

УДК 641.56:582.661.21

## **ВПЛИВ ДОБАВОК БІЛКОВОЇ ТА ПОЛІСАХАРИДНОЇ ПРИРОДИ НА ВОЛОГОУТРИМУЮЧУ ЗДАТНІСТЬ БЕЗКЛЕЙКОВИННОГО ТІСТА**

**Шаніна О.М., д.т.н., проф., Боровікова Н.О., аспірант,**

**Гавриш Т.В., к.т.н., доц., Дугіна К.В., к.т.н.,**

**Фейзопуло О.Е., студентка**

*(Харківський національний технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка)*

*Досліджено можливість використання добавок різного дії в технології виробів з безклейковинної борошна. Досліджено вплив агару, желатину, а також їх спільного використання на вологудерживающую здатність тесту. Встановлено, що при використанні агару в концентрації 75% до маси борошна, а також спільного використання желатин / агар в концентрації 0,1%...0,05% вологудерживающая здатність істотно зростає. Використання таких добавок дозволяє збільшити свіжість продукту на більш тривалий період.*

Вода є важливим рецептурним компонентом та дієвим чинником будь-якого технологічного процесу, включаючи процес тістоутворення. Під час приготування тіста вода взаємодіє з його компонентами шляхом утворення додаткових водневих зв'язків з біополімерами борошна. Для здійснення гідролітичних процесів, що протікають в тісті при бродінні і випічці, необхідна наявність в ньому вільної вологи. Встановлено [1], що в тісті з пшеничного борошна за його стандартної вологості у вільному стані знаходиться більше 50% від загальної кількості води, решта припадає на зв'язану.

Здатність борошна поглинати та зв'язувати воду, а також здатність тіста та хліба утримувати її з певним ступенем зв'язаності відіграє важливу роль у хлібопекарному виробництві. Від цього залежить якість та строки зберігання готового продукту. Чим вище вологудерживающая здатність борошна та тіста, тим більш стійкими до розпливання є тістові заготовки під час розстоювання та на початковому етапі випікання, тим менш схильними до усихання є вироби. Зазначимо, що суттєвим чинником, що впливає на здатність

борошна зв'язувати воду, є білкові речовини сировини. В першу чергу, йдеться про водонерозчинні фракції клейковинних білків. Застосування у хлібопеченні безглютенової борошняної сировини свідчить що такі білки суттєво відрізняються за своїми властивостями від клейковинних білків пшеничного борошна, зазвичай в гірший бік. Навіть пшеничного білки слабкої клейковини виявляють знижену здатність до зв'язування вологи і утворення пружно-еластичного тіста.

Для регулювання вологоутримуючої здатності борошна та тіста фахівці пропонують застосовувати добавки різного хімічного складу та походження, а саме сою, ферменти, мікрородорості та ін. [2-5]. Перелічені добавки мають ряд переваг, але основним недоліком при їх застосуванні є низька пористість хліба.

Відомо, що для підвищення вологоутримуючої здатності борошна і тіста можна використовувати мінеральні сполуки (амонієві солі ортофосфатної кислоти, ортофосфати натрію і калію) [6-8]. Недоліками цих добавок є недостатня ефективність дії для підвищення питомого об'єму, пористості і формостійкості хліба.

Наразі одними з найбільш ефективних добавок для поліпшення вологоутримуючої здатності визнано гідроколоїди рослинного походження [9, 10]. Їх рекомендовано застосовувати в технологіях хлібопекарських виробів як з пшеничного борошна, так і з безглютенової борошняної сировини. Ефективність їхньої дії достатньо детально досліджена і експериментально доведена. Слід зазначити, що найчастіше це стосується окремих груп полісахаридних добавок. Даних щодо сумісної дії гідроколоїдів різного походження (рослинного, тваринного, мікробіологічного) в технології хлібопекарських продуктів практично відсутні.

