

Ольга Серета¹, Оксана Мельник²

¹аспірант кафедри технології харчування
Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)
E-mail: seaol@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2614-725X>

²кандидат технічних наук, доцент кафедри технології харчування
Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)
E-mail: oxana7@i.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9201-7955>. ResearcherID: [ANE-3206-2022](https://orcid.org/0000-0002-9201-7955)

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗБИВНОГО БОРОШНЯНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З БОРОШНОМ ІЗ ЦВІРКУНІВ

У статті наведено результати дослідження фізико-хімічних характеристик випеченого збивного борошняного напівфабрикату з додаванням борошна із цвіркунів у кількості від 5,0...15,0 %. Обґрунтовано зміну показників упікання та терміну зберігання бісквітного напівфабрикату. Термін зберігання збивного борошняного напівфабрикату визначали шляхом дослідження процесу усихання напівфабрикату та крихтуватості м'якушки від 2 до 8 діб. За результатами досліджень визначили, що додавання борошна із цвіркунів у рецептуру бісквітного напівфабрикату не впливало на фізико-хімічні показники готових інноваційних виробів.

Ключові слова: збивний борошняний напівфабрикат; борошно із цвіркунів; бісквіт круглий; упікання; усихання; крихтуватість м'якушки; термін зберігання.

Рис.: 3. Бібл.: 12.

Актуальність теми. Збивні борошняні напівфабрикати (ЗБН) традиційно мають попит у споживачів. Проте термін їх зберігання частково залежить від сировини, що входить до складу рецептури, та умов зберігання. Згідно з нормативними документами, ЗБН без оздоблювання, можуть зберігатись при температурі 18 °С та відносній вологості повітря 75 % протягом 72 год у відкритому стані та протягом 7 діб у картонних коробках [1]. Додавання до ЗБН підвищеної кількості розпушувачів та консервантів, що запобігають розвитку небажаної мікрофлори, також збільшують термін зберігання протягом 1 місяця на великих підприємствах.

Загалом додавання в рецептуру ЗБН інноваційної сировини впливає на фізико-хімічні властивості готового продукту, тобто на процеси черствіння, усихання та крихтуватість м'якушки.

Оскільки процес черствіння випеченого ЗБН пов'язане з процесами зміни стану крохмалю та клейковини борошна, зміна якісного та кількісного складу вуглеводної та білкової фракцій будуть впливати відповідно на фізико-хімічні властивості готового напівфабрикату. Під час випікання зерна крохмалю частково клейстеризуються, зв'язують вільну вологу тіста та воду, що виділяється внаслідок коагуляції білків. А крохмаль частково переходить із кристалічного стану в аморфний, зерна його набухають і збільшуються в об'ємі. При зберіганні ЗБН відбувається зворотний процес: клейстеризований крохмаль з аморфного стану частково переходить у кристалічний, тобто відбувається ретроградація крохмалю [2].

Усихання випеченого ЗБН під час зберігання зумовлює уповільнення швидкості зміни величини деформації м'якушки, а показник крихтуватості ЗБН характеризує його свіжість або ступінь черствіння.

Аналіз останніх публікацій. Продукти переробки їстівних комах (борошно, сушені цвіркуні) поступово досліджуються як потенційна альтернатива традиційної худоби та інноваційна сировина завдяки її високому поживному потенціалу та екологічності виробництва [3].

Однак прийнятність продуктів переробки їстівних комах є не досить високою в усьому світі за рахунок культурних факторів та чутливості до комах. Однак використання їстівних комах як харчовий продукт, переважно у вигляді борошна, може бути однією з ефективних стратегій для підвищення харчової цінності продукту та підвищення прийнятності [5].

Дослідниками доведено, що додавання продуктів переробки їстівних комах до хлібобулочних виробів на основі пшеничного борошна, впливало на функціонально-технологічні властивості напівфабрикатів та готових виробів. Cappelli A. зауважив, що для хліба додавання порошку домашнього цвіркуна (*Achetadomesticus*) або личинок борошнистого черв'яка (*Tenebriomolitor*) у кількості більше ніж 15,0 % сприяло збільшенню міцності тіста та зменшенню розтяжності тіста, що зумовило зменшення об'єму хліба [6].

