

УДК 664.664.4:663.918

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КЕКСІВЮдіна Т. І., д.т.н., професор
<https://orcid.org/0000-0002-7407-4534>Безрученко О. М., аспірант
<https://orcid.org/0000-0001-6397-8194>

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-20>

Предмет дослідження. Технологічні властивості кукурудзяного та рисового борошна. Одними з найбільш поширених харчових продуктів категорії *freefrom* визнано безглютенові, які призначені для харчування хворих на целиацію – хронічне генетично детерміноване захворювання, що характеризується непереносимістю глютену (злаковий білок пшениці, жита, ячменю, вівса). За оцінками експертів ВООЗ, щороку 450 тисяч українців страждають на целиацію. На сьогодні доцільність створення нових рецептур і технологій безглютенових борошняних кондитерських виробів зумовлена насамперед їх високою затребуваністю та вузьким асортиментом вітчизняного виробництва. У технології безглютенових борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів, використовуються економічно доступні види борошна – рисове та кукурудзяне. Специфічний хімічний склад і гранулометричні характеристики означених видів аглютенового борошна суттєво впливають на реологічні властивості тіста та якість готових виробів. За відсутності клейковинних білків кукурудзяне та рисове борошно проявляють особливі здатності до вологопоглинання та вологоутримання, які відрізняються від тих, що притаманні пшеничному борошну. Проте дослідження в цьому напрямі мають лише фрагментарний характер. Мета. Дослідження впливу гранулометричного складу та вмісту пошкодженого крохмалю аглютенового борошна на його вологопоглинальну здатність. **Методи.** Встановлення гранулометричного складу кукурудзяного та рисового борошна проведено методом середньомасового діаметра з використанням програмного забезпечення Cooling Tech 4.5. Вологопоглинальну здатність борошна визначено фаринографом фірми Brabender (Німеччина), вміст пошкодженого крохмалю – автоматизованим аналізатором пошкодженого крохмалю SDmatic фірми Chopin (Франція). **Результати.** Визначено дисперсність кукурудзяного та рисового борошна, досліджено вплив розміру часток та вмісту пошкодженого крохмалю на вологопоглинальну здатність означених видів аглютенового борошна. **Застосування результатів.** Отримані результати досліджень в подальшому будуть використані при розробці технології безглютенових кексів.

Ключові слова: целиація, аглютенове борошно, рисове борошно, кукурудзяне борошно, гранулометричний склад, вологопоглинальна здатність, вміст пошкодженого крохмалю, безглютенові кекси

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CEREAL FLOUR
FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE CUPCAKESTatiana Yudina, D-r of Sc., Engineering, Professor,
<https://orcid.org/0000-0002-7407-4534>Olha Bezruchenko, Postgraduate
<https://orcid.org/0000-0001-6397-8194>

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2022-19-20>

Subject of research. Technological properties of corn and rice flour. One of the most common food products of the *free-from* category is gluten-free, which is intended for the nutrition of patients with celiac disease – a chronic genetically determined disease characterized by intolerance to gluten (cereal protein of wheat, rye, barley, oats). According to WHO experts, 450 thousand of Ukrainians suffer from celiac disease every year. Today, the expediency of creating new recipes and technologies for gluten-free bakery products is primarily due to their high demand and narrow range of domestic production. The technology

of gluten-free bakery products, in particular cupcakes, uses available types of flour – rice and corn. The specific chemical composition and granulometric characteristics of these types of gluten-free flour significantly affect the rheological properties of the dough and for quality of finished products. In the absence of gluten proteins, corn and rice flours show special abilities for moisture absorption and moisture retention, which differ from those inherent in wheat flour. However, research in this direction is only fragmentary. **Purpose.** Study the influence of granulometric composition and content of damaged starch of aggluten flour on its moisture absorption capacity. **Methods.** Establishing the granulometric composition of corn and rice flour was carried out by the method of average mass diameter using Cooling Tech 4.5 software. The moisture absorption capacity of flour was determined by a farinograph of Brabender (Germany), and the content of damaged starch was determined by an automated analyzer of damaged starch SDmatic of Chopin (France). **Results.** The dispersibility of corn and rice flour was determined. The influence of particle size and damaged starch content on the moisture absorption capacity of these types of aggluten flour was studied. **Scope of research results.** The obtained research results will be further used in the development of gluten-free cupcake technology.

