

**Галясний Іван Володимирович**

*аспірант кафедри технологій переробних та харчових виробництв  
Харківського національного технічного університету  
сільського господарства імені Петра Василенка*

**Галясний Іван Владимирович**

*аспірант кафедри технологій перерабатывающих и пищевых производств  
Харьковского национального технического университета  
сельского хозяйства имени Петра Василенка*

**Haliasnyi Ivan**

*Graduate Student of Department of Processing and Food Technologies  
Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*

**Гавриш Тетяна Володимирівна**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри технологій переробних та харчових виробництв  
Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка*

**Гавриш Татьяна Владимировна**

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры технологий перерабатывающих и пищевых производств  
Харьковский национальный технический университет  
сельского хозяйства имени Петра Василенка*

**Gavrish Tatyana**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of  
Department of Processing and food Technologies  
Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*

**Шаніна Ольга Миколаївна**

*доктор технічних наук,  
професор кафедри технологій переробних та харчових виробництв  
Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка*

**Шанина Ольга Николаевна**

*доктор технических наук,  
профессор кафедры технологий перерабатывающих и пищевых производств  
Харьковский национальный технический университет  
сельского хозяйства имени Петра Василенка*

**Shanina Olga**

*Doctor of Technical Sciences, Professor  
Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАТРІЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ  
НА ГІДРАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ТІСТА  
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
НА ГИДРАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ТЕСТА  
RESEARCH OF SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE  
ON THE HYDRATION PROPERTIES OF GLUTEN-FREE DOUGH**

**Анотація.** Досліджено теоретичні та практичні аспекти впливу натрій карбоксиметилцелюлози на гідратаційні властивості безглютенового тіста. Встановлено підвищення вологоутримуючої здатності тіста під час температурної обробки.

**Ключові слова:** целиакія, безглютенове борошно, гідроколоїди, гідратаційні властивості, зв'язана та вільна волога.

**Аннотация.** Исследованы теоретические и практические аспекты влияния натрий карбоксиметилцеллюлозы на гидратационные свойства безглютенового теста. Установлено повышение влагоудерживающей способности теста во время температурной обработки.

**Ключевые слова:** целиакия, безглютеновая мука, гидроколлоиды, гидратационные свойства, связанная и свободная влага.

**Summary.** The theoretical and practical aspects of sodium carboxymethylcellulose on the hydration properties of gluten-free dough are investigated. Increased moisture retaining ability of the dough was established during the heat treatment.

**Key words:** celiac disease, gluten-free flour, hydrocolloids, hydration properties, bound and free moisture.

**Постановка проблеми.** Суворе дотримання безглютенової дієти протягом усього життя в даний час є єдиним відомим ефективним методом лікування целиакії. Світова медична спільнота, фахівці харчової галузі та громадськість приділяють пильну увагу питанням щодо методів ідентифікації глютену в харчових продуктах та забезпечення споживачів усієї необхідною інформацією [1].

Якщо приготування низки харчових продуктів з виключенням глютену є більшою мірою дієтичним аспектом, то у виробництві безглютенового хліба відсутність його стає серйозним технологічним викликом. Приготування безглютенового тіста та хліба суттєво відрізняється від тих, що містять клейковину, через обмеження, пов'язані з кількістю води, яка зумовлює консистенцією тіста під час операції змішування [2] та впливає на обробку тіста [3].

Гідроколоїди здатні істотно вплинути на поведінку тіста, навіть якщо вони присутні в дуже невеликих кількостях. Їх застосовують для підвищення в'язкості тіста, стабілізації розподілу інгредієнтів шляхом запобігання осідання та руйнування піни. В'язкість зазвичай змінюється зі зміною концентрації, температури і швидкості зсуву деформації, а також складним чином залежить від наявності й інших інгредієнтів, що використовуються для виготовлення хліба, а також від виду гідроколоїдів [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Безглютенові види хліба містять, в основному, активну крохмалисту складову. Отже, клейстеризація крохмалю є одним з визначальних факторів у формуванні якості хліба. Цей процес відбувається ефективно, коли вода присутня в достатній кількості, тому що (дуже часто) безглютенове тісто має більшу схожість до рідкого. Крім того, присутній на початковому етапі випікання клейстеризований крохмаль вносить значний вклад в консистенцію тіста [5].