Проте, відомо, що більшість гідроколоїдів володіє синергізмом по відношенню один до одного. Так, ксантанова камідь володіє синергізмом до більшості загусників і структуроутворювачів. Синергічний ефект може бути досягнутий також за комбінування драглеутворювачів або загусників з біополімерами білкового походження. Найчастіше він спостерігається з білками молока, тому сучасні рецептури морозива містять білки та полісахариди.

Справа в тому, що полісахариди посилюють та доповнюють структуроутворювальні функції білків. Це зумовлено здатністю

полісахаридів утворювати високов'язкі розчини та гелі за концентраціях значно менших, ніж білки [11].

Вченими [12] досліджено реологічні властивості змішаних агаро-желатинових драглів, які мають підвищену пластичність та знижену пружність. Авторами [13] досліджено взаємодію між фурцелараном та сироватковим альбуміном разом з  $\beta$ -лактоглобулином.

Запатентовано [14] спосіб виготовлення комплексного драглеутворювача на основі полісахариду та пептидного матеріалів. Стверджують, що білок-полісахаридні взаємодії у водних розчинах відбуваються за рахунок утворення попереково-зв'язаної сітчастої структури полімеру.

Досліджено вплив гліцерину та агару на реологічні властивості драглів желатину [15]. Запатентовано новий комплексний драглеутворювач – суміш агару та желатину [16].

Вченими [17, 18] доведено, що в суміші білка сироватки та карагенану мікроструктура драгля утворюється внаслідок конкуренції між процесом драглеутворення скупчень білка, а також внаслідок розділення фаз між скупченнями білка та молекулами полісахариду.

На нашу думку, застосування гідроколоїдів для поліпшення структури тіста є доцільним. По-суті, тісто є системою, яка включає воду, білкові речовини і полісахарид в найбільшій кількості. Тому вивчення особливостей процесу утримання вологи борошном із застосуванням гідроколоїдів різного походження, безумовно, має науковий і практичний інтерес.

**Мета досліджень.** Метою дослідження було вивчення вологоутримуючої здатності рисового борошна в присутності поліпшуючих добавок білкової (желатин) і полісахаридної (агар) природи.

**Об'єкти та методи досліджень.** Об'єктами досліджень було обрано борошно рисове (ТМ «Сто пудів»); вода питна; желатин (ТМ «Мрія») та агар (ТМ «Приправка»). Відбір і підготовку проб проводили за єдиною методикою за ГОСТ 27668-88. Визначення втрат вологи проводили за допомогою вагів-вологоміру ADGS-50, застосовуючи термогравіметричний метод, який полягає у визначенні маси підготовленого зразка до і після його висушування

шляхом нагрівання.

**Основні матеріали досліджень.** На першому етапі досліджень вивчали вплив виду (агар, желатин, агар та желатин сумісно) і кількості добавок (0,5 та 1 г на 100 г борошна) на швидкість випаровування вологи зі зразків тіста під час сушіння. Досліджували борошняне тісто зі співвідношенням борошно:вода як 100:100, 100:140 та 100:160. Результати експериментальних досліджень для зразків зі співвідношеннями 100:100 та 100:160 наведено на рис.1-2.

Аналіз кривих свідчить, що для всіх зразків спостерігається загальна закономірність – існування двох етапів, протягом яких швидкість втрати маси при сушінні суттєво. На першому етапі сушіння (10 хв від початку сушіння) швидкість випаровування вологи і зниження маси тіста стрімко зростає. На другому етапі (після 10 хв сушіння) швидкість випаровування знижувалась, а після 15 хв - практично не змінювалась.

Як видно з кінетичних кривих, всі зразки втрачають 85-90% вологи на першому етапі сушіння. Найбільш виразно це можна побачити у зразках з додаванням агару та сумісного використання агару та желатину. Встановлено, що зразки з добавками мають нижчу кількість видаленої вологи. Це підтверджує високу вологоутримуючу здатність цих добавок.

Результати експериментальних досліджень вказують на те, що вологоутримуюча здатність рисового борошна обумовлюється насамперед великим вмістом в ньому крохмалю 72-80%, який представлено амілозою та амілопектином.

