

УДК 641.56:582.661.21

ДОСЛІДЖЕННЯ ІОНЗВ'ЯЗУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ БІЛКІВ РИСОВОГО ТІСТА ЗА НАЯВНОСТІ ПОЛІПШУВАЧІВ

Н.О. Боровікова, О.М. Шаніна, Т.В. Гавриш

Наведено важливі аспекти стану комплексу білків та протеїназ у борошняному тісті, що має велике значення для розуміння можливих способів контролю за структурою безглютенового тіста. Досліджено здатність білків рисового борошна, з додаванням добавок підсахаридної та білкової дії, до утворення іонових зв'язків.. Отримані результати спрямовані на покращення структурно-механічних властивостей безглютенового дріжджового тіста та хліба.

Ключові слова: pH, желатин, агар, рисове борошно.

STUDY OF THE ION-BINDING CAPACITY OF RICE DOUGH PROTEINS IN THE PRESENCE OF IMPROVERS

N. Borovikova, O. Shanina, T. Gavrish

Hydrophobic interactions between nonpolar groups of protein molecules play a major role in the formation of the protein framework. These interactions contribute to the folding of protein chains and the formation of a structure.

Oxidation-reduction reactions also play a significant role in creating the structural framework of the dough. During mixing of the dough in an air atmosphere, sulfhydryl groups are oxidized by oxygen, which leads to the formation of disulfide bonds. This process strengthens the protein structure, increases its elasticity and strength.

Dough is a complex system with various rheological properties, which can manifest as properties of an elastic body and a viscous liquid, depending on the conditions. These properties include viscosity, elasticity, plasticity, relaxation and depend on such factors as the amount of deformation and its nature, flour strength, dough moisture, dough processing temperature, formulation and properties of the starting materials.

Changing the pH of the environment also affects the structural interactions in the dough. A decrease in the pH level leads to a decrease in structural interaction forces, while an increase in the pH level can lead to an increase in these forces. Experimental studies have shown that the use of gelatin and agar significantly affects the buffering properties of flour. During the first stage of acid titration, it was noticed that the character of the curved water-flour suspensions differs in the stage of initial titration in the pH range up to 5 after the addition of gelatin and agar. These data testify in favor of a possible change in the surface charge of protein molecules.

Addition of gelatin (0.5% to flour) changes the buffer capacity of suspensions. The decrease in the pH value after the addition of gelatin indicates that the test sample is the most capable of binding H⁺ ions, so the decrease in the pH of the system occurs more slowly. For example, the rate of decrease in pH when adding 4 ml of acid during titration is: for rice flour - 0.319 units/ml (control sample), 0.108 units/ml (with the addition of gelatin without flour), 0.312 units/ml (with the addition gelatin and flour); 0.254 (with the addition of agar without flour), 0.306 (with the addition of agar and flour).

Key words: pH, gelatin, agar, rice flour.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В останні роки стала дуже актуальною проблема непереносимості білка, який міститься в злакових культурах, відомого як глютен. Спостерігається зростаюча кількість людей, які страждають від целиакії або алергії на глютен. Ці захворювання є небезпечними через те, що глютен міститься не лише в продуктах, таких як хліб, макаронні вироби та крупи, а й у багатьох інших продуктах, таких як соуси, напої, м'ясні напівфабрикати, кондитерські вироби та інше. На жаль, на сьогоднішній день немає ліків для целиакії. Людям, які страждають на цю хворобу, необхідно постійно дотримуватися безглютенової дієти.

На сьогоднішній день популяризація безглютенового харчування стимулює виробників продуктів щоденного споживання до використання альтернативних видів борошна. Ця тенденція дозволяє максимально використовувати потенціал круп'яних культур, зокрема рису, кукурудзи, гречки, сорго та інших. Вона сприяє розширенню асортименту вітчизняних безглютенових продуктів, надаючи виробникам можливість більш повно використовувати виробничі ресурси, а споживачам - отримувати продукти високої якості за доступними цінами.