Osimani та ін. досліджували хліб із пшеничного борошна з додаванням борошна з цвіркунів у кількості 10,0–30,0 % і встановили, що технологічні властивості тіста та хліба погіршуються при збільшенні дозування борошна в порівнянні з контрольним зразком [7]. В іншому дослідженні Azzollini та його колеги виявили, що текстурні властивості екструдованих снєків із пшеничного борошна, збагачених борошном із личинок борошнистого хробака (*T. molitor*) у кількості 10,0 %, були подібними до контрольних, тоді як закуски, збагачені 20,0 % борошна з комах, мали погану текстуру [8]. Крім того, Sabuk повідомив, що пористість і об'єм кексу з пшеничного борошна зменшувалися після додавання 15,0 % борошна коника (*Locustamigratoria*) [9].

Таким чином, при включенні певної кількості продуктів переробки їстівних комах у харчовий продукт відбуваються зміни функціонально-технологічних властивостей напівфабрикатів та готового виробу. Зменшення вмісту клейковини внаслідок заміни частини пшеничного борошна борошном із цвіркунів може спричинити зміну фізико-хімічних властивостей готового продукту на основі пшеничного борошна.

Тому, *метою* даної роботи було дослідження вплив борошна із цвіркунів на фізико-хімічні показники якості готового ЗБН.

Матеріали та методи досліджень. У цьому дослідженні була запропонована технологія ЗБН за рецептурою бісквіта круглого з додаванням борошна із цвіркунів у кількості 5,0... 15,0 % до маси борошна.

Борошно із цвіркунів (БЦ) є джерелом білка (55,0–70,0 % у перерахунку на СР) [9], має високі поживні властивості, містить незамінні амінокислоти, ненасичені жирні кислоти, вітаміни, мінерали [10], хітин і хітозан (бажані антимікробні агенти) [11]. Проте додавання борошна із цвіркунів у рецептуру борошняних кондитерських виробів може впливати на фізико-хімічні показники готових виробів, на протікання процесів черствіння, на здатність до деформації м'якушки та на її крихтуватість. Тому дослідження зазначених властивостей є доцільним для бісквітних напівфабрикатів з використанням нової інноваційної сировини. Зміни фізико-хімічних показників ЗБН досліджувався протягом 8 діб. Їх зберігали в картонних коробках за температури 18–20 °С і відносної вологості повітря 75 % (згідно з ДСТУ 4803:2007).

При дослідженні процесу усихання ЗБН використано криву усихання, яка відображає зміну його числових значень (зниження маси бісквіта) як функцію від τ – часу після випікання. Зміну маси бісквіта, а отже, і показника усихання, визначали шляхом зважування свіжовипеченого бісквіта й повторним зважуванням його через кожні 48 год. Крихтуватість м'якушки бісквітного напівфабрикату визначали за відношенням маси крихти, що утворилась унаслідок тертя двох шматків, до маси наважки бісквіта [13], а ступінь її деформації – на автоматизованому пенетрометрі Labor через кожні 48 год [14].

Результати досліджень. Відомий факт, що випеченому ЗБН притаманна структура твердої піни. Тому втрата певної кількості вологи під час випікання тістових заготовок призводить до зменшення їхньої маси. У ДСТУ 4803:2007 зазначено, що вологість бісквітних напівфабрикатів повинен бути в межах $(24 \pm 3) \%$. Відомо, що показник вологості впливає на упікання виробів. Адже при випіканні ЗБН у структурі тістової маси відбувається перерозподіл та вивільнення вологи.

