

УДК 664.644.4

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОКОЛОЇДІВ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ  
У ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА**

*Дробот В. І.*, д.т.н, проф., член-кор. НААН,  
Національний університет харчових технологій, м. Київ  
ORCID ID: 0000-0002-2790-059X

*Приходько Ю. С.*, аспірант,  
ORCID ID: 0000-0002-4528-265X

Національний університет харчових технологій, м. Київ

*Бережна Г. О.*, магістр,  
Національний університет харчових технологій, м. Київ  
ORCID ID: 0000-0002-6325-6586

*Бєла Н. І.*, пр.фах.,  
відділу хлібопекарного та борошномельно-круп'яного виробництва  
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ  
ORCID ID: 0000-0002-3024-9486

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-10>

*Предметом досліджень були камеді природного походження, а саме гуару, тари, рожкового дерева, камедь ксантану, що продукується мікроорганізмами та похідна ефіру целюлози – гідроксипропілметилцелюлози (ГПМЦ), їх структуроутворювальна здатність у безглютеновій тістовій системі. Метою роботи було обґрунтування та розроблення складу суміші структуроутворювачів для використання у технології хлібобулочних безглютенових виробів шляхом дослідження їх впливу на технологічний процес і якість готових виробів. Дослідження проводили методом пробного випікання за якого тісто готували безопарним прискореним способом – без бродіння. Основною сировиною для виготовлення хліба були кукурудзяний та картопляний крохмалі. Порівнювали перебіг технологічного процесу приготування безглютенового хліба за різного співвідношення структуроутворювачів у рецептурі. Вплив гідроколоїдів на показники технологічного процесу та якість виробів визначали загальноприйнятими методами. Експериментальні дані обробляли методом математичної статистики. В результаті проведених досліджень знайшли подальший розвиток дослідження щодо використання структуроутворювачів у технології виробництва безглютенового хліба, встановлено високу ефективність використання у безглютеновій тістовій системі ГПМЦ. Доведено, що кращі органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба досягаються за використання суміші камеді гуару і ГПМЦ у співвідношенні 60:40. За додання в тісто суміші в такій кількості тісто краще розпушується, також прискорюється вистоювання тістових заготовок, покращується пористість, еластичність м'якушки та інші показники, притаманні хлібобулочним виробам. Результати досліджень можуть бути використані в хлібопекарській промисловості з розроблення рецептур безглютенових виробів з метою розширення їх асортименту.*

**Ключові слова:** харчові добавки – структуроутворювачі, безглютенове тісто, хліб, показники якості

**EFFICIENCY OF USING HYDROCOLOIDS OF DIFFERENT ORIGIN IN ANGLUCETENIC BREAD TECHNOLOGY**

**Drobot V.**, *D-r of Sciences, Technics, Professor, Corresponding Member of NAAS,*  
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-2790-059X

**Prihodko J.**, *Postgraduate,*  
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-4528-265X

**Berezhna H.**, *Student,*  
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-6325-6586

**Biela N.**, *Senior Specialist,*  
Department of Bakery and Flour-and-Cereals Production  
Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-3024-9486

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-12-10>

*Natural gums, namely guar, tare, carob tree, xanthan gum produced by microorganisms and cellulose derivative – hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), their structuring ability in gluten-free dough system were subjects of research. The purpose of the work was to substantiate and develop the composition of a mixture of structure formers for use in the technology of bakery gluten-free products by studying their influence on the technological process and the quality of finished products. The research was carried out using baking method, in which the dough was prepared by straight dough accelerated method – without fermentation. The main raw material for making bread was corn and potato starches. The processes of preparation of gluten-free bread for a different ratio of formulation in the formulation were compared. The influence of hydrocolloids on the parameters of the technological process and the quality of products were determined by generally accepted methods. Experimental data was processed by the method of mathematical statistics. As a result of the conducted researches, the use of structure formers in the technology of production of gluten-free bread got further development, and the high efficiency of use of HPMC in the gluten-free dough system has been established. It has been proved that the best sensorial, physical and chemical indicators of bread quality were achieved using a mixture of guar gum and HPMC in a ratio of 60:40. By adding a mixture to the dough in such a quantity, the dough is loosened better, the dough withstanding is also accelerated, porosity, elasticity and other indicators of bakery products are improved. The research results can be used in the bakery industry to develop recipes of gluten-free products in order to expand their assortment.*

**Key words:** *nutritional supplements, structuring agents, gluten-free dough, bread, quality indicators*

У формуванні об'єму пшеничного хліба, структури та еластичності його м'якушки основна роль належить клейковинним білкам, які утворюють у тісті еластичний каркас, що забезпечує газо- і формоутримувальну здатність тіста, обумовлює хороші показники якості готових виробів.