Гідроколоїди поєднують низку водорозчинних полісахаридів, різних за хімічною структурою, які забезпечують функції загусників, стабілізаторів або драглеутворюючих агентів. Використання гідроколоїдів з загусниками або стабілізаторами, такими як гуміарабік (AG), карбоксиметилцелюлози натрі-

єва сіль (КМЦ) або гуарова камедь (GG) відкриває суттєві перспективи у створенні альтернативних безглютенових продуктів, що не поступаються за якістю таким, що містять глютен.

Ксантанова камедь (КК) не здатна утворювати гелі, але її поведінка як псевдопластичної рідини впливає на реологічні характеристики безглютенового тіста [6]. Це дозволяє певною мірою імітувати властивості клейковини пшеничного тіста [7], покращувати сенсорне сприйняття хліба. Висока вологоутримуюча здатність ксантану зумовлена наявністю гідроксильних груп.

Карбоксиметилцелюлози натрієва сіль (КМЦ) підвищує в'язкість тіста, підвищує еластичність тіста покращує структуру і об'єм хліба [8]. Такий ефект пояснюється підвищенням водопоглинальної здатності борошна за додавання КМЦ.

Отже, гідроколоїди набувають дедалі більшого значення як хлібопекарські поліпшувачі безглютенового хліба. Їх широко використовують для поліпшення властивостей тіста під час тістоповедення, для покращення загальної якості хліба та подовження терміну його зберігання.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Дуже мало даних виявлено, щодо технологічного потенціалу цих добавок як поліпшувачів функціонально-технологічних властивостей борошняних безглютенових сумішей. Потребують детального вивчення питання гідратаційних властивостей тіста як на етапі змішування тіста, так і під час випікання. Здатність тіста поглинати вологу на етапі змішування пов'язана з формуванням потрібних реологічних характеристик тістової заготовки. Здатність утримувати вологу на етапі випікання впливає на якісні і кількісні показники готової продукції, такі, як товщина скоринки хліба, упік та усування.

**Мета досліджень.** Метою дослідження є визначення впливу КМЦ на гідратаційні властивості безглютенового тіста під час температурної обробки.

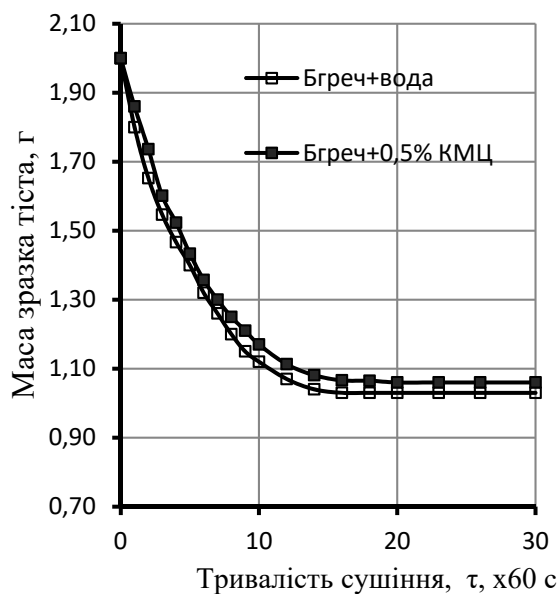
**Виклад основного матеріалу.** Об'єктами досліджень були різні види безглютенового борошна: рисове ( $B_{рис}$ ), кукурудзяне ( $B_{кук}$ ), гречане ( $B_{греч}$ ), соргове ( $B_{сорг}$ ), просяне ( $B_{прос}$ ), вівсяне ( $B_{вівс}$ ) згідно

діючої нормативної документації, прісне тісто вологістю 50%. В якості матеріалів досліджень були застосовані 0,5% -ві водні розчини КМЦ, вода питна. Гідратаційні властивості тіста досліджували визначенням втрат вологи в тісті під час сушіння за температури 90 °С, застосовуючи ваги-вологомір серії ADGS-50.