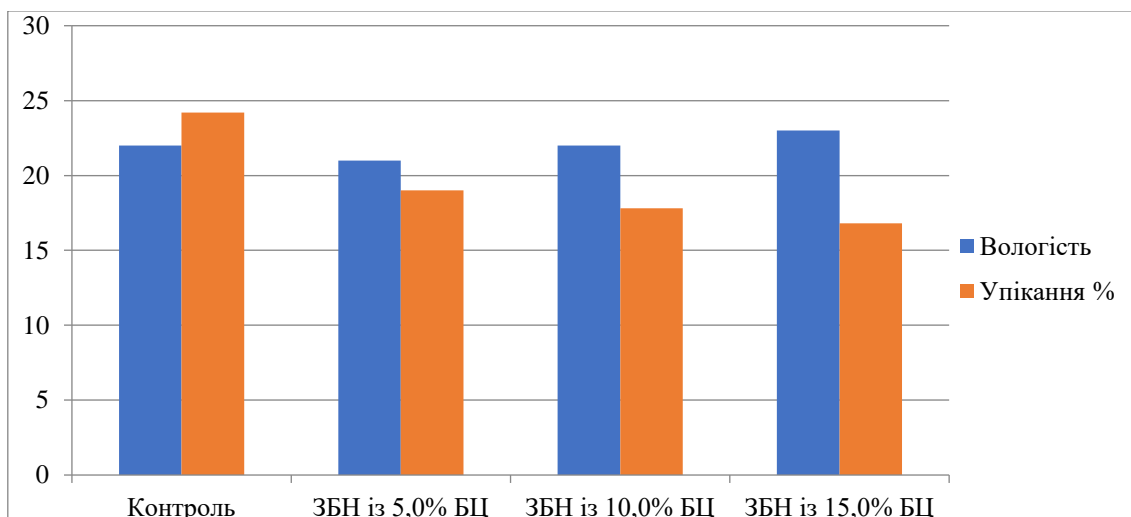


Рис. 1. Порiвняльна характеристика показникiв вологостi та упiкання у ЗБН з додаванням борошна цвiркунiв вiд 5,0 до 15,0 %

Джерело: розроблено авторами.

За результатами дослiджень (рис. 1) додавання БЦ до ЗБН у рiзній кiлькостi впливає на процес втрати маси та змiни вологостi напiвфабрикату пiд час випiкання. Так при додаванні до ЗБН у кiлькостi 5,0 % показник вологостi в порiвнянні з контрольним зразком збiльшився на 1,05 %, а показник упiкання зменшився на 0,78 %; пiсля додавання 10,0 % БЦ показник вологостi збiльшується на 1,1%, упiкання виробу зменшується на 0,73 %; при додаванні 15,0 % БЦ вiдповiдно вологiсть збiльшується на 1,15 %, упiкання зменшується на 0,69 %. Це, ймовiрно, пов'язано з гiдрофiльними властивостями бiлкових складових БЦ зв'язувати та мiцніше утримувати вологу та призводить до зниження показникiв упiкання та збiльшення виходу виробу.

Пiсля випiкання за технологiєю ЗБН його необхідно витримати при кiмнатній температурi (18...20 °C) протягом 8 год для закрiплення структури. У цей час волога перерозподiляється мiж скоринкою i внутрiшнім шаром м'якушки, а частина вологостi втрачається з верхнього шару. У результатi утворюється стiька пориста структура, що дозволяє розрiзати ЗБН без деформацiї м'якушки. Пiсля охолодження та витримання виробу наступним етапом стало дослiдження впливу додавання БЦ на втрату вологостi (усихання) пiд час зберiгання.

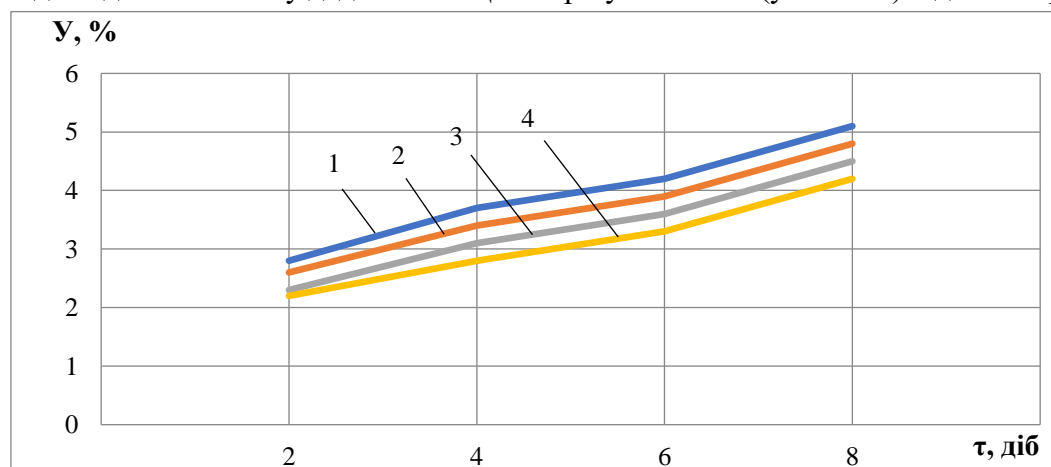


Рис. 2. Динамiка усихання ЗБН iз додаванням борошна iз цвiркунiв: 1 – контроль; 2 – додавання 5,0 % борошна iз цвiркунiв; 3 – додавання 10,0 % борошна iз цвiркунiв; 4 – додавання 15,0 % борошна iз цвiркунiв

Джерело: розроблено авторами.

