УДК 543.64.664(075.8)
DOI https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕЗГЛЮТЕНОВОЇ СИРОВИНИ

Стукальська Н. М. *– кандидат технічних наук, доцент,*
доцент кафедри технології ресторанної та аюрведичної продукції
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0000-0001-6590-7170

Златєва К. В. *– магістр*
Національного університету харчових технологій
ORCID ID: 0009-0004-1728-3980

Дослідження в галузі охорони здоров'я свідчать про високий рівень захворювань, обумовлений незбалансованістю та нерегулярністю приймання їжі населенням. Останні роки більшість людей почали активно цікавитися нормами харчування. В умовах зростаючого інтересу до здорового харчування більш глибоке вивчення практики харчування набуває особливої важливості, оскільки харчові норми, традиції і звички є невід'ємною частиною повсякденного життя.

Також серед населення України зростає кількість людей з глютенозалежними захворюванням та зростає популяризація вегетаріанства у світі та Україні, разом з тим їх потреба в безглютенових борошняних кондитерських виробах забезпечує закордонними виробниками.

Розроблення продуктів вегецентричного спрямування власного виробництва є актуальним та своєчасним питанням. Тому актуальною проблемою є розроблення вітчизняних технологій агліадинових борошняних кондитерських виробів та забезпечення їх високої якості.

На основі аналізу літературних джерел, присвячених теоретичним та практичним підходам до удосконалення технології безглютенових борошняних кондитерських виробів встановлено, що з метою підвищення харчової цінності актуальним є використання альтернативної сировини з багатим хімічним складом.

Встановлено, що перспективною сировиною для виготовлення безглютенових виробів є борошно: зеленої гречки, кукурудзяне, рисове, оскільки сировина має цінний хімічний склад за вмістом мікро– та макроелементів, містить білок зі збалансованим амінокислотним складом, засвоюваність, якого складає 95...99%, а також володіє привабливими органолептичними показниками.

Проаналізовано вуглеводний склад в результаті, якого визначено, що аглютенова сировина характеризується низьким вмістом моно-дисахаридів (0,6–0,7%) та високою кількістю крохмалю (72–85%), який має незначні розміри гранул (3–8 мкм) та високий вміст амілази.

Ключові слова: *дослідження, безглютенова сировина, «чізкейк», борошно.*

Stukalska N. M., Zlatieva K. V. Study of functional and technologican properties of gluten-free raw materials

Research in the field of health care indicates a high level of diseases caused by the imbalance and irregularity of the population's food intake. In recent years, most people have become actively interested in nutrition standards. In the conditions of growing interest in healthy eating, a deeper study of eating practices becomes especially important, since food norms, traditions and habits are an integral part of everyday life.

Also, among the population of Ukraine, the number of people with gluten-dependent diseases is increasing and the popularization of vegetarianism is increasing in the world and in Ukraine, at the same time, their need for gluten-free flour confectionery products is provided by foreign manufacturers.

The development of vegecentric products of our own production is an actual and timely issue. Therefore, an urgent problem is the development of domestic technologies for agliadin flour confectionery products and ensuring their high quality.Based on the analysis of literary sources

devoted to theoretical and practical approaches to improving the technology of gluten-free flour confectionery products, it was established that in order to increase the nutritional value, it is relevant to use alternative raw materials with a rich chemical composition.

It is established that a promising raw material for the production of gluten-free products is flour: green buckwheat, corn, rice, since the raw material has a valuable chemical composition in the content of micro– and macro-elements, contains protein with a balanced amino acid composition, digestibility, which is 95... 99%, and also has attractive organoleptic indicators.

The carbohydrate composition was analyzed as a result of which it was determined that the agglutene raw material is characterized by a low content of mono-disaccharides (0.6–0.7%) and a high amount of starch (72-85%), which has small granule sizes (3–8 μm) and a high amylase content.

Key words: *research, gluten-free raw materials, "cheesecake", flour.*

Постановка проблеми. Харчування переважної частини населення незбалансоване, неповноцінне і нерегулярне. Дослідження в галузі охорони здоров'я свідчать про високий рівень захворювань, обумовлений нездоровим харчуванням.

В умовах зростаючого інтересу до здорового харчування більш глибоке вивчення практики харчування набуває особливої важливості, оскільки харчові норми, традиції і звички є невід'ємною частиною повсякденного життя.