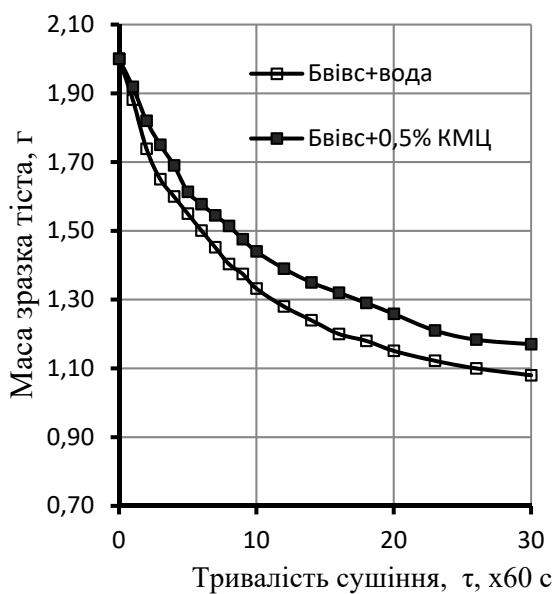
Криві сушіння тіста з безглютеинових видів борошна та їх суміші наведено на рис. 1–2, а аналіз стану вільної та зв’язаної вологи в тісті — на рис. 3–4. Зв’язану вологу розглядали як асоційовану воду, зв’язану з вуглеводами, білками і ліпідами хіміч-

ними та фізичними зв’язками. Вільною вважали вологу, не пов’язану з полімерами. Дослідження зв’язаної та вільної вологи здійснювали за швидкістю її видалення зі зразка тіста.

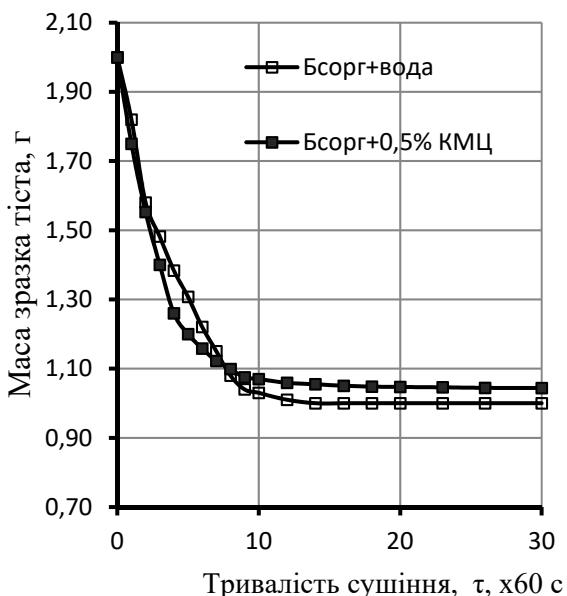
Аналіз кривих сушіння свідчить, що практично для всіх зразків (за виключенням тіста з вівсяного борошна) притаманні дві ділянки різної швидкості втрат маси тіста. Перша ділянка включає період в перші 10 хв. сушіння, коли швидкість зниження маси зразка була максимальна. Друга ділянка охоплює наступні 20 хв. сушіння (до розрахунку брали період від 10 до 20 хв. сушіння, оскільки в період



