

- вих, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів» [Текст] / А.В. Шаран / Національний ун-т харчових технологій. – К.: НУХТ, – 2004. – 19 с.
7. Сімахіна Г.О. Використання високомінералізованої зернової сировини у вирішенні проблеми мікроелементної нестачі [Текст] / Г.О. Сімахіна, Т.І. Миколів // Наукові праці Національного ун-ту харчових технологій. – К.: НУХТ, 2009. – № 28. – С. 10–13.
  8. ТУ У 14.4-34161267-001:2007. Сіль морська натуральна харчова.
  9. Шнейдер Т. Зернові макаронні вироби з пророслого диспергованого збіжжя [Текст] / Т. Шнейдер, Є. Петрова // Зерно і хліб. – 2003. – №1. – С. 39.

УДК664.65:664.644.5

## ВОЛОГОУТРИМУВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ БОРОШНЯНОГО ТІСТА З ДОДАВАННЯМ ФЕРМЕНТУ ТРАНСГЛЮТАМІНАЗА

Шаніна О.М., д-р техн. наук, професор, <sup>1</sup>Лобачова Н.Л., аспірант, Зверєв В.О., аспірант  
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка  
<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет

*Додавання ферменту трансглютаміназа в тісто на основі безглютенового борошна (зокрема, з кукурудзяного борошна або кукурудзяно-рисової суміші) посилює вологоутримувальну здатність тіста. Це дозволяє прогнозувати зниження кількісних втрат під час випікання безглютенового хліба. У пшеничному тісті з трансглютаміназою швидкість видалення вологи зростає, що матиме позитивний ефект під час сушіння макаронних виробів.*

*Addition the transglutaminase enzyme to gluten-free dough from flour (such as corn flour or corn-rice mixture) increased the water-retaining capacity of the dough. This allows to predict the quantitative reduction of losses during baking gluten-free bread. In the dough from wheat flour with transglutaminase moisture removal rate increased. It will have a positive effect during drying of pasta.*

Ключові слова: безглютенове борошно, трансглютаміназа, борошняне тісто, вологоутримувальна здатність

Вода є важливим рецептурним компонентом і невід'ємливою складовою частиною практично всіх продуктів, що входять у рецептури хлібобулочних і макаронних виробів. Залежно від виду продукту вміст вільної та зв'язаної вологи в ньому помітно коливається. Причини зв'язування вологи у складних системах різні. Найбільш міцно вода зв'язана хімічними гідратами, у моношарі біля гідрофільних груп неводного компонента, а також вода полімолекулярної адсорбції (мультишарова). Меншою мірою з'ясовано структуру та поведінку води макромолекулярної матриці, яка відіграє важливу роль у багатьох технологічних процесах.

Крім того, вода значною мірою визначає структуру тіста й готової продукції внаслідок взаємодії з білковими речовинами, полісахаридами борошна та іншими компонентами. Гідрофільні речовини борошна взаємодіють з водою шляхом іон-дипольного механізму, викликаючи зміни у структурі води, її рухливості. Водночас відбуваються зміни у структурі та реакційній здатності власне гідрофільних речовин. Утворення в ланцюгах макромолекул біополімерів борошна певних зон зв'язування з водою зумовлюється низькою активністю води або неприступністю окремих ділянок макромолекул для дії диполів води.

Кількісні зміни вмісту води мають велике значення для консистенції харчових продуктів, що є дуже важливим чинником з погляду споживача. Проте, виробники відчують наслідки протікання цього процесу також із технологічної точки зору (в разі прискорення або гальмування процесу термообробки виробів) та з економічної (з урахуванням виходу готового продукту та енергетичних витрат на процес термообробки). Тому вивчення особливостей процесу утримання вологи борошняною сировиною становить науковий, практичний інтерес та має соціальну значущість.

У технології макаронних виробів сушіння є найбільш тривалою операцією, від правильності проведення якої залежать їх міцність, склоподібність у зламі, кислотність. Сирі макаронні вироби є зручним середовищем для протікання різних біохімічних і мікробіологічних процесів, тому для запобігання цим процесам макарони піддають сушінню. Вказані процеси можуть якісно змінюватися під дією певних технологічних чинників – особливостей застосованої сировини, режимів і способів сушіння

тощо. Тому будь-яка корекція технологічного процесу обов'язково повинна супроводжуватися ґрунтовним підходом щодо проведення технологічної операції – сушіння.