Key words: celiac disease, aggluten flour, rice flour, corn flour, particle size distribution, moisture absorption capacity, damaged starch content, gluten-free cupcakes

Постановка проблеми. За оцінками експертів ВООЗ, щороку 450 тисяч українців страждають на целиацію – хронічне генетично детерміноване захворювання, що характеризується непереносимістю глютену і найбільш часто виявляється у дітей у віковій групі від півроку до двох [1]. Середній вік пацієнтів, у яких діагностується целиація, становить 45 років, у 25% целиація виявляється у віковій групі старше 60-и років [2-4].

Єдиним способом лікування цього захворювання і профілактики всіх його важких ускладнень є строге дотримання безглютенової дієти. При цьому з раціону виключаються всі продукти з пшеничного і житнього борошна, вівса, ячменю. Серед злакових культур дозволено вживати гречку, кукурудзу, рис. Молоко і молочні продукти виключають, оскільки целиація часто супроводжується гіполактазією. Використовують свіжий кисломолочний сир у натуральному вигляді і у виробах, масло вершкове [5].

На сьогодні доцільність створення нових рецептур і технологій безглютенових харчових продуктів зумовлена насамперед їх високою затребуваністю та вузьким асортиментом вітчизняного виробництва. Особливу увагу, на наш погляд, слід приділити хлібопекарській продукції та борошняним кондитерським виробам (БКВ), які є найбільш повсякденно вживаними і виступають головним джерелом глютену, бо включають пшеничне борошно як основний сировинний ресурс.

У технології безглютенових борошняних кондитерських виробів, зокрема кексів, використовуються економічно доступні види борошна – рисове та кукурудзяне [6]. Специфічний хімічний склад і гранулометричні характеристики означених видів аглютенного борошна суттєво впливають на реологічні властивості тіста та якість готових виробів. За відсутності клейковинних білків кукурудзяне та рисове борошно проявляють особливі здатності до вологопоглинання та вологоутримання, які відрізняються від тих, що притаманні пшеничному борошну [7, 8].

Створенням науково-практичних засад виробництва безглютенових харчових продуктів відзначаються праці вітчизняних та зарубіжних учених, серед яких: В. І. Дробот, А. М. Дорохович, Н. Л. Лобачової, О. В. Немиріч, Л. С. Jeffrey, D. Perlmutter, K. Loberg, E. Gallagher, J. L. Casper [9-13]. Загалом науковцями показано, що вологопоглинальна (ВПЗ) та вологоутримувальна здатність (ВУЗ) борошна залежить від виду, хімічного складу борошна, ступеня здрібнення ендосперму зерна та вмісту висівкових часточок. Проте дослідження в цьому напрямі мають лише фрагментарний характер. Саме тому мета роботи – дослідження впливу гранулометричного складу та вмісту пошкодженого крохмалю аглютенного борошна на його вологопоглинальну здатність.

Матеріали і методи. У роботі використано чотири зразки кукурудзяного борошна вітчизняних виробників: борошно тонкого помелу ТОВ «Сквирський комбінат

хлібопродуктів» Сківрянка, ТОВ «Каскад» Mr. Tally, ТОВ «Органік Еко-продукт» та обойне борошно ТОВ «Добродія Фуд»; 4 зразки рисового борошна: ТОВ «World Rise», ТОВ «Каскад» Mr. Tally, ТОВ «Органік Еко-продукт» та ТОВ «Бізнес-школа»; пшеничне борошно вищого ґатунку ТМ «Хуторок». Мікрофотографії виконано цифровим мікроскопом *CL PC camera 4.5*. Під час визначення дисперсного складу борошна з різних частин спожиткової тари відібрано чотири точкові проби та з кожної точкової проби з відстані 0.5 ± 0.2 мм (за роздільної здатності камери 5 Мрх) зроблено по п'ять фотографій мікроструктури зразка. Встановлення гранулометричного складу борошна проведено методом середньомасового діаметра з використанням програмного забезпечення *Cooling Tech 4.5*. Вологопоглинальну здатність борошна визначено фаринографом фірми *Brabender* (Німеччина) [14], вміст пошкодженого крохмалю – аналізатором пошкодженого крохмалю *SDmatic* фірми *Chopin* (Франція).