В цьому зв'язку термін «належний прийом їжі» представляється відповідним дослідницьким інструментом для розуміння того, як формується ставлення до здорового харчування.

В Україні дана область недостатньо вивчена. У наявності недолік інформації про те, як люди вирішують питання правильного / здорового харчування на практиці і як вони пояснюють своє ставлення до нього.

В даний час більшість досліджень носить кількісний характер і присвячене вивченню загальних тенденцій в сфері ставлення до здоров'я / харчування або вирішення маркетингових завдань.

З урахуванням того, що мода на красу і здоров'я в нашій країні досить нова, це означає, що ринок еко-компаній як і раніше перспективний. Тому розроблення продуктів вегецентричного спрямування є актуальним та своєчасним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковому світі тема безглютенових харчових продуктів активно вивчається такими зарубіжними та вітчизняними вченими, як: Накуаша Ф., Ганіб А., Ганіа А., Масоодіа Ф. А., Дорохович В. В., Лазоренко Н. П. та інші.

Науковці Накуаша Ф., Ганіб А., Ганіа А. та Масоодіа Ф. А. вивчають залежність технології приготування від сировинного набору та методи покращення органолептичних показників пісочних безглютенових виробів.

Аналіз літературних джерел свідчить, що останнім в Україні технології виготовлення продуктів харчування для хворих на целіакію не мають активного розвитку. Така ситуація складається через мінімальний асортимент аглютенової сировини в нашому регіоні. А значить, необхідно вивчати нетрадиційну доступну для України сировину, яка може стати основою для виготовлення аглютенової продукції.

У зв'язку з цим розроблення нових рецептур кондитерських виробів на основі аглютенового борошна та розширення асортименту безглютенової продукції для групи населення, що хворі на целіакію – одна з головних задач на сьогодні, а вдало підібрана та замінена сировина тваринного походження на рослинну може розширити коло споживачів до окремих груп вегетаріанців – ововегетаріанців.

Метою роботи є дослідження впливу нетрадиційної сировини й рослинних добавок на споживні властивості і біологічну цінність борошняного кондитерського виробу «Чізкейк». Відповідно до визначеної мети були сформульовані наступні завдання:

– на основі аналізу інформаційних джерел й патентного пошуку виділити наукові напрямки поліпшення споживних властивостей сучасного пісочного напівфабрикату та виробу на його основі;

– науково обґрунтувати можливість застосування борошна, що не містить глютену, у рецептурах пісочного напівфабрикату та виробу на його основі «Чізкейку» та знайти альтернативу тваринній сировині на рослинній основі;

– розробити рецептури та технології виробництва пісочного напівфабрикату та «Чізкейку» на його основі і провести оцінку якості та безпечності страв із альтернативної сировини;

– розробити рецептури і дати товарознавчу оцінку виробам;

– надати комплексну товарознавчу оцінку якості, дослідити харчову і біологічну цінність нових видів продукції;

– на основі товарознавчих досліджень встановити стійкість і гарантійний термін зберігання розроблених виробів.

Виклад основного матеріалу. За матеріалами літературного огляду і результатами проведених досліджень можна сказати, що кукурудзяне, рисове, борошно зеленої гречки за фізико-хімічним складом і харчовою цінністю не поступається, а за деякими показниками перевершує борошно пшеничне вищого сорту, отримане зі злакових культур. Багато в чому завдяки тому, що кукурудзяне, рисове, борошно зеленої гречки є “glutenfree”, а також білки рисового борошна за амінокислотним складом є більш повноцінними, ніж білки пшеничного борошна.

У даній роботі їх використовували для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів для хворих на целіакію і людей, які дотримуються дієтичного харчування.

Основними показниками якості аглютенового борошна є вологість та кислотності.

Підвищена вологість борошна призводить до активізації його мікрофлори й активації власних ферментів, що містяться в борошні, якщо вологість борошна буде високою, то ферменти переходять в активний стан, і в борошні запускаються процеси окислення та гідролізного розкладання жирів, білків та інших сполук.

Дослідження щодо вологості кукурудзяного, рисового, борошна зеленої гречки представлені на рисунку 1.

Згідно з даними рисунку 1, вологість досліджуваних видів сировини нижча за контрольний зразок, що призводить до пригнічення росту мікроорганізмів і деактивації ферментів аглютенової сировини, за рахунок позитивних умов зберігання.