В Україні вже розроблено широкий асортимент безглютенової продукції, яка включає хлібобулочні, макаронні, кондитерські вироби, харчові концентрати та продукти дитячого харчування. Проте, існують дві основні проблеми, які залишаються невирішеними. По-перше, це досягнення структури продуктів, що не поступається виробам з пшеничного борошна. Це важливо для задоволення вимог споживачів до якості і текстури продуктів. По-друге, важливо підвищити харчову цінність безглютенових продуктів, забезпечивши їх відповідними поживними речовинами та вітамінами. Розв'язання цих проблем дозволить ринку безглютенових продуктів подальше розвиток та задоволення потреб споживачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За класичними рецептурами безглютенового хліба найчастіше використовують

борошно рисове, кукурудзяне або їх комбінації у різних пропорціях. Ці види борошна віддають перевагу завдяки високому вмісту крохмалю та нейтральному смаковому профілю. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів в Україні, проведене науковцями Львівської політехніки, підтвердило, що головними напрямками у впровадженні інновацій на вітчизняних підприємствах є виробництво хліба з рисового та кукурудзяного борошна [1]. Продукти з рису мають низку переваг, включаючи повноцінний амінокислотний склад, легкоусвоювані вуглеводи, гіпоалергенність, а також вони запобігають синерезису (відділення рідини від гелю) і мають властивості відбілювання [2]. У виробництві кондитерських і макаронних виробів, продуктів дієтичного та дитячого харчування часто використовують рисову крупу і побічні продукти її виробництва, такі як рисову муку, рисове борошно та рисовий крохмаль [3, 4].

Рисове борошно володіє широким спектром природних мікроелементів, вітамінів і мінеральних речовин, що робить його вельми корисним у харчуванні. Однією з ключових особливостей рисового борошна є його високий вміст крохмалю (понад 80%), який легко перетравлюється та засвоюється організмом. Відмінною рисою цього продукту є також низький вміст клітковини (0,4-0,5%) і моно- та дисахаридів (0,4-0,5%) [5].

Встановлено, що рисове борошно має титровану кислотність на рівні 2,2 градуси. Це значення обумовлене його хімічним складом. Під час виробництва рисового борошна видаляються оболонки та зародок рису, тому борошно містить обмежену кількість органічних кислот, що відображається у значенні рН (5,65-5,7 одиниць за приладом).

На сьогодні використання продуктів переробки рису у безглютенових виробках має досить широкий досвід. Співвідношення вітамінів, мікроелементів та крохмалю надає дієтичному продукту корисні властивості. Розроблено рецептури безглютенового хліба, мафінів, хрустких хлібців, печива, бісквітів, макаронних виробів і т.д. [18]. Основні напрями використання рисового борошна у цих продуктах включають розробку сумішей крохмалів з рисовим борошном у різних пропорціях, використання ферментних препаратів, застосування структуроутворювачів полісахаридної та білкової природи та інше.

Мета статті – встановлення можливих взаємодій між рисовою борошняною сировиною та різними структуроутворювачами за допомогою титриметричного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найінформативнішим методом для визначення кількості зв'язаних іонів Н⁺ та ОН⁻ є потенціометричне титрування, яке ґрунтується на буферній

здатності білків. Взаємодія досліджуваних добавок з буферними розчинами може бути визначена за неспівпаданням кривих, отриманих експериментальним та теоретичним шляхом.

Дослідженню піддавали водно- борошняні суспензії на основі рисового борошна з желатином та агаром харчовими та їх сумішшю.

Для титрування водно-борошняних суспензій використовували лабораторний рН-метр та магнітну мішалку.

Кількість зв'язаних іонів водню та гідроксильних груп 1 %-вої водно-борошняної суспензії визначали стандартним методом потенціометричного титрування [6].

Експериментальними дослідженнями встановлено, що застосування желатину та агару помітно змінює буферні властивості борошна. На першому етапі титрування здійснювали кислотою. На рис. 1 та 2 наведено результати титрування на прикладі водно-борошняних суспензій з додаванням желатину та агару на основі рисового борошна. Три з чотирьох кривих отримано експериментально, четверту – розрахунковим шляхом. Встановлено, що хід кривих водно-борошняних суспензій не співпадає на етапі початкового титрування в інтервалі рН до 5 (за додавання желатину та агару). Такі дані свідчать на підтвердження можливої зміни поверхневого заряду білкових молекул.