Результати. Важливою технологічною властивістю аглютенowego борошна, від якої залежить вологість та реологічні властивості тіста, є його водопоглинальна здатність (ВПЗ) – кількість води, яку спроможне поглинути борошно під час утворення тіста нормальної консистенції і яка обумовлена вмістом та станом біополімерів, здатних до набрякання: білків, крохмалю, пентозанів.

Відомо [15, 16], що основними чинниками, які суттєво впливають на ВПЗ борошна, швидкість утворення тіста та його консистенцію, виступає гранулометричний склад, тобто розмір часток, які зв'язані між собою в агломерати та вміст пошкодженого крохмалю. Тому, враховуючи викладене вище, у проведеній серії експериментів було досліджено вплив гранулометричного складу та вмісту пошкодженого крохмалю на ВПЗ кукурудзяного та рисового борошна.

Визначено розмірність часток чотирьох зразків кукурудзяного борошна, чотирьох зразків рисового борошна та пшеничного борошна ТМ «Хуторок» методом «темного поля». Фрагменти мікрофотографій наведено на рис. 1-3.

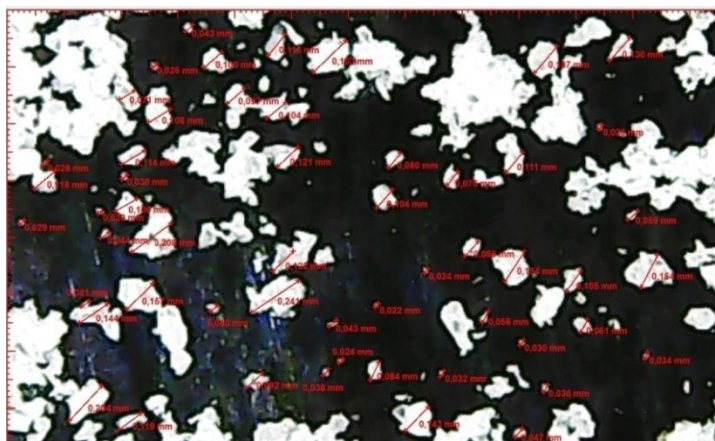


Рис. 1. Визначення розмірів часток пшеничного борошна ТМ «Хуторок»