Доведено, що за низької вологості сировини, збільшується водопоглінальна здатність.

Кислотність альтернативної сировини дає змогу визначити свіжість (терміни його зберігання). Відомо, що сировина з підвищеною кислотністю може призвести до збільшення кислотності готових виробів, що призведе до швидшого псування виробів.

Результати досліджень кислотності безглютенової сировини наведені на рисунку 2.

Вироби з борошна з підвищеною кислотністю виходять зі зниженим питомим об’ємом. Як можна побачити з даних рисунку 2, показник кислотності в запропонованих виробах менший, а ніж в контрольному зразку. Даний фактор позитивно вплине на органолептичні властивості, подовжить термін придатності пісочного напівфабрикату (основи виробу).

Дослідження функціонально–технологічних властивостей аглютенового борошна (водопоглинальна, жироутримуюча, емульгуюча здатності) є важливим для розробки рецептур, вибору технологічних режимів виробництва.

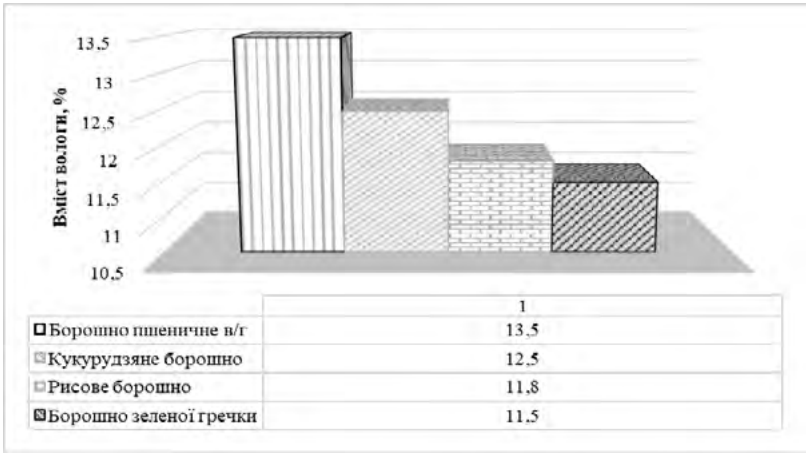

Рис. 1. Вологість досліджувальних зразків

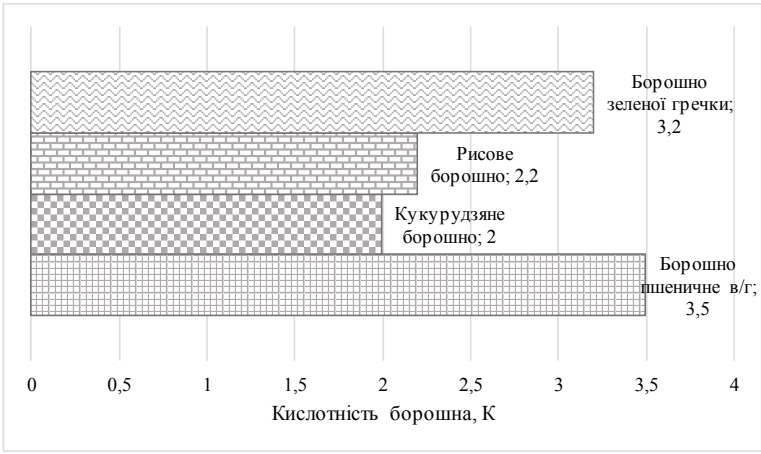

Рис. 2. Кислотність борошна, °К

Відомо, що суттєвий вплив на процес тістоутворення та формування структури борошняних кондитерських виробів має ступінь подрібнення зерна. Від дисперсності борошна залежить швидкість набухання частинок, ВПЗ та структурно-механічні властивості цільового продукту [6].

Тобто спочатку необхідно визначити гранулометричний склад борошна аглютенового (кукурудзяного, рисового, борошна зеленої гречки) порівняно з борошном пшеничним вищого сорту.

Дисперсність аглютенового борошна визначили стандартним методом за допомогою 3 сит з використанням розміром отворів, мкм: 800, 750, 560, 190–240, 142, 40–50. Результати досліджень наведені у вигляді диференціальної функції розподілу часток (рис. 3).