Для формування структури тіста і хліба з безглютенової сировини використовують харчові добавки – структуроутворювачі. Здебільшого це камеді рослинного або мікробіологічного походження, похідні ефірів целюлози, пектини, альгінати та ін [1].

Рослинні камеді відносяться до групи галактомананів – сахаридів, що складаються з манози і галактози у різному співвідношенні. Це нейтральні полісахариди без іонних властивостей.

Головний ланцюг їх молекули складається з молекул  $\beta$ -Д манози, бокові ланцюги  $\alpha$ -Д галактози.

Технологічні властивості камедей залежать від структурних особливостей їх молекули, довжини ланцюгів, ступенів розгалуження природи функціональних груп.

Серед цих камедей камедь гуара має найкращу розчинність у холодній воді, утворює в'язкі псевдопластичні розчини, є хорошим емульгатором.

Близькою за властивостями до камеді гуара є камедь тари. Камедь рожкового дерева у холодній воді не розчиняється, вона розчинна за температури 45°C. Ці камеді зареєстровані як харчові добавки: камедь гуару – E412, тари – E417, рожкового дерева – E410.

Камеді гуара і тари широко використовуються у хлібопекарській, кондитерській, консервній промисловості як структуроутворювачі, загусники, вологоутримуючі агенти.

Камідь рожкового дерева використовується в меншій мірі через погану розчинність у тістових системах, що мають температуру 28–32°C.

Ксантанова камедь (E415) продукується мікроорганізмами *Xanthomonas campestris*. Вона являє собою екзополісахарид, головний ланцюг якого ідентичний молекулі целюлози, а бокові – це залишки молекул глюкози, манози, глюкуронової та пірвіноградної кислот ацетильних груп [2,3].

За даними низки дослідників ця камедь є кращим структуроутворювачем порівняно з іншими камедями, проявляє синергічні властивості за використання з камедями природного походження.

Так, у Харківському державному університеті харчування та торгівлі доведена доцільність використання 0,2–0,3% цієї камеді до маси крохмалю у технології безбілкових хлібобулочних виробів [4].

У НУХТ розроблена технологія безглютенового хліба з суміші крохмалів і борошна круп'яних культур за використання в якості структуроутворювача 1% камедей гуару і ксантану у співвідношенні 70:30 [4].

Цю камедь успішно використовують також у технології кексів з рисового борошна.

Проте, широке використання цієї камеді дещо стримується її вартістю, яка значно більша вартості інших структуроутворювачів.

В технології безглютенових кондитерських та хлібобулочних виробів багатьох країн в якості структуроутворювачів використовують похідні модифікованої целюлози. Зокрема, гідроксипропілцелюлозу – E463 та гідроксипропілметилцелюлозу – E464.

Ці харчові добавки добре розчиняються у холодній воді, утворюють гелеподібні розчини, проявляють емульгуючу та поверхневу активність, властивості стабілізатора багатокомпонентних дисперсних систем [6].

Серед інших добавок – структуроутворювачів відомий псиліум – камедеподібний слиз, що є харчовим волокном, його одержують з насіння рослин роду подорожників. Дослідженнями проведеними у Інституті продовольчих ресурсів НААН України встановлено, що за додання його в кількості 2,0% до маси основної сировини покращується об'єм та пористість безглютенового хліба [7].

**Мета роботи.** Провести дослідження впливу гідроколоїдів різної природи на технологічний процес і якість безглютенового хліба та на основі їх результатів розробити склад структуроутворювача для виготовлення хліба з безглютенової сировини.

**Матеріали та методи.** В роботі використовували камеді гуару, тари, рожкового дерева, ксантану, гідроксипропілметилцелюлозу та псиліум.

За проведення пробних випікань тісто готували за наведеною модельною рецептурою, розробленою на основі даних діючих рецептур на безглютенові вироби та літературних джерел [4,5].

- Крохмаль кукурудзяний – 90,0 кг
- Крохмаль картопляний – 10,0 кг
- Дріжджі пресовані – 3,0 кг
- Сіль кухонна – 2,0 кг
- Цукор білий кристалічний – 4,0 кг
- Олія соняшникова – 3,0 кг
- Структуруювач – 1,0 кг

Спосіб приготування тіста був безопарний, без бродіння. Тісто готували вологістю 50-52%, замішували у лабораторній машині ЛТ-900. Замішане тісто дозували у форми. Вистоювання проводили за температури 35±2°C до готовності, випікали у печі СЕШ-3.