Як приклади такої корекції можна навести результати експериментальних досліджень у роботах авторів [1, 2, 3]. При використанні ферментних препаратів (суміші ліпази, ксиланази та геміцелюлази) [1] утворюються речовини, що змінюють структуру тіста та впливають на його гідрофільні властивості. Автори доводять, що використання ферментного препарату VERON NDL у кількості 0,005...0,01 % до маси борошна не потребує конкретних відчутних змін режимів сушіння, але бажано пом'якшувати режими сушіння в другій та наступних зонах сушіння [1]. Додавання лецитину та  $\beta$ -каротину сприяє утворенню більш пористої структури тіста, що знижує енергію зв'язування вологи колоїдами тіста і кількість адсорбційно зв'язаної вологи, а також – збільшення вологи макрокапілярів, тобто більш легко зв'язаної [2].

На думку авторів [3], закономірності зміни кінетики сушіння макаронних виробів з добавками є підтвердженням того, що покращання їх структури є наслідком зміни градієнта вологості виробів. Якщо вироби з добавками протягом першого періоду сушіння зневоднюються повільніше, тобто добігають першої критичної вологості за довший час, доцільно в першому періоді сушіння витримувати їх довше.

У технології хлібопекарських виробів перетворення тістової заготовки у готовий виріб обумовлюють теплофізичні, мікробіологічні, колоїдні, біохімічні, хімічні процеси, що відбуваються у ній під час випікання. В основі всіх процесів лежить прогрівання тістової заготовки в пекарській камері. Широке коло дослідників присвятило цьому питанню значну увагу. Проте, переважна більшість таких досліджень стосується пшеничного борошна. Щодо безглютенових видів борошна, то дослідження в цьому напрямку достатньо фрагментарні. Так, авторами [4] встановлено, що механізм випікання кексів на аглютиновому борошні аналогічний випіканню кексів на пшеничному. Тривалість випікання кексів на гречаному та кукурудзяному борошні більша, ніж на пшеничному, а на рисовому відповідає кексу на пшеничному. В роботі авторів [5] у рецептуру безглютенового хліба запропоновано застосовувати рисове, гречане, кукурудзяне борошно та крохмаль. Встановлено, що структурно-механічні властивості безглютенового тіста з цими видами борошна дуже відрізняються внаслідок різного хімічного складу та гранулометричних характеристик. Гречане борошно має найбільшу водопоглинальну здатність серед видів борошна, які досліджувалися нами, на 43 % менше рисове і на 33 % кукурудзяне; найменшу – кукурудзяний крохмаль.

Проведені нами дослідження [6] доводять ефективність застосування ферментного препарату транsgлутаміназа, найбільшою мірою в композиції з білками тваринного і рослинного походження (молока, желатина, Геліос-11, борошна різних видів), для покращання структурно-механічних та органолептичних характеристик безглютенового хліба. Нами доведено, що цей фермент є ефективним поліпшувачем структури макаронних виробів з пшеничного хлібопекарського борошна [7].

Тому для поліпшення споживчих властивостей безглютенового хліба і макаронних виробів вважали необхідним дослідити вплив ферментного препарату транsgлутаміназа (ТГ) на вологоутримувальну здатність борошняного тіста. Метою дослідження було вивчити втрати вологи тіста з різної борошняної сировини в присутності транsgлутамінази.

Об'єктами дослідження обрано такі види сировини: борошно пшеничне хлібопекарське; борошно рисове, кукурудзяне та їх суміш у співвідношенні 1:1; вода питна; фермент транsgлутаміназа Revada TG. Відбір і підготовку проб сировини для лабораторних досліджень проводили згідно з єдиною методикою вивчення харчових продуктів за ГОСТ 26668-85 (СТ СЭВ 3013-81), ГОСТ 26669-85 (СТ СЭВ 3014-81), ГОСТ 27668-88. Для визначення втрат вологи в тісті застосовували ваги-вологомір серії ADGS-50.

Криві сушіння тіста з безглютенових видів борошна та їх суміші наведено на рис. 1-3, де видно, що залежно від виду борошняної сировини та наявності ферменту вологоутримувальна здатність тіста помітно змінюється. Додавання ТГ до борошна кукурудзяного (рис. 1) гальмує процес випаровування вологи: протягом досліджуваного проміжку часу контрольний зразок (без ТГ) втрачає 46 % від початкового вмісту вологи (швидкість випаровування дорівнює 88,4 мг/хв). Під дією ферменту вологоутримувальна здатність кукурудзяного тіста посилюється – втрати вологи становлять 39-43 %, а швидкість випаровування дорівнює 75-82,6 мг/хв.