Експериментальні дані свідчать, що дослідні зразки є дрібнодисперсними зі схожим гранулометричним складом (табл. 1).

Таблиця 1

Гранулометричний склад аглютенового борошна та пшеничного борошна

Вид борошна	Залишок на ситі, %						Прохід крізь сито № 61%	Однорідність часток часток, од.приладу
	№ 25	№ 27	№ 33/36	№ 41/43	№ 49/52	№ 61		
	Розмір отворів, мкм							
	294	264	220	160	132	114		
Борошно пшеничне вищого сорту	-	-	0,9	5,7	17,4	19,7	56,3	0,52
Борошно кукурудзяне	5,2	5	7,2	12	38,46	33,3	46,26	0,63
Борошно рисове	13,7	3,1	6,8	18,9	14,1	13,5	29,9	0,66
Борошно зеленої гречки	3	9	32,5	30	54	15,2	34,8	0,59

Середній діаметр часток кукурудзяного борошна виробників ТОВ «Органік Еко-продукт» та борошно зеленої гречки ТОВ «Органік Еко-продукт» істотно не відрізняється і складає 34,8...46,26 мкм, що незначно більше означеного показника для пшеничного борошна – 56,3 мкм.

Таким чином, найбільш дрібною за кількістю крупних фракцій є борошно рисове ТОВ «Органік Еко-продукт». За показником однорідності часток високим ступенем дисперсності характеризується рисове борошно ТОВ «Органік Еко-продукт» (коефіцієнт однорідності 0,66).

Отримані результати (рис. 3) свідчать, що найбільшу питому вагу в борошні є борошно рисове мають частки розміром 50–100 та 100–150 мкм, у незначній кількості також присутні частки розміром 150–200 мкм.

Рисове борошно характеризується відносною однорідністю за розміром часток (101,97–108,68 мкм), високим ступенем дисперсності.

Дослідивши гранулометричний склад було досліджено технологічні властивості сировини.

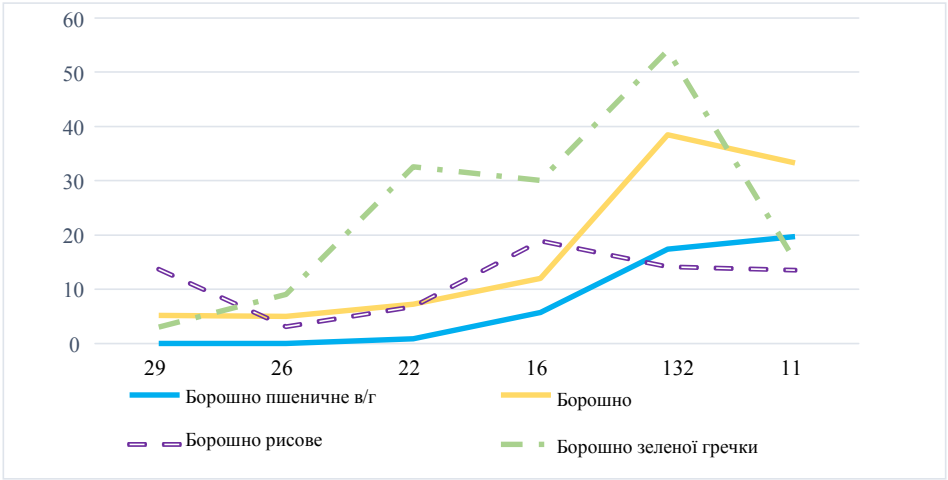

Рис. 3. Калібрувальний графік кількості часток різних розмірів борошна

Інтенсивність набухання біополімерів борошна під час його замішування з утворенням тіста і як наслідок формування його властивостей та зміна при зберіганні виробів визначають такими властивостями як волого-жирозв'язуюча та водопоглинальна здатність.

Показник водопоглинальної здатності (ВПЗ) залежить від вмісту полімерів здатних до набухання – білків, крохмалю, клітковини, а також їх стану адсорбувати вологу. Зазвичай даний показник визначають за допомогою фаринографу, проте в даній сировині не міститься глютену, тому дана методика не є доцільною. ВПЗ визначали, як коефіцієнт. Результати досліджень наведені графічно.