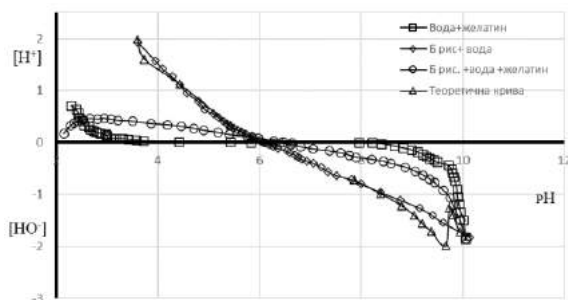


Рис. 1. Кількість зв'язаних іонів H^+ та OH^- за різної величини рН середовища при додаванні желатину

Додавання желатину до суспензії (0,5% до борошна) призводить до зміни буферної ємності, що проявляється у зниженні значень рН. Це свідчить про здатність досліджуваного зразка зв'язувати іони H^+ та уповільнювати процес зниження рН. Наприклад, темп зниження рН під час титрування для різних випадків складає: 0,319 од./мл для рисового борошна (контрольний зразок), 0,108 од./мл з додаванням желатину без борошна, 0,312 од./мл з додаванням желатину та борошна, 0,254 од./мл

з додаванням агару без борошна та 0,306 од./мл з додаванням агару та борошна. На рис. 3 представлені результати титрування водно-борошняних суспензій з сумісним використанням структуроутворювачів

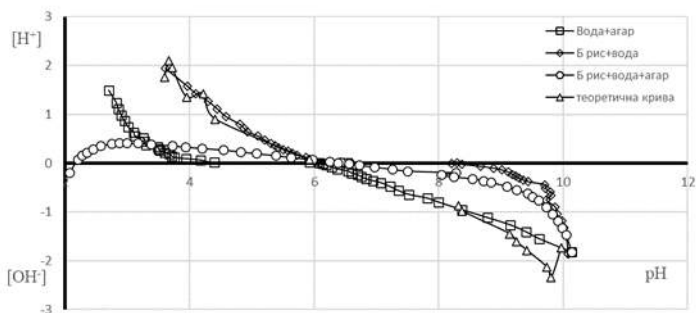


Рис. 2. Кількість зв'язаних іонів H^+ та OH^- за різної величини рН середовища при додаванні агару

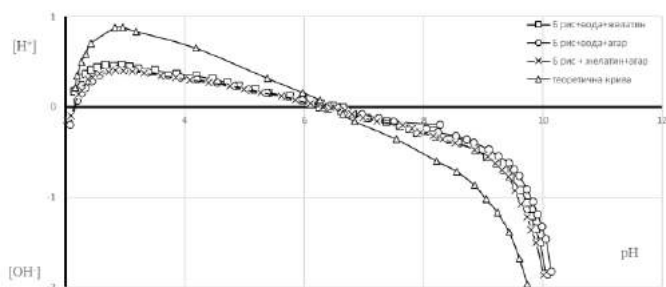


Рис. 3. Кількість зв'язаних іонів H^+ та OH^- за різної величини рН середовища при сумісному використанні структуроутворювачів

Аналіз кривих дослідження кількісно підтверджує, що зв'язування іонів водню желатину та агару є неадитивним. Це явно вказує на взаємодію між полісахаридами та білками у водному розчині під час процесу титрування.

Висновки. Експериментальні дослідження показали, що додавання желатину та агару впливає на поведінку водно-борошняних суспензій, особливо на етапі початкового титрування в діапазоні рН 5. Виявлено, що ці зміни можуть бути пов'язані зі зміною поверхневого заряду білкових молекул. Додавання добавок до суспензії призводить до зміни буферної ємності, що виявляється у зниженні значень рН. Це

свідчить про здатність досліджуваних зразків зв'язувати іони H^+ та уповільнювати процес зниження рН. Результати титрування підтверджують ці зміни та вказують на значний вплив структуроутворювачів на буферні властивості борошна.

Список джерел інформації / References

1. Кузьо Н.Є., Косар Н.С., Пагута М.Г. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів України та обґрунтування товарних інновацій виробників на ньому / Н.Є. Кузьо, Н.С. Косар, М.Г. Пагута // Економіка і суспільство. – 2017. – Вип. 12. – с. 284-291.