За аналізом кривих (рис. 2) було досліджено, що у ЗБН з додаванням борошна з цвіркунів відбувається зменшення ступеня усихання на 0,6 % протягом зберігання до 2 діб та на 2,1 % під час зберігання протягом 8 діб порівняно з контрольним зразком. Найвищий показник усихання мав зразок без додавання борошна із цвіркунів. У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що за рахунок високої вологоутримувальної здатності борошно із цвіркунів сповільнюється процес усихання виробів, вони залишаються більш м'якими та пружними.

Процеси упікання та усихання ЗБН впливають на стан м'якушки, адже ЗБН характеризуються гарною пористою м'якушкою, яка під час зберігання не повинна втрачати своїх органолептичних властивостей за рахунок підвищення крихтуватості виробів.

Дослідження крихтуватості м'якушки проводились через кожні 2 доби зберігання готового напівфабрикату з різною кількістю БЦ.

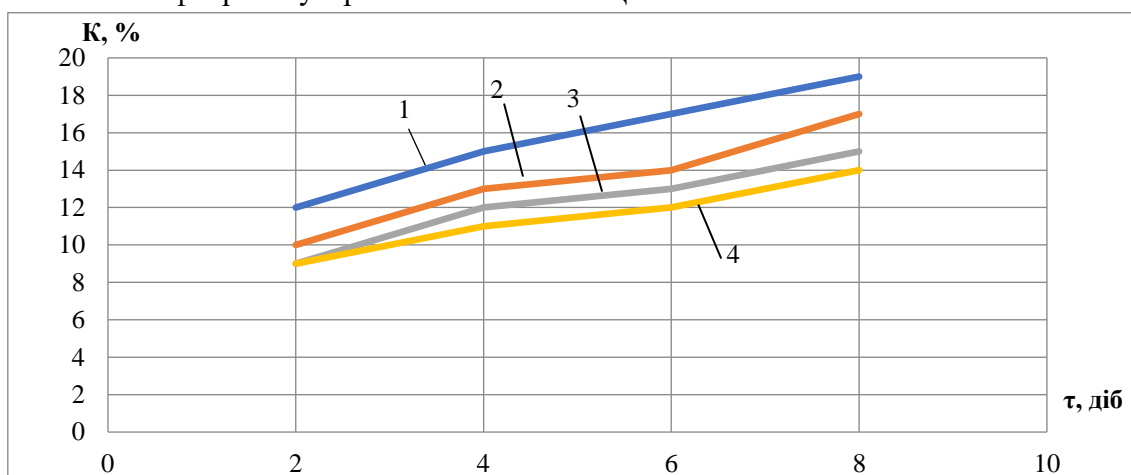


Рис. 3. Динаміка зміни крихтуватості м'якушки ЗБН із додаванням борошна із цвіркунів:

1 – контроль; 2 – додавання 5,0 % борошна із цвіркунів; 3 – додавання 10,0 % борошна із цвіркунів; 4 – додавання 15,0 % борошна із цвіркунів

Джерело: розроблено авторами.

При дослідженні крихтуватості м'якушки ЗБН (рис. 3), було встановлено, що крихтуватість контрольного зразка та зразків напівфабрикату з різним вмістом БЦ в процесі зберігання протягом 8 діб збільшується. Однак, через 2 доби зберігання крихтуватість досліджуваних зразків з додаванням БЦ була менша від контрольного, згідно з додаванням 5,0 % крихтуватість зменшилась на 83,0 %; 10,0 % – на 75,0 %; 15,0 % – на 75,0 % відповідно. Через 8 діб зберігання крихтуватість досліджуваних зразків була менша від контрольного зразка згідно з додаванням 5,0 % крихтуватість зменшилась на 89,4 %; 10,0 % – на 78,9 %; 15,0 % – на 73,7 %. У результаті проведених досліджень виявлено, що найбільш інтенсивно процес усихання виробів відбувається у перші 2 доби зберігання. Додавання БЦ у рецептуру ЗБН стримує цей процес, що пов'язане із певною водопоглинальною та водоутримувальною здатністю БЦ. Ці властивості ЗБН пояснюються гальмуванням процесів черствіння, які спостерігались при зменшенні крихтуватості м'якушки виробів під час зберігання порівняно з контролем.