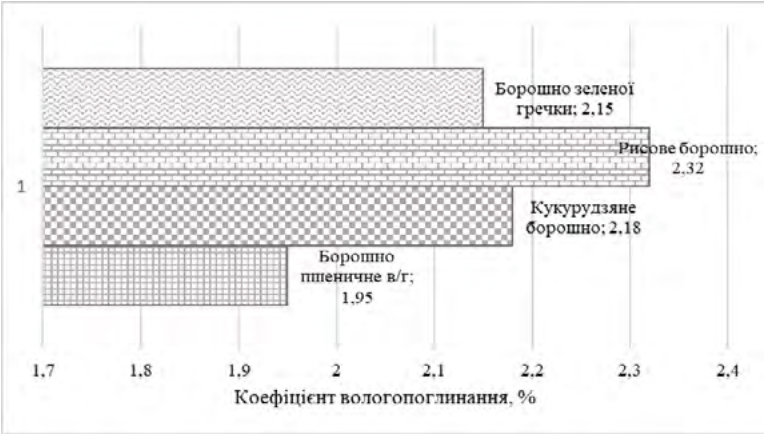

Рис. 4. Водопоглинальна здатність борошна

Біополімери пшеничного та безглютенового борошна при взаємодії з водою проявляють себе по різному, що багато в чому залежить від структури та фракційного складу сировини. В пшеничному борошні фракцію водопоглинання виконують в основному білкові (гліадини і глютенін) та крохмаль.

З діаграми 4 встановлено, що безглютенове борошно мають на 12,8–18,9% більшу ВПЗ, так як розмір крохмальних зерен в даній сировині складає 3...8 мкм, які у 4 рази менші за пшеничні, внаслідок чого збільшується поверхня контакту з водою та більшою дисперсністю.

На рівні ВПЗ важливою технологічною властивістю є вологоутримуюча здатність (ВУЗ), яка характеризується стійкість вологи за технологічного оброблення (перемішування, випікання).

Вологоутримування – це здатність зв'язувати вологу, що не піддається видаленню центрафугування.

Відомо, що під час вироблення борошняних кондитерських виробів одним із важливих показників, що характеризують хлібопекарські властивості, є водопоглинальні властивості борошна, які впливають на вихід готового виробу. Частина вуглеводів кукурудзяного, рисового, борошна зеленої гречки представлена розчинними у воді полісахаридами пентозанами, які є водозв'язуючими агентами, характерною особливістю яких є їхня здатність легко пептизуватися у воді з утворенням в'язких гелів.

Безглютенове борошно, порівняно з пшеничним вищого ґатунку, містить більшу кількість оболонок, здатних добре поглинати воду.

Відомо, що залежно від хімічного складу борошняна сировина може відрізнятися за водопоглинальною здатністю.

Так, у пшеничного борошна водопоглинальна здатність збільшується, тому що нижчі сорти борошна містять більше висівкових частинок і пентозанів, які добре поглинають воду.

Запропоноване борошно значно відрізняються від пшеничного за хімічним складом. У зв'язку з цим у роботі було проведено порівняльну характеристику кукурудзяного, рисового та борошна зеленої гречки, як контроль було досліджено водопоглинальну здатність пшеничного борошна вищого ґатунку. Отримані дані показують, що ВУЗ пшеничного борошна дорівнює 145%, кукурудзяного борошна – 240%, рисового борошна – 210% та борошна зеленої гречки – 357%.

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що ВУЗ досліджуваній сировині змінюється в залежності від вмісту в них полісахаридів, зокрема крохмалю та харчових волокон. Визначено, що ВУЗ борошна зеленої гречки вищий у 2,5% порівняно з борошном пшеничним вищого сорту, тоді, як показник борошна рисового складає 210%, що на 35% вищий ніж у борошні пшеничному вищого сорту.

Вищий показник ВУЗ борошна зеленої гречки поясняються, ще тим що білкові речовини гречаної крупи представлені в основному водорозчинними білками (альбумінами) – 58% від загальної кількості білків. Під час приготування тіста вони здатні переходити у колоїдний розчин і надавати тісту липкості. У білку кукурудзи та рисі найбільшу частину становлять проламіни (зеїн) – 42% на СР білків, глютеліни – 21,3% [6].

Основою для «Чізкейку» являє собою пісочна основа, в залежності від традиційної технології для виготовлення пісочного напівфабрикату необхідно велика кількість жирових компонентів.