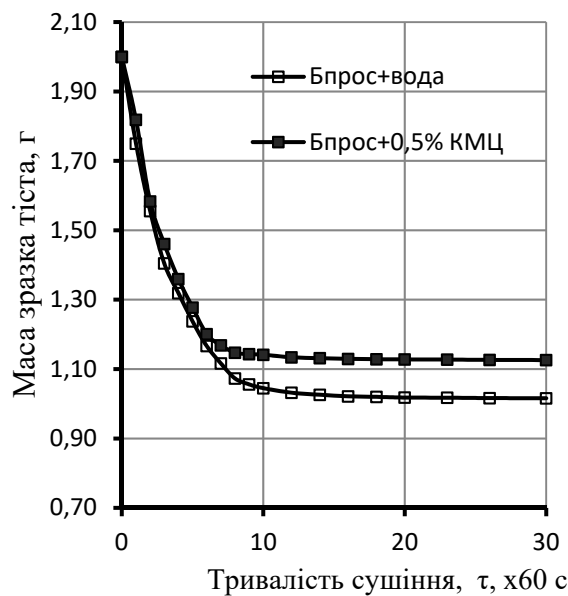
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Зміни маси протягом сушіння тіста з різної борошняної сировини на воді та з додаванням 0,5% -вого водного розчину КМЦ: а) гречане; б) вівсяне; в) соргове, г) просяне [розроблено авторами]

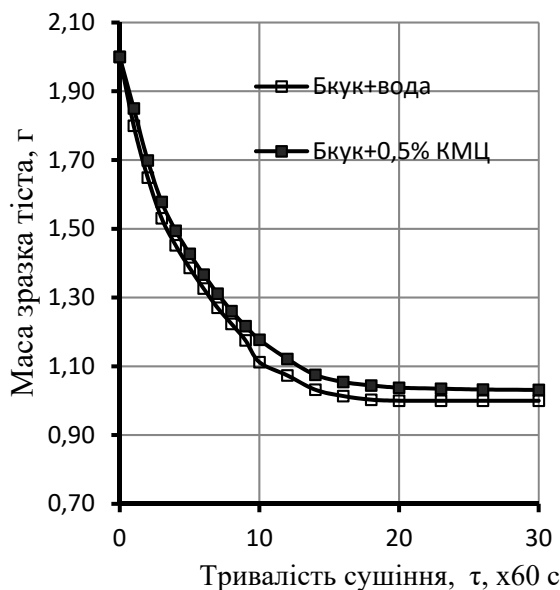
від 20 до 30 хв. сушіння маса зразків практично не змінювалась).

Встановлено, що використання різних безглютенових видів борошна суттєво не впливає на характер процесу видалення вологи з тіста. Всі зразки тіста (за виключенням тіста з вівсяного борошна) протягом перших 10 хв. сушіння втрачають 90–95% від загальної кількості, що випарувалась. Криві сушіння зразків з додаванням КМЦ розташовані вище, ніж зразки на воді. Тобто, загальна кількість видаленої вологи зі зразків з добавкою КМЦ є нижчою. Це

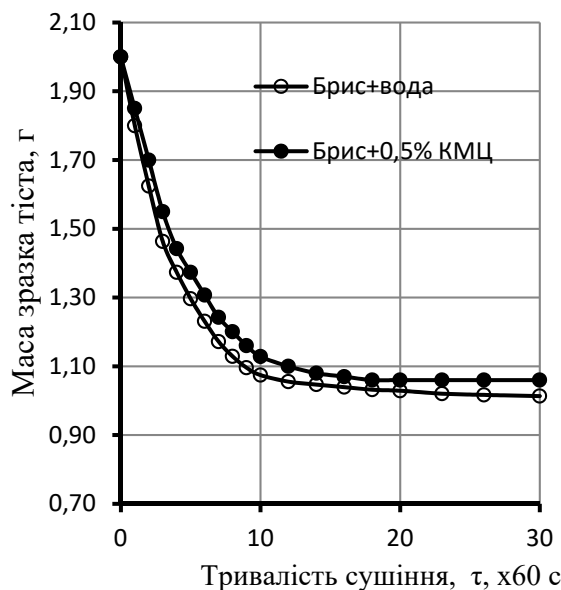
підтверджує статус цієї добавки як водозв'язуючого та водоутримуючого агента.