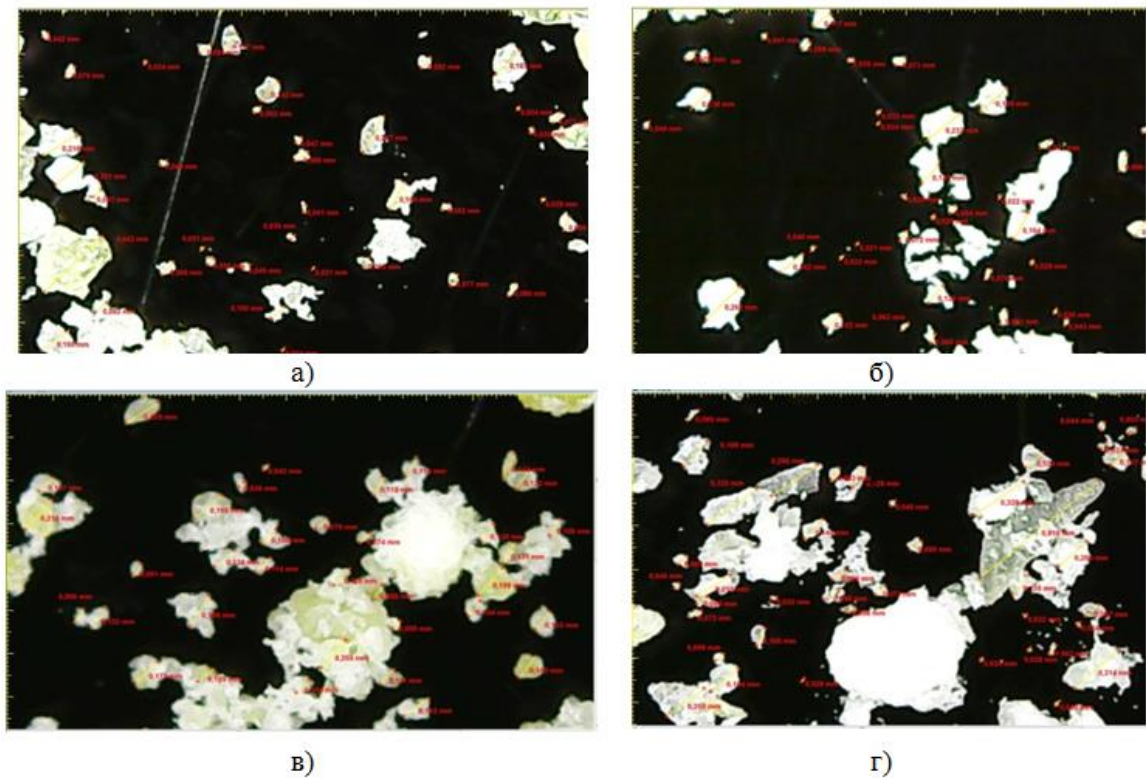


Рис. 2. Визначення розмірів часток кукурудзяного борошна

а) зразок 1 (Сквірянка); б) зразок 2 (ТОВ «Каскад», Mr.Tally);
в) зразок 3 (ТОВ «Органік Еко-продукт»); г) зразок 4 (ТОВ «Добродія фуд»)

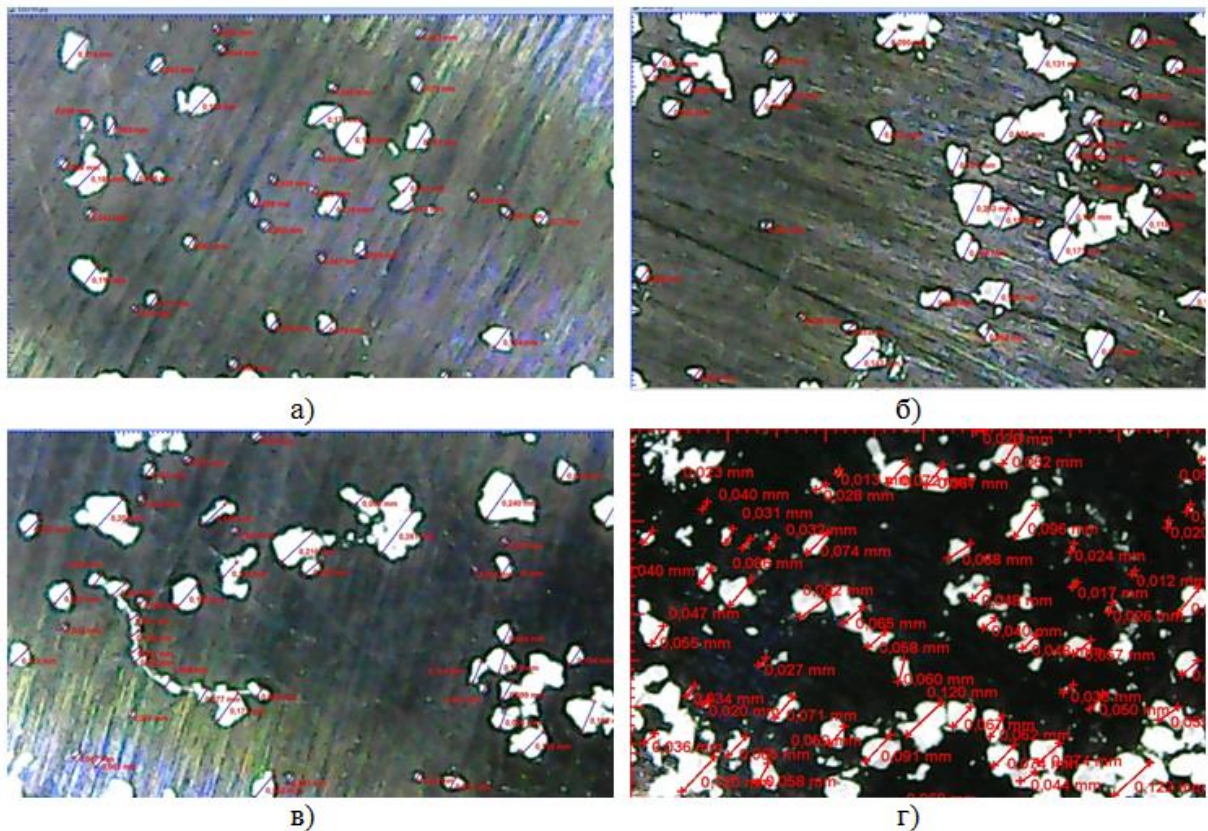


Рис. 3. Визначення розмірів часток рисового борошна

а) зразок 1 (ТОВ «World Rise»); б) зразок 2 (ТОВ «Каскад», Mr.Tally);
в) зразок 3 (ТОВ «Органік Еко-продукт»); г) зразок 4 (ТОВ «Бізнес-школа»)

Дисперсний розподіл часток рисового та кукурудзяного борошна наведено на рис. 4, 5.