**Результати та їх обговорення.** Встановлено (табл.1), що початкова і кінцева кислотність тіста з досліджуваними структуруювачами практично однакова. Порівняно з іншими зразками тривалість вистоювання зразка з ГПМЦ була меншою на 3 хв, а з псиліумом більшою на 5 хв.

Таблиця 1

**Показники технологічного процесу та якості хліба з суміші кукурудзяного та картопляного крохмалів за використання різних структуруювачів**

Показники	Внесено структуруювача 1% до маси крохмалів						
	Гуарова камедь	Ксантанова камедь	Камедь тари	Камедь рожкового дерева	ГПМЦ	Псиліум	
<b>Тісто</b>							
Вологість, %	50,6	50,2	50,6	50,4	50,8	50,4	
Кислотність, град	початкова	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0
	кінцева	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
Тривалість вистоювання, хв	60	62	62	64	57	65	
Питомий об'єм тіста, см <sup>3</sup> / 100 г	2,31	2,38	2,30	2,25	2,47	2,20	
<b>Хліб</b>							
Питомий об'єм хліба, см <sup>3</sup> / 100 г	3,24	3,32	3,20	3,06	3,48	2,92	
Пористість, %	71	72	70	69	73	67	
Кислотність, град	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	
Стан поверхні	З невеликими тріщинами і підривами				Без тріщин і підривів		
Колір скоринки	Світло-коричневий					Світло - золотий	
Колір м'якушки	Світло-кремовий				Білий з кремовим відтінком	Світло - кремовий	
Структура пористості	Дрібна, тонко-стінна	Середня тонко-стінна	Дрібна тонко-стінна з порожнотами	Середня, тонко-стінна	Середня, тонко-стінна	Дрібна товсто-стінна	
Смак і аромат	Власивий даному виду виробів, без стороннього присмаку і запаху						

Серед зразків з природними камедями кращий питомий об'єм тіста і хліба мав зразок з камеддю гуару. Зразок з камеддю мікробіологічного походження – ксантаном мав ці показники більші за нього на 2,2% та 2,4% відповідно. Найбільший питомий об'єм хліба мав зразок з ГПМЦ – на 4,8% більший, ніж зразок з ксантаном, цей зразок мав добре розвинену пористість, кращий стан скоринки. Щодо псиліума, то з цією добавкою показники, що визначались за проведення випікань було низькими. Тобто додання псиліуму 1% до маси крохмалів не є ефективним. Виходячи з цього можна передбачати, що ГПМЦ за меншої ніж ксантану вартості в поєднанні з найдешевшою камеддю гуару може бути ефективним структуроутворювачем у технології безглютенового хліба.

З метою підтвердження зробленого передбачення і встановлення оптимального співвідношення ГПМЦ і камеді гуару у суміші структуроутворювача були проведені пробні випікання хліба.

Тісто готували за модельною рецептурою з доданням 1% суміші гідроколоїдів у співвідношенні гуар: ГПМЦ 80:20; 70:30; 60:40; 50:50. Контролем був зразок з доданням 1% гуару. Результати досліджень показали в (табл.2), що за збільшення в суміші вмісту ГПМЦ збільшується об'єм хліба. Найкращу якість мав зразок за співвідношення камеді гуару і ГПМЦ 60:40. Цей зразок мав об'єм більший за контрольний на 9,3%, середню тонкостінну пористість, еластичну м'якушку, поверхня його була рівномірно забарвлена, без підривів, з незначними тріщинками. За збільшення в суміші ГПМЦ до 50% збільшувалась товщина пор, м'якушка була дещо менше еластичною.

Таблиця 2

**Вплив співвідношення гуару і ГПМЦ в суміші на технологічний процес і якість хліба**

Показники	Контроль	Зразок 1 80:20	Зразок 2 70:30	Зразок 3 60:40	Зразок 4 50:50
Тісто					
Вологість,%	50,6	51,0	50,3	50,7	50,3
Кислотність, град	початкова	0,9	0,9	1,0	1,1
	кінцева	1,1	1,1	1,2	1,3
Тривалість вистоювання, хв	60	57	56	56	55
Питомий об'єм тіста, см <sup>3</sup> /100 г	2,31	2,49	2,57	2,66	2,68
Хліб					
Питомий об'єм хліба, см <sup>3</sup> / 100 г	3,24	3,35	3,46	3,54	3,50
Пористість,%	71	72	73	74	73
Кислотність, град	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
Стан поверхні	З невеликими тріщинами і підривами			Без підривів з незначними тріщинками	З невеликими підривом і незначними тріщинами.
Колір скоринки	Світло-коричневий				
Колір м'якушки	Світло- кремовий	Білий з жовтим відтінком			
Структура пористості	Дрібна, тонкостінна		Середня, тонкостінна	Середня, тонкостінна	Дрібна, тонкостінна з пустотами
Смак і аромат	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку і запаху				



**Висновки**

Для забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей тіста та споживчих властивостей безглютенових хлібобулочних виробів поряд з іншими структуроутворювачами ефективно використовувати суміш камеді гуару і ГПМЦ у співвідношенні 60:40. Поряд із забезпеченням якості виробів за використання цієї суміші в порівнянні з відомою сумішшю гуару і ксантану зменшуються затрати на структуроутворювач.