Швидкість видалення вільної вологи зі зразків тіста з різних видів борошна коливається в межах  $(1,4...1,6) \cdot 10^{-3}$  г/с; наявність КМЦ в тісті дещо зменшує цей показник на 5...11%. Швидкість видалення зв'язаної вологи різко зменшується до  $(0,05...0,18) \cdot 10^{-3}$  г/с (рис. 3–4).

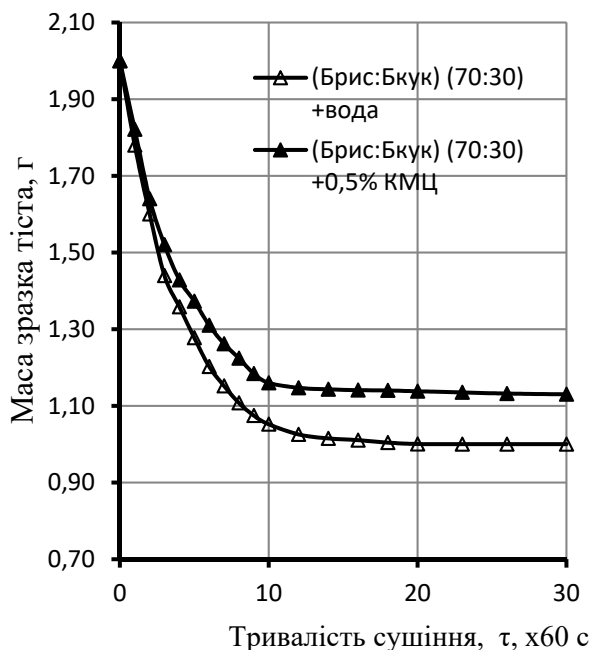
Крім вказаних загальних тенденцій, слід відмітити певні відмінності між зразками тіста з різних видів безглютенового борошна.



а)



б)



в)

Рис. 2. Зміни маси протягом сушіння тіста з різної борошняної сировини на воді та з додаванням 0,5% -ого водного розчину КМЦ: а) кукурудзяне; б) рисове; в) борошняна суміш «рисове : кукурудзяне у співвідношенні 70:30%») [розроблено авторами]

Так, швидкість видалення зв'язаної вологи зі зразків гречаного, кукурудзяного та рисового тіста в присутності КМЦ зростає порівняно зі зразками на воді (рис. 4 б). Очевидно, це пояснюється більшою часткою зв'язаної вологи (табл. 1). Інакше кажучи, наприклад, для тіста з гречаного борошна в присутності КМЦ втрати вологи є нижчими — 0,94 г в порівнянні з 0,97 г на воді; але співвідношення між зв'язаною та вільною вологою змінюється на користь зв'язаної —  $0,11/0,83=0,13$  (в тісті на воді —

$0,09/0,88=0,10$ ). Це зумовлено дією КМЦ як загусника і водозв'язуючої добавки.

Зразок з борошняної суміші за додавання КМЦ характеризується меншою кількістю видаленої вологи — 0,86 г (на воді — 1,0 г), співвідношенням між зв'язаною та вільною вологою —  $0,02/0,84=0,02$  (в тісті на воді —  $0,05/0,95=0,05$ ), а також нижчою швидкістю видалення вільної вологи —  $1,40 \cdot 10^{-3}$  г/с (на воді —  $1,58 \cdot 10^{-3}$  г/с) та зв'язаної вологи —  $0,037 \cdot 10^{-3}$  г/с (на воді —  $0,087 \cdot 10^{-3}$  г/с).