Зразки тіста на основі рисового борошна демонструють протилежну залежність, а саме: без додавання ТГ кількість втраченої під час сушіння вологи (43 % від початкового вмісту) та швидкість її випаровування (82,7 мг/хв) є мінімальними. У присутності ферменту ТГ вологоутримувальна здатність тіста слабшає, втрати вологи зростають зі швидкістю в середньому 92 мг/хв.

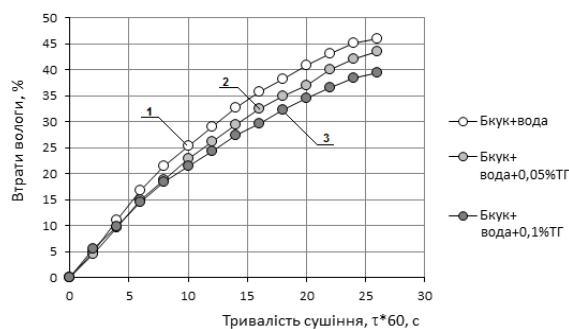


Рис. 1 – Втрати вологи протягом сушіння тіста з кукурудзяного борошна з додаванням ферменту трансглютаміназа (% до маси борошна): 1 – 0; 2 – 0,05; 3 – 0,1

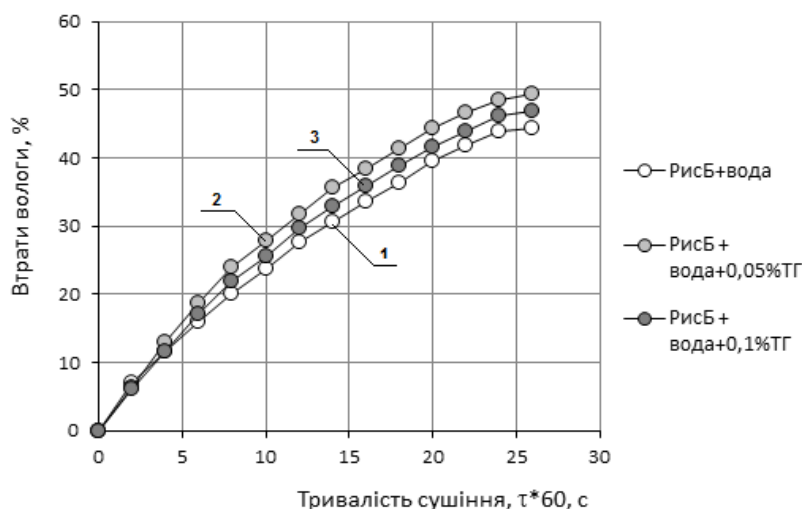


Рис. 2 – Втрати вологи протягом сушіння тіста з рисового борошна з додаванням ферменту трансглютаміназа (% до маси борошна): 1 – 0; 2 – 0,05; 3 – 0,1

У тісті на основі борошняної суміші втрати вологи є найбільшими (порівняно з тістом на основі одного виду борошна) і сягають 53 % (за швидкості випаровування 102 мг/хв). Проте, додавання ТГ гальмує процес до 90,4-96,0 мг/хв.

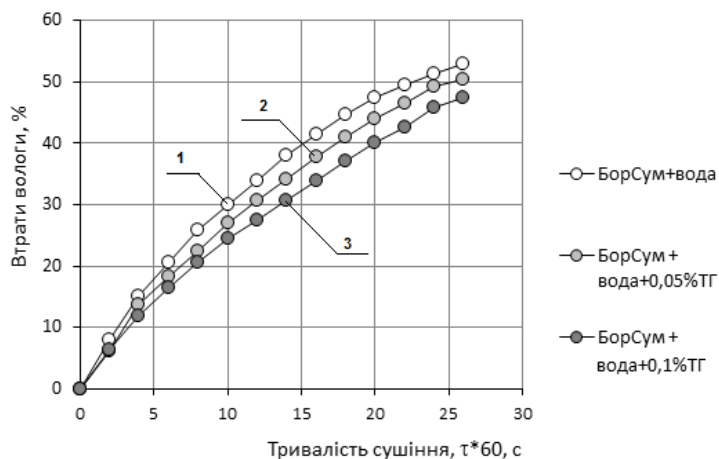


Рис. 3 – Втрати вологи протягом сушіння тіста з борошняної суміші (кукурудзяне : рисове 1:1) з додаванням ферменту трансглютаміназа (% до маси борошна): 1 – 0; 2 – 0,05; 3 – 0,1