За рівного співвідношення борошна й води (рис. 1), внесення агару у кількості 0,5...1,0% прискорює швидкість випаровування вологи з рисового тіста у перші 5 хвилин сушіння на 11...18%. Внесення желатину суттєво не впливає на зміну швидкості випаровування вологи з тіста.

Внесення суміші агару та желатину призводить до уповільнення випаровування вологи з тіста на 23...28%. Такий результат можна пояснити тим, використання комбінації структуроутворювачів білкової та полісахаридної природи сприяє утворенню додаткових гідрофільних зв'язків та зниженню швидкості випаровування вологи.

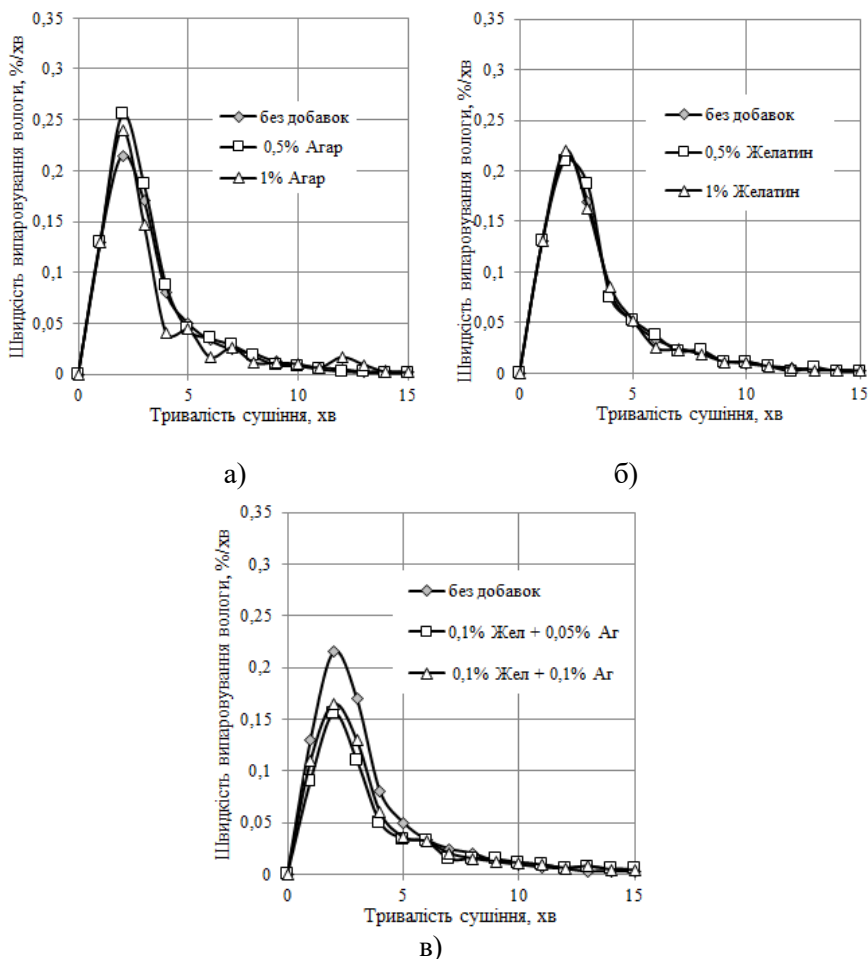


Рис. 1. Швидкість втрати вологи при сушінні тіста з борошна рисового (співвідношення борошно:вода як 100:100) з додаванням агару (а) та желатину (б) харчових, та їх суміші (в) (% до маси борошна)

Підвищення вологості тіста до співвідношення борошно:вода 1:1,4 показали подібну тенденцію, але при додаванні більшої кількості вологи (співвідношення 1:1,6, рис.2) спостерігається зміна закономірностей випаровування вологи залежно від наявності добавок. Усі зразки при внесенні агару та желатину, а також у суміші показують зниження швидкості випаровування вологи з тіста.