Kuz'o N.Ye., Kosar N.S., Pahuta M.H. Doslidzhennya rinku khliba ta khlibobulochnikh virobiv Ukrayini ta obruntuvannya tovarnikh innovatsiy virobnykiv na n'omu / N.Ye. Kuz'o, N.S. Kosar, M.H. Pahuta // Ekonomika i suspil'stvo. – 2017. – Vip. 12. – s. 284-291.

2. Дзюндзя, О., & Звагольська, К. (2021). Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (1), 22-29. <https://doi.org/10.32851/tvn-tech.2021.1.4>

Dzyundzja, O., Zvahal's'ka, K. (2021). Analiz netraditsiyanoi boroshnyanoi sirovini dlya virobnytstva khlibobulochnikh virobiv. Tavriys'kiy naukoviy visnik. Seriya: Tekhnichni nauki, (1), 22-29.

3. Ковальчук І.О., Грищенко О.В. Оцінка якості вторинних продуктів переробки зерна рису та їхнє застосування в харчовій промисловості. Вісник Національного університету харчових технологій. Том 24, Випуск 3, 2019 рік, сторінки 38-45.

Koval'chuk I.O., Hritsenko O.V. Otsinka yakosti vtorinnikh produktiv pererobki zerna risu ta yikhnye zastosuvannya v kharchoviy promislovosti. Visnik Natsional'noho universitetu kharchovikh tekhnolohiy. Tom 24, Vipusk 3, 2019 rik, storinki 38-45.

4. Navaratna S.B. Technology of rice bread making / S.B. Navaratna. – Nugegoda: University of Sri Jayewardenepura, 2015. – 30 p.

5. Кулініч В. І. Рисове борошно – перспективна сировина для безглютенних продуктів / В. І. Кулініч, А. В. Гавриш, В. Ф. Доценко // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. - 2013. - Вип. 44(1). - С. 175-178.

Kulinich V. I. Ry'sove boroshno – perspektyvna syrovyna dlya bezglyutenovy`x produktiv / V. I. Kulinich, A. V. Gavry'sh, V. F. Docenko // Naukovi pracj [Odes'koyi nacional'noyi akademiyi xarchovy`x tekhnologij]. - 2013. - Vy`p. 44(1). - S. 175-178.

6. О. М. Сафонова, "Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини", дис. докт. наук, НУХТ, Київ, 2007.

O. M. Safonova, "Naukove obruntuvannya ta rozroblennya tekhnolohiy boroshnyanikh konditers'kikh i khlibopekars'kikh produktiv z vikoristannjam netraditsiyanoi boroshnyanoi sirovini", dis. dokt. nauk, NUKhT, Kiyiv, 2007.

Боровікова Наталія Олексіївна, ст. викладач, кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет. e-mail: nuklon@ukr.net.

Borovikova Natalia, Art. Lecturer, Department of Bakery and Confectionery Technology, State Biotechnological University. e-mail: nuklon@ukr.net.

Шаніна Ольга Миколаївна, докт. техн. наук., професор, кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет. e-mail: o.shanina.ua@gmail.com.

Shanina Olha, dr. technical Science, professor, department of bakery and confectionery technology, State Biotechnology University. e-mail: o.shanina.ua@gmail.com.

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрою технології хлібопродуктів і кондитерських виробів. e-mail: gavrishtanya@ukr.net.

Gavrish Tatyana, Ph.D. technical of Sciences, associate professor, head department of technology of bread products and confectionery products. e-mail: gavrishtanya@ukr.net.

УДК 664.664:[634.51:631.576.4]

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТИНОК ВОЛОСЬКОГО ГОРІХУ В ТЕХНОЛОГІЇ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

О.Г. Шидакова-Каменюка, А.Л. Рогова, І.В. Чоні

Представлено результати досліджень можливості використання вторинної сировини, що накопичується під час переробки волоських горіхів (перетинок) у технології булочних виробів. Рекомендоване дозування подрібнених горіхових перетинок становить 2,5 та 5% від маси готового продукту. Вміст йоду в таких виробих складає 85,1 та 170,1 мкг/100г, також вони характеризуються меншою калорійністю і вищим вмістом клітковини.

Ключові слова: безвідходне виробництво, вторинна сировина, булочні вироби, горіхові перетинки, волоській горіх, збагачення йодом.