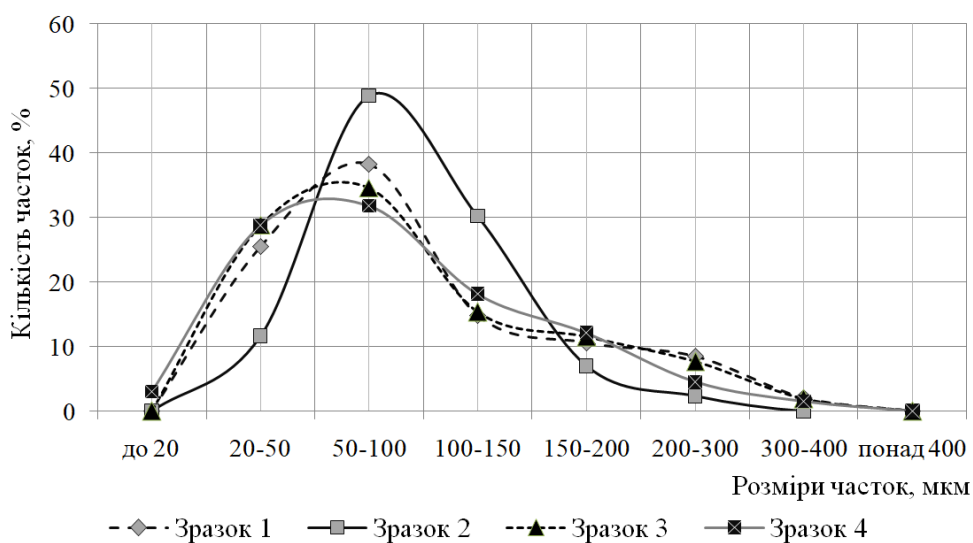


Рис. 4. Калібрувальний графік кількості часток різних розмірів рисового борошна

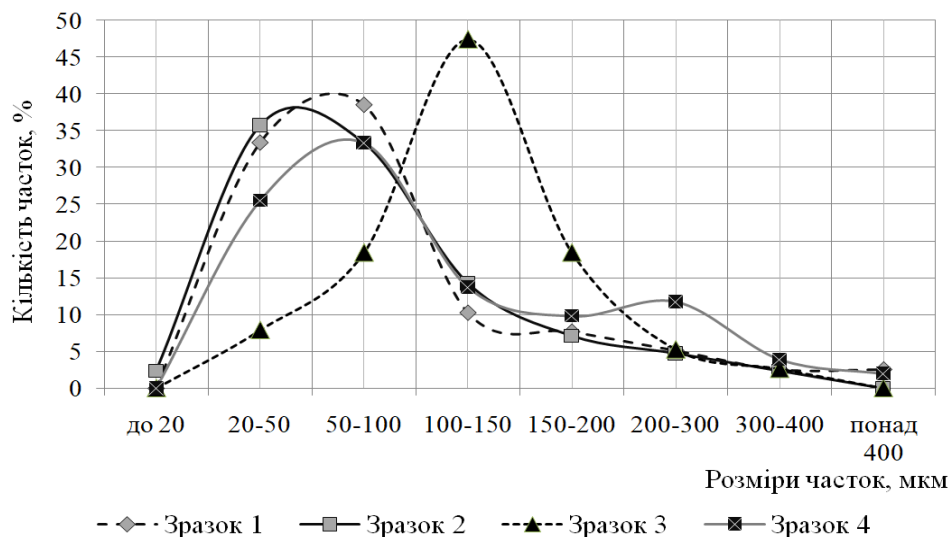


Рис. 5. Калібрувальний графік кількості часток різних розмірів кукурудзяного борошна

Отримані результати (рис. 4) свідчать, що найбільшу питому вагу в рисовому борошні всіх зразків мають частки розміром 50-100 та 100-150 мкм, у незначній кількості також присутні частки розміром 150-200 мкм. Вміст пошкодженого крохмалю знаходиться в межах 16,5-21,2 UCD, що відповідає рекомендаціям для виробників українського борошна (18-23 UCD). Рисове борошно характеризується відносною однорідністю за розміром часток (101,97-108,68 мкм), високим ступенем дисперсності та, як наслідок, гарною вологопоглинальною здатністю – 65,3...68,4%.