Можна припустити, що в тісті на основі борошняної суміші відбувається певна взаємодія між високомолекулярними сполуками борошна на гідрофільних ділянках, що й призводить до зниження їхньої здатності утримувати вологу. Під дією ферменту трансглютамінази білкові макромолекули борошна зазнають додаткових конфірмаційних змін за рахунок утворення нових зв'язків (у вигляді ковалентних шшивок) між залишками лізину і глютаміну.

Тісто з пшеничного борошна (рис. 4) характеризується дуже високою (порівняно з безглютеновим борошном) вологоутримувальною здатністю: протягом 60 хв сушіння втрати води складають лише 26% за швидкості випаровування 20,8 мг/хв. Пояснити такий ефект можна наявністю клейковинних білків з високою вологозв'язувальною здатністю. Додавання ТГ до пшеничного тіста призводить до помітного ущільнення консистенції, очевидно, за рахунок збільшення поперекових зв'язків у білкових макромолекулах. Можливо, внаслідок цього зменшується кількість вільних гідрофільних ділянок, що призводить до збільшення втрат води – майже прямо пропорційно до кількості ферменту (в межах досліджуваних концентрацій 0,03-0,07 % до маси борошна) – до 29-30 % за швидкості випаровування 25-26 мг/хв.

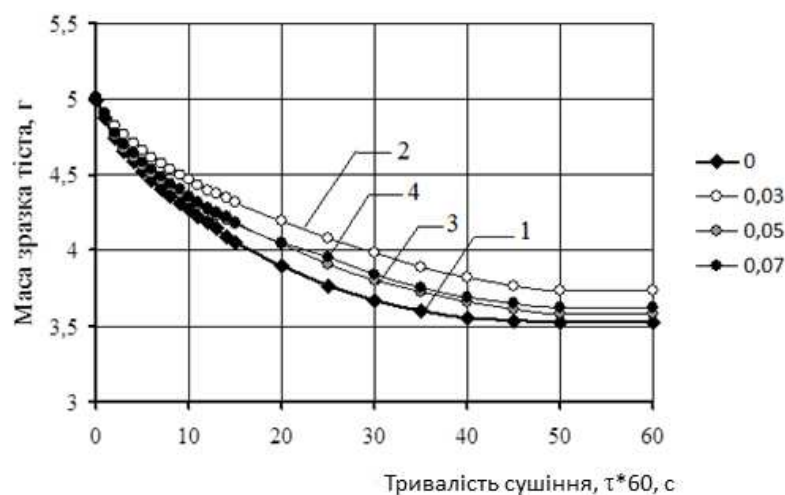


Рис. 4 – Зміни маси при сушінні тіста з борошна пшеничного з додаванням ферменту трансглютаміназа (% до маси борошна): 1 – 0; 2 – 0,03; 3 – 0,05; 4 – 0,07

#### Висновки

1. Експериментально доведено ефективний вплив ферменту трансглютаміназа щодо посилення вологоутримувальної здатності тіста з безглютенового борошна. Таким чином, можна прогнозувати, з одного боку, зниження кількісних втрат під час випікання безглютенового хліба.

2. Встановлено зростання втрат води під час сушіння тіста з пшеничного борошна, що свідчить про можливість прискорення процесу сушіння макаронних виробів у присутності трансглютамінази. В обох випадках ефект цей позитивний і зумовлений перетвореннями конфірмаційного стану білкових речовин борошна під дією ферменту.

#### Література

1. Волощук Г.І. Використання ферментного препарату, що має ксиланазну та ліпазну активність при виробництві макаронних виробів з хлібопекарського борошна [Електронний ресурс]. – Волощук Г.І., Юрчак В.Г., Голюкова Т.П., Кіреєва К.М. // Електрон. текстові дані. – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7031/1/yvgvfpklavmvhb.pdf>.
2. Левадна Т.І. Розробка технології макаронних виробів з добавками поліфункціональної дії / Автореф. дис. ... на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук. – Київ, 2001. – 18 с. [Електронний ресурс]. – // Електрон. текстові дані. – Режим доступу: // <http://lawdiss.org.ua/ard/01ltidpd.shtml>
3. Волощук Г.І. Розробка технології макаронних виробів з пектином та пектиновмісною сировиною // Автореф. дис. ... на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук. – Київ, 2000. [Електронний ресурс]. // Електрон. текстові дані. – Режим доступу: // <http://tekhnosfera.com/razrobotka-tehnologii-makaronnyh-izdeliy-s-pektinom-i-pektinsoderzhaschim-syriem>
4. Дорохович В.В. Вплив аглютенного борошна на кінетику випікання кексів [Електронний ресурс].// Дорохович В.В., Ковбаса В.М. // Електрон. текстові дані. – Режим доступу: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/421/1/dvvvabnkvk.pdf>