**Бібліографія**

1. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. 6-е изд., испр. и доп. СПб.: ГИОРД, 2005. 200 с.
2. Дорохович А. М., Оболкіна В. І., Гавва О. О., Кияниця С. Г. Нові види гідроколоїдів і можливість їх використання при виробництві кондитерської продукції. Вісник Донецького державного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Дон.:ДонДУЕТ, 2004. №1. С. 36–46.
3. Хрущева Л. В., Цветкова Е. А. Гидроколоиды полисахаридной природы. Пластические массы. 2014. № 3–4. С.39–45.
4. Луньова О. С., Кучерук З. І. Наукове обґрунтування технології дієтичних і безбілкових хлібобулочних виробів. Харчова наука і промисловість. 2011. №1(14). С.25–30.
5. Грищенко А. М., Удворгелі Л. І., Михонік Л. А., Ковалевська Є. І. Дослідження структурно-механічних властивостей безбілкового тіста з камедями гуару і ксантану. Харчова наука і технологія. 2010. №1. С.63–65.
6. Европейский рынок гидроколлоидов. Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2000. №1. С.12–13.
7. Писарець О. П., Бела Н. І., Гетьман І. А., Семенова А. Б. Доцільність застосування псиліуму у якості структуроутворювачів в технології безглютенових хлібобулочних виробів. О. П. Писарець, Продовольчі ресурси. 2018. № 10. С.232–236.

**References**

1. Sarafanova L. (2002). Prymenenye pyshchevyh dobavok (tekhnolohycheskye rekomendatsyy). [Use of food additives (technological recommendations)]. SPb: GIORD, 160 p. [in Russian].
2. Dorohovich A., Obolkina V, Gavva O., Kyianytsia S. (2004). Novi vydy hidrokoloïdiv i mozhlyvist yikh vykorystannia pry vyrobnytstvi kondyterskoi produktsii. [New types of hydrocolloids and the possibility of their use in the manufacture of confectionery products]. Visnyk Donetskoho derzhavnoho universytetu ekonomiky i torhivli im. M. Tuhana-Baranovskoho. [The bulletin of the Donetsk State University of Economics and Trade named after M.Sc. M. Tugan-Baranovsky]. №1. P. 36–46. [in Ukrainian].
3. Khrushcheva L., Tsvetkova E. (2014). Hidrokoloïdy polysakharydnoi pryrody. [Polysaccharide hydrocolloids]. Plastycheskye massy. [Plastic masses]. №3–4. P.39–45. [in Russian].
4. Lunova O., Kucheruk Z. (2011). Naukove obgruntuvannia tekhnolohii diietychnykh i bezbilkovykh khlibobulochnykh vyrobiv. [Scientific substantiation of the technology of dietary and protein-free bakery products]. Kharchova nauka i promyslovist. [Food Science and Industry]. №1(14). P.25–30. [in Ukrainian].
5. Grishchenko A., Udvorheli L., Mikhonik L., Kovalevska Ya. (2010). Doslidzhennia strukturno-mekhanichnykh vlastyvostei bezbilkovoho tista z kamediami huaru i ksantanu. [Investigation of structural and mechanical properties of protein-free dough with guar and xanthan gum]. Kharchova nauka i tekhnolohiia. [Food Science and Technology]. №1. P.63–65. [in Ukrainian].

6. Evropeyskiy rynek gidrokolidov (2000). [European market of hydrocolloids]. Pishchevyye ingredienty. Syrye i dobavki. [Food Ingredients. Raw materials and additives]. №1. P.12–13. [in Russian].

7. Pisarets O., Bela N., Getman I., Semenova A. (2018). Dotsilnist zastosuvannya psylliumu u yakosti strukturoiutvoriuvachiv v tekhnolohii bezgliutenovykh khlibobulochnykh vyrobiv. [The expediency of the use of psyllium as structural agents in the technology of gluten-free bakery products]. Prodovolchi resursy. [Food Resources]. № 10. P.232–236. [in Ukrainian].