Результати досліджень, що характеризують властивості кукурудзяного борошна за такими показниками як гранулометричний склад, вміст пошкодженого крохмалю, вологопоглинальна здатність наступні (табл. 1).

Аналіз гранулометричного складу кукурудзяного борошна показав, що найбільшу кількість гранул двох самих крупних фракцій (>300 мкм та >200≤ 300 мкм) містить борошно обойне ТОВ «Добродія Фуд» (17,68%) та борошно тонкого помелу підприємства «Сквирський комбінат хлібопродуктів» (10,3%). Найбільш питому вагу у кукурудзяному борошні ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів» та ТОВ «Каскад» (33,4 та 38,1%

відповідно) мають частки розміром $>20 \leq 50$ мкм та <20 мкм. Кількість гранул розміром $>50 \leq 200$ мкм коливається для різних зразків борошна від 55% до 85%.

Таблиця 1

Технологічні властивості кукурудзяного борошна різних сортів

Показник	Кукурудзяне борошно виробників				Борошно пшеничне вищого гатунку ТМ «Хуторок»
	Тонкого помелу			Обойне	
	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	
	Сквірянка	Mr.Tally	Органік Еко-продукт	Добродія Фуд	
Крупність, %					
> 300 мкм	5,1	2,4	2,63	5,88	0,2
$>200 \leq 300$ мкм	5,2	4,8	5,3	11,8	1,0
$>150 \leq 200$ мкм	7,7	7,1	18,4	9,8	18,3
$>100 \leq 150$ мкм	10,3	14,3	47,4	13,7	34,2
$>50 \leq 100$ мкм	38,46	33,3	18,4	33,4	27,7
$>20 \leq 50$ мкм	33,3	35,7	7,8	25,5	14,3
<20 мкм	$<0,1$	2,4	$<0,1$	$<0,1$	4,3
Середн. діаметр часток, мкм	104,26	105,37	134,11	153,84	98,0
Однорідність часток, од.пр.	0,63	0,62	0,59	0,68	0,52
Вміст пошкодженого крохмалю, UCD	31,9	29,0	22,9	8,5	19,1
Вологопоглинальна здатність, % (за фаринографом)	69,7	72,4	63, 5	59,1	58

Попередніми дослідженнями [17] доведено, що частки кукурудзяного борошна розміром 20-50 мкм, понад 300 мкм мають низький показник ВПЗ. Це зумовлено тим, що під час поглинання води невеликими частками утворюється насичений в'язкий шар, який запобігає контакту інших часток з водою. Чим більші частки борошна, тим з меншою швидкістю відбувається процес утворення тіста, що пов'язано зі зниженням швидкості проникнення води в середину білка.

Середній діаметр часток кукурудзяного борошна виробників ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів» та ТОВ «Каскад» істотно не відрізняється і складає 104,26-105,37 мкм, що незначно більше означеного показника для пшеничного борошна – 98,0 мкм. Таким чином, найбільш дрібною за кількістю крупних фракцій є борошно тонкого помелу ТОВ «Каскад», Mr.Tally.

За показником «однорідності часток» високим ступенем дисперсності характеризується кукурудзяне борошно ТОВ «Органік Еко-продукт» (коефіцієнт однорідності 0,59) та борошно ТОВ «Каскад», Mr.Tally (0,62).

Визначено, що найбільшим показником вологопоглинальної здатності вирізняється кукурудзяне борошно виробника ТОВ «Каскад», Mr.Tally (72,4%), що, з нашої точки зору, зумовлено не тільки низькою крупністю борошна, а й високим вмістом пошкодженого крохмалю (29,0 UCD), який істотно впливає на підвищення його вологопоглинальної здатності.

Висновки. Визначено дисперсність кукурудзяного й рисового борошна, досліджено вплив розміру часток і вмісту пошкодженого крохмалю на вологопоглинальну здатність означених видів аглютенного борошна. За отриманими результатами дослідження рекомендується в подальшому при розробці технології безглютенових кексів використовувати рисове та кукурудзяне борошно тонкого помелу виробника ТОВ «Каскад», Mr.Tally як такі, що мають найбільш сприятливі технологічні властивості та в яких кількість глютену, як підтвердили лабораторні аналізи, не перевищує 20 ppm (20 мг/кг), що є основною вимогою до якості сировини для хворих на целиацію.

