 2014. 11 с.

14. Недуха О. М. Клітинна оболонка рослин і фактори середовища. Київ : Альтерпрес, 2015. 289 с.
15. Лисюк Г. М., Самохвалова О. В., Кучерук З. І. та ін. Технологія борошнених кондитерських і хлібобулочних виробів : навч. посіб. ; за ред. Г. М. Лисюк. Харків : ХДУХТ, 2007. 412 с.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2016.

Kryvoruchko M., Forostyana N. Rheological properties of flour dough with coconut fiber.

Background. The promising way of improving the quality of honey cakes is the usage of biologically active materials of herb origin enriched with micronutrients. The Ukrainian market is presenting a wide range of dietary fibers – secondary products of oilseeds processing, obtained by seed oil extraction with liquid hexane. The research of coconut fiber (a skim coconut flesh residue) seems scientifically grounded, as it contains 4 times more cellulose and 5 times less carbohydrates as compared to soy and wheat-germ fibers, respectively [10; 11].

The aim of the research is to identify rheological properties of wheat dough using coconut fiber.

Material and methods. As the studied herb materials, coconut fiber and 1st grade wheat flour were used according to the recipes 99 and 100 [1; 12]. *The coconut fiber* concentration was 3, 5 and 7 % to the dough weight, semi prepared dough was assigned with codes – *F-3, F-5 and F-7*, respectively.

Dough without coconut fiber was a control sample.

Dough rheology was analyzed on *Brabender* farinograph by common method [13]. The ordinary quality indexes were scored by decoding farinograms plotted as the curves.

Results. Homogenization time of the reference and researched samples is almost the same and averages 1.1 ± 0.1 min, which corresponds to dough viscosity index 400 ± 19 FU. It has been defined that dough development time of *F-3* and *F-5* samples is 2.5 min, *F-7* sample – 2.3 min, which is by 7.4 i 14.8 % less compared to the reference. While consistency index of *F-3* sample is higher by 2.0 % in comparison with traditionally made dough, but *F-5* and *F-7* samples is by 2.0 and 3.3 % lower respectively. It has been found that dough stability time of *F-5* and *F-7* samples is more by 10.6 and 24.2 % compared with the reference (6.6 min) and reaches 7.3 and 8.2 min, respectively, whereas *F-3* index is 3.0 less (6.4 min). Farinograph quality number has shown constant growth with increase of *the fiber* content by 8.3, 26.4 and 40.3 higher in comparison with the reference.

Conclusion. Adding little concentration of coconut fiber supplement has in general a positive impact on the dough semi product structure.

Based on the comparison of quality indexes of the reference and researched semi prepared samples, an initial conclusion regarding optimal *fiber* concentration in semi prepared dough as 3–5 of flour weight, has been made.

Keywords: coconut fiber, farinogramme, rheological properties, consistency, stability, softening.

REFERENCES

1. Pavlov A. V. Sbornik receptur muchnyh konditerskih i bulochnyh izdelij. SPb. : PROFIKS, 2006. 296 s.
2. Kyrpichenkova O. M. Vykorystannja pektynovmisnyh ovochevyh pjure dlja pokrashennja jakosti prjanykiv ta zdobnogo pechyva : avtoref. dys. ... kand.

- tehn. nauk: spec. 05.18.01 "Tehnologija hlibopekars'kyh produktiv, kondyters'kyh vyrobiv ta harchovyh koncentrativ". NUHT. Kyi'v, 2014. 21 s.
3. *Bezuglaja I. N.* Razrabotka tehnologii i receptur prjanikov, oboga-shhennyh fitodobavkami : avtoref. dis. ... tehn. nauk: spec. 05.18.01 "Tehnologija obrabotki, hranenija i pererabotki zlakovyh, bobovyh kul'tur, krupjanyh produktov, plodoovoshhnoj produkcii i vinogra-darstva". Kubanskij gos. tehnol. un-t. Krasnodar, 2007. 24 s.
 4. *Hvostenko K. V.* Udoskonalennja tehnologii' boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv na osnovi boroshna z vaksi-pshenyци : avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.18.01 "Tehnologija hlibopekars'kyh produktiv, kondy-ters'kyh vyrobiv ta harchovyh koncentrativ". Odes'ka nac. akademija harchovyh tehnologij. Odesa, 2015. 23 s.
 5. *Dorohovyh V. V.* Rozrobka racional'nyh tehnologij diabetychnyh boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv na osnovi fruktozy : avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: spec. 05.18.16 "Tehnologija produktiv harchuvannja". Kyi'v. derzh. torg.-ekon. un-t. Kyi'v, 2000. 19 s.
 6. *Kasabova K. R., Samohvalova O. V., Olijnyk S. G.* Harakterystyka novyh dzherel harchovyh volokon dlja zbagachennja boroshnjanyh kondyters'kyh vyrobiv. Shidno-Jevropejs'kyj zhurnalпередovyh tehnologij. 2013. T. 6. № 11. Tehnologii' ta obladdannja harchovyh vyrobnyctv. S. 8—13.
 7. *Syl'chuk T. A., Nazar M. I., Karpenko T. S.* ta in. Strukturno-mehanichni vlastyivosti zhytn'o-pshenychnogo tista z klitkovynoju goroh. Harchova nauka i tehnologija. Rozdil : Himija harchovyh produktiv i materialiv. Novi vydy syrovyny. 2015. № 2. S. 86—89.
 8. *Drobot V. I., Izhevs'ka O. P., Bondarenko Ju. V.* Doslidzhennja vplyvu shrotu l'onu na jakist' hliba. Zernovi produkty i kombikormy. 2015. № 1. S. 42—45.
 9. *Bachyns'ka Ja. O., Nepochatyh T. A.* Formuvannja spozhyvnyh vlastyvostej galetnogo pechyva za dopomogoj matematicynogo modeljuvannja. Progresyvni tehnika ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv restorannogo gospo-darstva i torgivli : zb. nauk. pr. HDUHT. Harkiv, 2012. Vyp. 1. S. 328—335.
 10. *Vysnovok derzhavnoi' sanitarno-gigijenichnoi' ekspertyzy na vidpovidnist' TU U 15.4-2681119397-001:2011 "Olii' roslynni syri ta shroty. Tehnichni umovy" vymogam dijuchoho sanitarnogo zakonodavstva Ukrai'ny.* [Chynnyj vid 2011—12—22]. Chernivci : DP "Naukovo-doslidnyj instytut medyko-ekologichnyh problem". 1 s.
 11. *Internet-magazyn ekologichnyh produktiv "ECOSHOP".* URL : <http://www.ecoshop.org.ua/kokosovaya-muka-ecoliya-200/> (data zvernennja: 02.06.2016).
 12. GSTU 46.004–99. Boroshno pshenychno. Tehnichni umovy. Kyi'v : Derzh-spozhyvstandart Ukrai'ny, 1999. 9 s.
 13. GOST ISO 5530-1–2013. Muka pshenichnaja. Fizicheskie harakteristiki testa. Ch. 1. Opredelenie vodopogloshhenija i reologicheskikh svojstv s primeneniem farinografa. M. : Standartinform, 2014. 11 s.
 14. *Neduha O. M.* Klitynna obolonka roslyn i faktory seredovyshha. Kyi'v : Al'terpres, 2015. 289 s.
 15. *Lysjuk G. M., Samohvalova O. V., Kucheruk Z. I.* ta in. Tehnologija boroshnjanyh kondyters'kyh i hlibobulochnykh vyrobiv : navch. posib. ; za red. G. M. Lysjuk. Harkiv : HDUHT, 2007. 412 s.