5. Дробот В.І. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба [Електронний ресурс]. Дробот В.І., Грищенко А.М. // Обладнання та технології харчових виробництв. – № 30 (2013). – Режим доступу: <http://journals.urau.com/index.php/2079-4827/article/view/22089/19617>
6. Лобачова Н.Л. Удосконалення технології безглютенового хліба [Текст]. Лобачова Н.Л., Шаніна О.М. // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (15-19 квітня 2013 р.) том III, – С. 159.
7. Шаніна О.М. Поліпшення кулінарних достоїнств макаронних виробів із застосуванням ферменту трансглютаміназа [Текст]. – Шаніна О.М., Зверев В.О., Теймурова А.Т. // Наукові праці ОНАХТ, 2013. Вип. 44, Т. 1, – С. 184-188.

УДК 664.64.016.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУКИ РАЗНЫХ ВИДОВ

Мыколенко С.Ю., канд. техн. наук, доцент

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепропетровск

*В работе рассмотрены современные аспекты производства хлебопекарной продукции при использовании пшеничной, ржаной, гречневой и овсяной муки с применением дополнительно обработанной контактной неравновесной плазмой воды. Показаны особенности воздействия плазмохимически активированной воды на углеводно-амилазный комплекс муки разных видов. Исследовано влияние подготовленной воды на качество хлебобулочных изделий.*

*In the article modern aspects of bakery production with using wheat, rye, buckwheat, oat kinds of flour and water exposed contact non-equilibrium plasma are considered. Characteristics of impact of plasma-chemically activated water on the carbohydrate-amylase complex of different kinds of flour are demonstrated. The influence of plasma-chemically activated water to quality of bakery products is investigated.*

Ключевые слова: пшеничная, ржаная, гречневая, овсяная мука, плазмохимически активированная вода

Мука – основное сырье для производства ряда продуктов питания. От её качества во многом зависят свойства готовой пищевой продукции, и степень воздействия этих характеристик тем выше, чем больше удельный вес муки в рецептуре. Основная часть муки, произведенной в Украине, используется для изготовления хлебобулочных изделий, при этом первое место занимает пшеничная, а второе – ржаная мука. В данное время, также используют муку, полученную из крупяных культур, например, гречи, овса и др. Данные виды растительного сырья обладают повышенной биологической ценностью, связанной с повышенным содержанием минеральных веществ и более сбалансированным аминокислотным составом [1]. Немаловажно, что мука, полученная из крупяного зерна, имеет более низкий гликемический индекс, что делает её незаменимой для производства продукции функционального и лечебно-профилактического назначения.

Особое место в рецептурах хлебобулочных изделий принадлежит воде, которая выступает активатором технологических процессов производства. Известно [2, 3], что за счет дополнительной обработки ее контактной неравновесной плазмой (КНП) улучшаются свойства теста из слабой муки, ускоряются процессы созревания тестовых полуфабрикатов и повышается микробиологическая устойчивость продукции. Поскольку в указанных работах определено влияние воды, обработанной КНП, лишь в случае использования пшеничной муки, целесообразно установить особенности воздействия плазмохимически активированной воды на характеристики разных видов муки. Поэтому целью работы стало исследование технологических свойств муки пшеничной, ржаной, гречневой и овсяной при использовании воды, подвергнутой действию КНП, и определение качества хлебопекарной продукции, приготовленной с их применением.

В ходе проведения работы использовали муку высшего сорта ТМ «Днипромлын» средней силы, муку ржаную, овсяную, гречневую ТМ «Добродия», соль поваренную пищевую, дрожжи хлебопекарные ТМ «Львовские». Для приготовления контрольных образцов применяли питьевую воду городской магистрали г. Днепропетровска, для опытных образцов – воду, подвергнутую действию КНП. Обработку воды