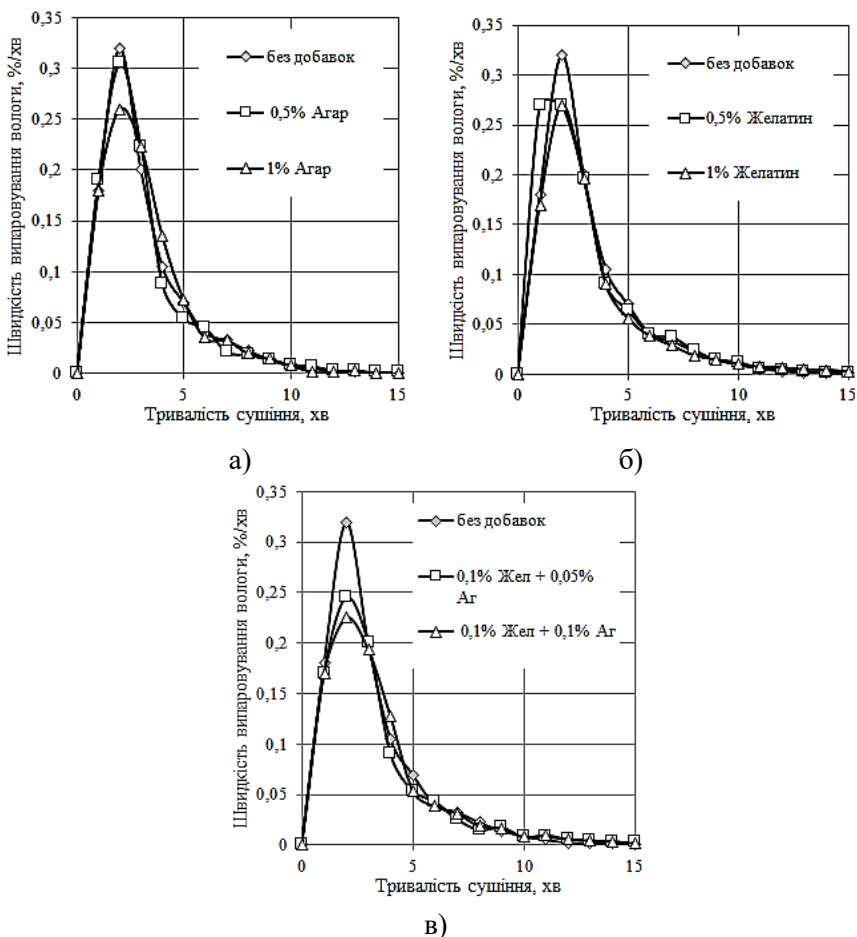


Рис. 2. Швидкість втрати вологи при сушінні тіста з борошна рисового (співвідношення борошно:вода 100:160) з додаванням агару (а) та желатину (б) харчових, та їх суміші (в) (% до маси борошна)

Застосування агару у тісті з підвищеною вологістю призводить до зниження швидкості випаровування вологи на 19%, внесення желатину – на 15%, сумісне застосування цих добавок – на 30%.

Для проведення кількісного аналізу швидкості випаровування вологи з рисового борошна нами розраховано середню швидкість втрати маси зразка протягом першого (від 0 до 5 хв) та другого (від 5 до 10 хв) періоду сушіння (табл.1). Як видно з оброблених експериментальних даних, з підвищенням вологості тіста

ефективність вологоутримуючої дії добавок за сумісного їх введення стає більш суттєвою.

Таблиця 1

**Середня швидкість втрати маси під час сушіння зразків рисового борошна за різної вологості та вмісту добавок (n=3, P<0.05)**

Період сушіння *	Середня швидкість втрати маси зразка, %/хв, в присутності добавок						
	без добавок	Агар		Желатин		0,1% Желатин	
		0,5%	1%	0,5%	1%	0,05% Агар	0,1% Агар
Співвідношення борошно:вода як 100:100							
перший	0,129	0,141	0,120	0,131	0,130	0,088	0,100
другий	0,020	0,020	0,015	0,021	0,018	0,017	0,018
Співвідношення борошно:вода як 100:160							
перший	0,175	0,172	0,174	0,178	0,157	0,011	0,011
другий	0,024	0,021	0,022	0,025	0,022	0,022	0,023