Бібліографія

1. Наумова О. А. Особенности питания больных целиакией. Сучасні медичні технології. 2017. № 2. С. 124-127.
2. Elke A., Dal Bello F. Science of Gluten-Free Foods and Beverages. 2009. <https://www.elsevier.com/books/science-of-gluten-free-foods-and-beverages/arendt/978-1-891127-67-0>.
3. Perlmutter D., Loberg K. Grain brain: the surprising truth about wheat, carbs, and sugar – your brain's silent killers. New York, USA: Little, Brown i Company, 2013. P. 336.
4. Jeffrey L. C., Atwell W. A. Gluten-free baked products. AACCC International, Inc., 2014. 88 p.
5. Горобець А. О. Особливості харчування дітей при целиакії. Медицина транспорту України. 2015. № 3-4. С. 45-50.
6. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного призначення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: 05.18.16. Київ, 2010. 39 с.
7. Медведєва А. Технологія безглютенових булочних виробів. Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». 2018. № 4 (28). С. 115-123. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)11](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)11).
8. Mancebo Camino M., Rodriguez Patricia, Gomez Manuel. Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. LWT Food Scienc and Technology. 2016. Vol. 67. P. 127-132.
9. Чудік Ю. В., Сафонова О. М. Регулювання водопоглинальної здатності борошняних сумішей. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник ХДТУСГ. Вип. 16. Харків: ХДТУСГ, 2003. С. 165-170.
10. Авершина О. Б. Дослідження хлібопекарських властивостей фракції борошна з підвищеним вмістом білкових речовин. Зб. наук. пр. студентів «Науковий пошук молодих дослідників». Серія: Технічні науки. № 2. Луганськ: ДЗ ЛНУ імені Тараса Шевченка. 2013. С. 31-35.
11. Лобачова Н. Л. Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів: монографія. Суми: Сумський нац. аграрний ун-т, 2015. 214 с.
12. Дробот В. І., Грищенко А. М. Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба. Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. Донецьк: Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. 2013. Вип. 30. С. 52-58.
13. Лісовська Т. О., Чорна Н. В., Дьяков О. Г. Дослідження реологічних властивостей бісквітного тіста з використанням екструдованого кукурудзяного борошна. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2016. № 2/11 (80). С. 19-23.
14. ДСТУ 7045:2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників. Київ: Держстандарт України, 2009. 18 с.
15. Дорохович А. М., Лазоренко Н. П. Маффіни на безглютеновому борошні для хворих на целиакію. Ukrainian Food Journal. 2012. № 1. С. 58-61.
16. Грищенко А. М., Дробот В. І. Технологічні властивості безглютенових видів сировини. Наук. пр. ОНАХТ. 2010. Вип. 46, Т. 1. С. 162-166.
17. Юдіна Т., Романенко Р., Безрученко О. Підвищення технологічного потенціалу аглютенової борошняної сировини. Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». 2020. №4 (36). С. 93-103.

References

1. Naumova, O. A. (2017). Osobennosti pitaniya bol'nyh celiakiej [Nutritional features of celiac patients]. Suchasni medichni tehnologii – Modern medical technologies, 2,124-127 [in russian].
2. Elke, A., Dal Bello, F. (2009). Science of Gluten-Free Foods and Beverages. Retrieved from <https://www.elsevier.com/books/science-of-gluten-free-foods-andbeverages/arendt/978-1-891127-67-0>.
3. Perlmutter, D., Loberg, K. (2013). Grain brain: the surprising truth about wheat, carbs, and sugar – your brain's silent killers. New York, USA: Little, Brown i Company.
4. Jeffrey, L. C., Atwell, W. A. (2014). Gluten-free baked products. AACCC International, Inc.
5. Gorobec, A. O. (2015). Osoblyvosti harchuvannja ditej pry celiakii [Features of children's nutrition in celiac disease]. Medycyna transportu Ukrainy [Transport medicine of Ukraine]. 3-4, 45-50 [in Ukrainian].