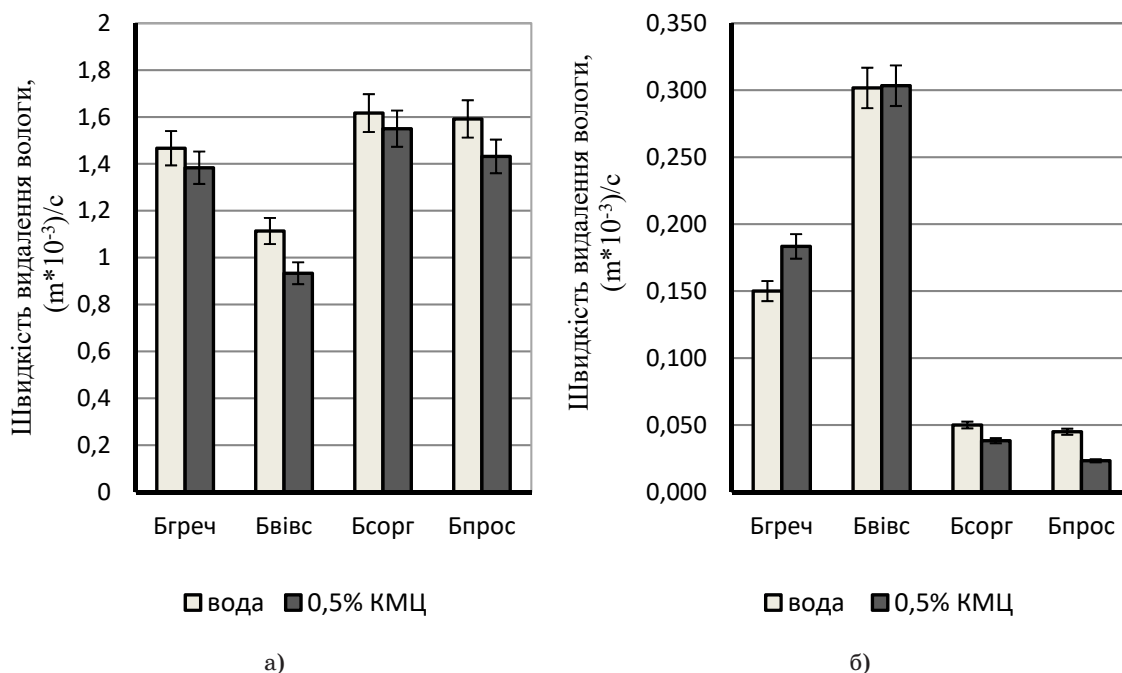


Рис. 3. Швидкість видалення вологи зі зразків тіста з різного видів борошна: а) вільної; б) зв'язаної [розроблено авторами]