\* Перший - від 0 до 5 хв, другий - від 5 до 10 хв

Бачимо, що за сумісного додавання агару та желатину в значно менших кількостях (0,05...0,1% до маси борошна) порівняно зі зразками, що містять окремо агар (0,5...1,0%) або желатин (0,5...1,0%), водоутримувальна здатність рисового тіста суттєво підвищується. Так, на першому етапі сушіння тіста (100:100) середня швидкість втрати маси дорівнює для контрольного зразка 0,129 %/хв, за сумісного введення добавок - 0,088...0,100 %/хв. А для зразка тіста підвищеної вологості - 0,011 %/хв відповідно. Тобто, підвищення вологості тіста без добавок призводить до зростання швидкості видалення вільної вологи, а за сумісного їх введення - до дуже суттєвого зниження (приблизно в 15 раз).

Такий результат можна пояснити тим, що при збільшенні кількості вологи у тісті доступ води до гідрофільних сполук структуроутворюючих добавок збільшується, тому добавки найяскравіше проявляють вологозв'язувальні властивості в суміші. Можна припустити, що створюються умови для утворення змішаних білково-полісахаридних драглеподібних систем з більш високою водозв'язувальною здатністю. Проте, це припущення потребує додаткових експериментальних досліджень стану вільної і зв'язаної

вологи в тісті.

**Висновки.** Доведено ефективний вплив добавок білкової та полісахаридної природи на водоутримуючу здатність тіста. Більш наглядно це спостерігається при додаванні суміші агару та желатину в тісті з підвищеною вологістю. Швидкість випаровування вологи в таких умовах суттєво знижується. Це дозволить отримати вироби більш стійким до черствіння і як наслідок зберегти свіжість хліба на більш довгий термін.

### Список літератури

1. Цыганова Т.Б., Гакова О.А. Улучшение качества хлебобулочных изделий на основе регулирования свойств воды // Хлебопечение России. №1. 2012. с. 20-21.

2. Ngemakwe, P. N., Le Roes-Hill, M., Jideani, V. (2014). Advances in gluten-free bread technology. *Food Science and Technology International*, 21 (4), 256–276. doi: 10.1177/1082013214531425

3. Bird, L. G., Pilkington, C. L., Saputra, A., Serventi, L. (2017). Products of chickpea processing as texture improvers in gluten-free bread. *Food Science and Technology International*, 23 (8), 690–698. doi: 10.1177/1082013217717802

4. García-Segovia, P., Pagán-Moreno, M. J., Lara, I. F., Martínez-Monzó, J. (2017). Effect of microalgae incorporation on physicochemical and textural properties in wheat bread formulation. *Food Science and Technology International*, 23 (5), 437–447. doi: 10.1177/1082013217700259

5. Boubaker, M., Omri, A. E., Blecker, C., Bouzouita, N. (2016). Fibre concentrate from artichoke (*Cynara scolymus* L.) stem by-products: Characterization and application as a bakery product ingredient. *Food Science and Technology International*, 22 (8), 759–768. doi: 10.1177/1082013216654598

6. Aleshkov A. V. Food industry – innovation industry: monograph. Khabarovsk: НІС, 2016. 188 p.

7. Buldakov A. Nutritional supplements: directory. 2 nd ed., pererab. and additional. Moscow: St. Petersburg, 2008. 280 p.

8. Bharath Kumar S., Prabhasankar P. Low glycemic index ingredients and modified starches in wheat based food processing: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2014. Vol. 35, Issue 1. P. 32–41. doi: 10.1016/j.tifs.2013.10.007

9. Chugunova O. V., Pastushkova E. V. Modeling of organoleptic indicators of bread with plant supplements // *Bulletin of the South Ural*



State University. Series Food and Biotechnology. 2015. Vol. 3, Issue 4. P. 80–87. doi: 10.14529/food150411

10. Roslyakov Yu. F., Vershinina O. L., Gonchar V. V. Scientific developments for bakery and confectionary industries // Technologies of food and processing industry AIC-products of healthy nutrition. 2016. Issue 6. P. 42–47.