Тому виникла необхідність досліджування жирозв'язуючої здатності (ЖЗЗ, %) аглютенової сировини. Борошно пшеничне в/г має ЖЗЗ 0,95%, кукурудзяне борошно – 1,25%, ЖЗЗ рисового борошна складає 1,45% та ЖЗЗ борошна зеленої гречки дорівнює 1,3%.

Результати досліджень показали, що ЖЗЗ рисового борошна вище на 25% порівняно з пшеничним борошном вищого сорту, як відомо з літературних даних, переважаючим фактором на формування ЖЗЗ сировини є наявність гідрофобних груп, що вступають у взаємодію з ліпідами з утворенням ліпопротеїдів за рахунок не ковалентних зав'язків.

Проте, дослідження хімічного складу сировини показало, що сировина характеризується значно меншим вмістом білкових речовин, які мають фракційний склад відмінний від пшеничного борошна, тому кращу ЖЗЗ у порівнянні з контрольною сировиною можна пояснити більшою дисперсністю запропонованої сировини. В свою чергу борошно рисове має найвищий показник, оскільки в його складі значна кількість харчових волокон, які забезпечують стабільність як вологи так і жиру.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що фізико-хімічні характеристики аглютенової сировини: борошно кукурудзяне, рисове та зеленої гречки (вологоутримуюча здатність борошна – 210, 240, 357%, жирозв'язувальна здатність – 1,25, 1,45, 1,3% та коєфіцієнт водопоглинання – 2,18, 2,32, 2,15%) більш прийнятні для утворення пісочного тіста ніж пшеничне борошно, що дозволяє виробляти пісочні вироби кращої якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. María C Mena, Lombardía M., Hernando A., Méndez E., Albar Juan P. (2011) Comprehensive analysis of gluten in processed foods using a new extraction method and a competitive ELISA based on the R5 antibody. *J.Talanta*.12.073. Epub 2012 Jan 18.

2. Hlaváč P. Božiková M. (2013) Effect of Temperature and Used Ingredients on Rheological Parameters of Pancake Dough. *Acta technologica agriculturae 3 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*. p. 63–66

3. Perez-Gregorio M. R. et al. (2017) Chromatographic and mass spectrometry analysis of wheat flour prolamins, the causative compounds of celiac disease. *Food & function*. 8. 2712–2721. DOI: https://doi.org/10.1039/C7FO00266A.

4. Karla A.B., Maria C.V., Magdalena A. (2017) Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *European journal of nutrition*. Vol. 56 (2). P. 449–459

5. Грищенко А.М., Дробот В.І. Технологічні властивості безглютенової сировини. Наукові праці ОНАХТ. Вип. 1 (46). С. 162–166.

6. Чудік Ю.В., Сафонова О.М. Регулювання водопоглинаючої здатності борошняних сумішей. *Сучасні напрями технології та механізації процесів переробки харчових виробництв.* Харків. *Вісник ХДТУСГ.* 2003. С. 165–170.

REFERENCES:

1. María C Mena, Lombardía M., Hernando A., Méndez E., Albar Juan P. (2011) Comprehensive analysis of gluten in processed foods using a new extraction method and a competitive ELISA based on the R5 antibody. *J.Talanta*.12.073. Epub 2012 Jan 18.

2. Hlaváč P. Božiková M. (2013) Effect of Temperature and Used Ingredients on Rheological Parameters of Pancake Dough. *Acta technologica agriculturae 3 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*. p. 63–66.

3. Perez-Gregorio M. R. et al. (2017) Chromatographic and mass spectrometry analysis of wheat flour prolamins, the causative compounds of celiac disease. *Food & function*. 8. 2712–2721. DOI: https://doi.org/10.1039/C7FO00266A.

4. Karla A.B., Maria C.V., Magdalena A. (2017) Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *European journal of nutrition*. Vol. 56 (2). P. 449–459.

5. Gryshhenko A. M., Drobot V. I. (2010) Tehnologichni vlastyvosti bezgljutenovyh vydiv syrovyny [Technological properties of gluten-free raw materials]. Naukovi praci ONAHT [Scientific works of ONAFT]. Vol. 1 (46). p. 162–166 [in Ukrainian].

6. Chudik Ju. V., Safonova, O. M. (2003) Rehuliuvannia vodopohlynalnoi zdatnosti boroshnianykh sumishei. 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].