6. Dorohovych, V. V. (2010). Naukove obg'runtuvannja ta rozroblennja tehnologij boroshnjanyh kondyterskyh vyrobiv specialnogo dijetychnogo pryznachennja [Scientific substantiation and development of technologies of flour confectionery products of special dietary purpose]. Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
7. Medvedjeva, A. (2018). Tehnologija bezgljutenovyh bulochnyh vyrobiv [Technology of gluten-free bakery products]. Mizhnarodnyj naukovo-praktychnyj zhurnal "Tovary i rynky" [International Scientific and Practical Journal "Commodities and Markets"]. 4 (28). P. 115-123. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018\(28\)11](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2018(28)11) [in Ukrainian].
8. Mancebo, Camino M., Rodriguez, Patricia, & Gomez, Manuel. (2016). Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. LWT-Food Scienc and Technology. Vol. 67. P. 127-132.
9. Chudik, Ju. V., Safonova, O. M. (2003). Rehuliuвання водопоглинальної здатності борошняних сумішей. Suchasni napriamky tekhnolohii ta mekhanizatsii protsesiv pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv [Regulation of water-absorbing capacity of flour mixtures. Modern directions of technology and mechanization of processes of processing and food production]. Harkiv: Visnyk HDTUSG [Bulletin of the KhNTUA]. 16. p. 165-170. [in Ukrainian].
10. Avershyna, O. B. (2013). Doslidzhennja hlibopekars'kyh vlastyvostej frakcii' boroshna z pidvyshhenym vmistom bilkovykh rechovyn [Investigation of baking properties of flour fraction with high protein content]. Zbirnyk naukovykh prac' studentiv "Naukovyj poshuk molodykh doslidnykiv". Serija: Tehnichni nauky [Collection of scientific works of students "Scientific search of young researchers". Series: Technical Sciences], Lugansk: DZ "LNU imeni Tarasa Shevchenka" [DZ "Taras Shevchenko LNU"]. 2. p. 31-35. [in Ukrainian].
11. Lobachova, N. L. (2015). Udoskonalennja tekhnolohii bezghliutenovykh khlibobulochnykh vyrobiv: monohrafiia [Improving the technology of gluten-free bakery products]. Sumy: Sumskyi nats. ahrarnyi un-t [Sumy National. Agrarian University]. [in Ukrainian].
12. Drobot, V. I., Gryshhenko, A. M. (2013). Tekhnolohichni aspekty vykorystannia boroshna krupianykh kultur u tekhnolohii bezghliutenovoho khliba. [Technological aspects of the use of cereal flour in the technology of gluten-free bread]. Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: temat. zb. nauk. pr. Donetsk: Donetskyi nats. un-t ekonomiky i torhivli im. M. Tugan-Baranovskoho [Equipment and technologies of food production: topic. coll. of science pr. Donetsk: Donetsk national. University of Economics and Trade named after M. Tugan-Baranovskiy]. 30. p. 52-58. [in Ukrainian].
13. Lisovska, T. O., Chorna, N. V., Diakov, O. H. (2016). Doslidzhennia reolohichnykh vlastyvostei biskvitnoho tista z vykorystanniam ekstrudovanoho kukurudzianoho boroshna. [Investigation of rheological properties of biscuit dough using extruded corn flour]. Skhidno-Ievropeyskyi zhurnalпередовykh tekhnolohii [Eastern European Journal of advanced technologies]. 2/11 (80), 19-23 [in Ukrainian].
14. DSTU 7045:2009. (2009). Vyroby khlibobulochni. Metody vyznachannia fizyko-khimichnykh pokaznykiv. [Bakery products. Methods for determining physicochemical parameters]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
15. Dorohovych, A. M., Lazorenko, N. P. (2012). Maffiny na bezgljutenovomu boroshni dlja hvoryh na celiakiju [Gluten-free muffins for celiac patients]. Ukrainian Food Journal. 1. P. 58-61 [in Ukrainian].
16. Gryshhenko, A. M., Drobot, V. I. (2010). Tehnologichni vlastyvosti bezgljutenovykh vydiv syrovyny [Technological properties of gluten-free raw materials]. Naukovi pracj ONAHT [Scientific works of ONAFT]. Vol. 1 (46). p. 162-166 [in Ukrainian].
17. Yudina, T., Romanenko, B., Bezruchenko, O. (2020). Pidvyshenja tehnologichnogo potencijaly agljutenovoi boroshnjanoi syrovyny [Increasing the technological potential of gluten flour raw materials]. Mizhnarodnyj naukovo-praktychnyj zhurnal "Tovary i rynky" [International Scientific and Practical Journal "Commodities and Markets"]. 4 (36). P. 93-103 [in Ukrainian].