11. Ramavatar M. Studies on “sugar-reactivity” of agars extracted from some Indian agarophytes / M. Ramavatar, P. Kamallesh, A. K. Siddhanta // Food hydrocolloids. – V. 20 (2006). –Is. 8. – P. 1206-1215.

12. Kobayashi M. Rheological properties of mixed gels / M. Kobayashi, N. Nakahama // Journal of Texture Studies, 1986. – V. 17. – Is. 2. – P. 161-174.

13. Laosa K. Interactions between furcellaran and the globular proteins bovine serum albumin and  $\beta$ -lactoglobulin / Laosa K., G.J. Brownseya S.G. // Carbohydrate Polymers. –2007. –V. 67. – P. 116-123.

14. Pat. 426577 USA AA 23 L 10524 FI. Gelation of anionic polysaccharides using protein hydrolysates [Electronic resource] / Van de Velde Freddie. – Access mode : <<http://v3.espacenet.com/publication>>.

15. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. –[3-е изд.] – М. : Диалектика, 2007. – 912 с.

16. Gelling agent comprising agar-modified gelatin and food containing said agent [Electronic resource]. – –Access mode: <<http://www.freepatentsonline.com>>.

17. Saskia de Jong Charge density of polysaccharide controls microstructure and large deformation properties of mixed gels / Saskia de Jong, Fred van de Velde // Food Hydrocolloids. –2007. – V. 21. – I. 7. – P. 1172-1187.

18. Van de Velde F. The mechanism behind microstructure formation in mixed whey protein–polysaccharide cold-set gels [Electronic resource] / F. Van de Velde, Saskia de Jong, H. Jan Klok // Food Hydrocolloids, 2008. – Access mode : <<http://www.sciencedirect.com/>>.

## **Аннотация**

### **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК БЕЛКОВОЙ И ПОЛИСАХАРИДНОЙ ПРИРОДЫ НА ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ БЕСКЛЕЙКОВИННОГО ТЕСТА**

*Исследовано возможность использования добавок различного действия в технологии изделий из безклеяковинной муки. Исследовано влияние агара, желатина, а также их совместного использования на влагоудерживающую способность теста.*

*Установлено, что при использовании агара в концентрации 75% к массе муки, а также совместного использования желатин/агар в концентрации 0,1%...0,05% влагоудерживающая способность существенно возрастает. Использование таких добавок позволяет увеличить свежесть продукта на более длительный период.*

## **Abstract**

### **INFLUENCE OF ADDITIVES OF PROTEIN AND POLYSACCHARIDE NATURE ON THE WATER-CONTAINING ABILITY OF A GLUTLESS-FREE TEST**

*The possibility of using additives of various actions in the technology of gluten-free flour products has been investigated. The effect of agar, gelatin, as well as their joint use on the water-holding ability of the test, was investigated. It was found that when using agar at a concentration of 75% by weight of flour, as well as the joint use of gelatin / agar at a concentration of 0.1%...0.05%, the water-holding capacity increases significantly. The use of such additives can increase the freshness of the product for a longer period.*

## **УДК 664.664.4**

### **ГАЗОУТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ТІСТА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПАРОВОГО ХЛІБА**

**Шаніна О.М., д.т.н., проф., Мінченко С.М.**

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)*

*У статті досліджено вплив борошняної безглютенової сировини збагачувальної дії на газоутворювальну здатність тіста для виробництва безглютенового парового хліба. Встановлено, що в присутності ББСЗД кількість накопиченого діоксиду вуглецю в безглютеновому тісті зростає на 10...30%. Рекомендована тривалість бродіння тіста з рисового борошна з додаванням лляного складає 35...40 хв, з додаванням соняшникового – 20...30 хв, тіста з кукурудзяного борошна з додаванням кіноа або соргового – 25...35 хв.*

**Постановка задачі.** Незбалансованість раціону населення