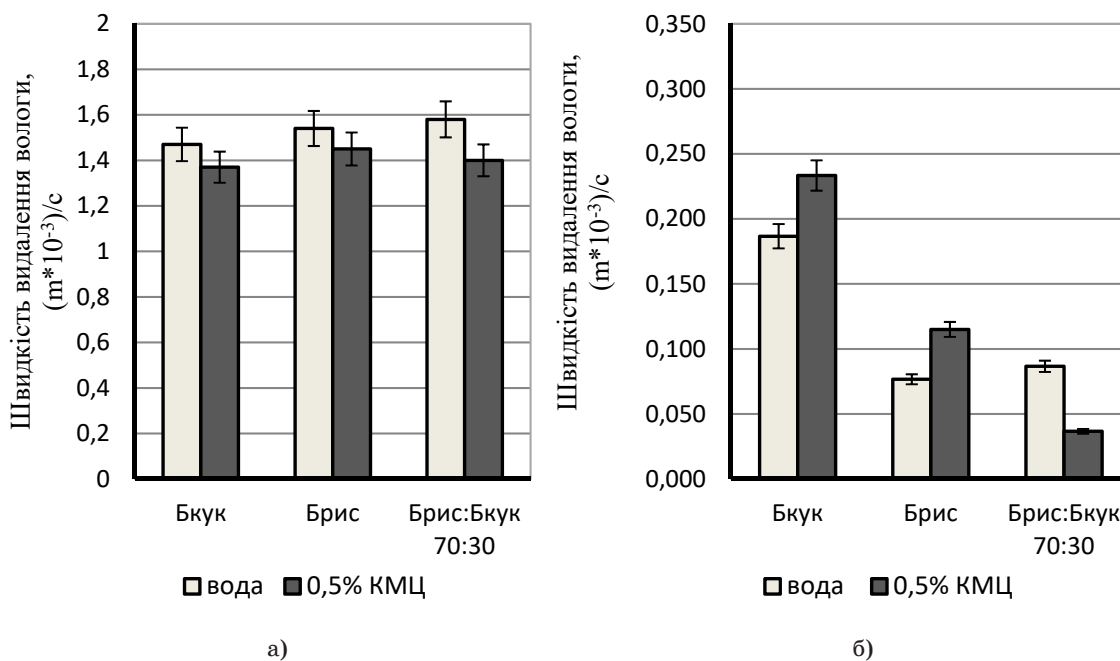


Рис. 4. Швидкість видалення вологи зі зразків тіста з кукурудзяного, рисового борошна та їх суміші: а) вільної; б) зв'язаної [розроблено авторами]

Таблиця 1

**Загальна кількість видаленої вологи з безглютенового тіста з додаванням КМЦ**  
[розроблено авторами]

Склад борошняної сировини	Кількість видаленої з тіста вологи, г,					
	загалом	вільної	зв'язаної	загалом	вільної	зв'язаної
	за використання в якості рідкої фази тіста:					
	води			0,5% -вого розчину КМЦ		
Б <sub>греч</sub>	0,97	0,88	0,09	0,94	0,83	0,11
Б <sub>вівс</sub>	0,85	0,67	0,18	0,74	0,56	0,18
Б <sub>сорг</sub>	1,0	0,97	0,03	0,95	0,93	0,02
Б <sub>прос</sub>	0,98	0,95	0,03	0,87	0,86	0,01
Б <sub>кук</sub>	1,0	0,89	0,11	0,96	0,82	0,14
Б <sub>рис</sub>	0,97	0,93	0,04	0,94	0,87	0,07
Б <sub>рис</sub> : Б <sub>кук</sub> 70:30	1,0	0,95	0,05	0,86	0,84	0,02

**Висновки і перспективи.** Можна припустити, що підвищена водоутримуюча здатність тіста зумовлюється додатковими білок-білковими взаємодіями між різними видами борошна в суміші — рисовим і кукурудзяним. Отримані дані добре узгоджуються з результатами попередніх лабораторних випікань і дозволяють пояснити

деяке зниження упіку за умов введення КМЦ до складу безглютенового бездріжджового хліба на основі борошняної суміші.

Усе вищевикладене доводить, що у присутності добавок, здатних регулювати структурно-механічні властивості тіста, відбуваються помітні позитивні зміни його гідратаційних властивостей.

**Література**

1. Scherf, K. A., & Poms, R. E. (2016). Recent developments in analytical methods for tracing gluten. *Journal of Cereal Science*, 67, 112–122.
2. Marco, C., & Rosell, C. M. (2008). Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. *Journal of Food Engineering*, 88(1), 94–103.
3. Gómez, M., Talegón, M., & Hera, E. (2013). Influence of Mixing on Quality of Gluten-Free Bread. *Journal of Food Quality*, 36(2), 139–145.
4. Moreira, R., Chenlo, F., & Torres, M. D. (2013). Effect of chia (*Sativa hispanica* L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 160–166.
5. Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., León, A. E., & Pérez, G. T. (2010). Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International journal of food science & technology*, 45(11), 2306–2312.
6. Moreira, R., Chenlo, F., & Torres, M. D. (2011). Rheological properties of commercial chestnut flour doughs with different gums. *International journal of food science & technology*, 46(10), 2085–2095.
7. Anton, A. A., & Artfield, S. D. (2008). Hydrocolloids in gluten-free breads: a review. *International journal of food sciences and nutrition*, 59(1), 11–23.
8. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food engineering*, 79(3), 1033–1047.