Висновки та рекомендації. Отже, за результатами дослідження фізико-хімічних показників ЗБН з додаванням БЦ зазначимо, що використання нової сировини у виробництві збивних борошняних напівфабрикатів зумовлює зміну показників упікання, усихання та крихтуватості м'якушки. Додавання БЦ у кількості від 5,0 до 15,0 % вплинуло на зменшення втрати маси на 0,78 % та збільшення вологості на 1,05 % під час випікання ЗБН. Показники усихання та динаміка зміни структури м'якушки показали, що ЗБН з додаванням БЦ можуть зберігатися без суттєвих змін протягом 96 годин.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4803:2007. Торти і тістечка. Загальні технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – 26 с.
2. Лісовська, Т. О. Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого : монографія / Т. О. Лісовська, Н. В. Чорна. – Харків : ХДУХТ, 2020. – 126 с.
3. Романовська, О. Динаміка якості бісквітних напівфабрикатів при зберіганні / О. Романовська // Товари і ринки. – 2017. – № 1. – С. 176-184.
4. Characterization of freeze — Dried, oven-dried and blanched house crickets (*AchetaDomesticus*) and Jamaicanfield crickets (*GryllusAssimilis*) by Means of theirphysicochemical properties and volatile compounds / H. Khatun, J. Claes, R. Smets, A. DeWinne, M. Akhtaruzzaman, V. D. M. Borght // *Eur. FoodRes. Technol.* – 2021. – Vol. 247. – P. 1291-1305.
5. The psychology of eatinginsects: A cross-cultural comparis on betweenGermany and China / C. Hartmann, J. Shi, A. Giusto, M. Siegrist // *Food Qual. Prefer.* – 2015. – Vol. 44. – P. 148-156.
6. Assessment of the rheological properties and bread characteristics obtained by innovative protein sources (*CicerArietinum*, *AchetaDomesticus*, *TenebrioMolitor*): Novel Food or potentialimprovers for wheat flour? / A. Cappelli, N. Oliva, G. Bonaccorsi, C. Lorini, E. Cini // *LWT.* – 2020. – Vol. 118. – P. 118.
7. Breadenriched with cricket powder (*AchetaDomesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation. *Innov* / A. Osimani, V. Milanović, F. Cardinali, A. Roncolini, C. Garofalo, F. Clementi, M. Pasquini, M. Mozzon, R. Foligni, N. Raffaelli et al. // *FoodSci. Emerg. Technol.* – 2018. – № 48. – P. 150-163.
8. Effects of Formulation and processconditionson micro structure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks. *Innov* / D. Azzollini, A. Derossi, V. Fogliano, C. M. M. Lakemond, C. Severini // *FoodSci. Emerg. Technol.* – 2018. – № 45. – P. 344-353.
9. Nilova, T. Malyutenkova In investigation into the effects of bioactive substances from vegetable oils on the antioxidant properties of bakery products / T. Nilova, S. Pilipenko // *Agronomy Research.* – 2017. – Vol. 15. – Pp. 1399-1410.
10. Technology of biscuit semi-finished products using recycled pumpkinseeds / E. Moskvicheva, I. Timoshenkova, D. Chernikova, E. Fedinishina, M. Bernavskaya // *IOP Conference Series: Earthand Environmental Science.* – 2019. – P. 337.
11. Functional Properties of Edible Insects: A Systematic Review / V. D’Antonio, N. Battista, G. Sacchetti, C. D. Mattia, M. Serafini, // *In Nutrition Research Reviews.* – Cambridge : Cambridge University Press, 2021. – Pp. 1-22.
12. Cabuk, B. Influence of grasshopper (*Locusta Migratoria*) and meal worm (*Tenebrio Molitor*) Powders on the quality characteristics of protein rich muffins: Nutritional, physicochemical, texturalandsensoryaspects / B. Cabuk // *J. FoodMeas. Charact.* – 2021. – Vol. 15. – Pp. 3862-3872.

References

1. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2007). DSTU 4803:2007. *Torty i tistechka. Zahalni tekhnichni umovy [Cakes and pastries. General technical conditions]*.
2. Lisovska, T.O., Chorna, N.V. (2020). *Tekhnolohiia biskvitnoho napivfabrykatu z vykorystanniam boroshna kukurudzianoho ekstrudovanoho [Semi-finished biscuit technology using extruded corn flour]*. KhDUKhT.
3. Romanovska, O. (2017). Dynamika yakosti biskvitnykh napivfabrykativ pry zberihanni [Quality dynamics of biscuit semi-finished products during storage]. *Tovary i rynky – Goods and markets, 1*, 176-184.
4. Khatun, H., Claes, J., Smets, R., DeWinne, A., Akhtaruzzaman, M., Van Der Borght, M. (2021). Characterization of freeze — Dried, oven-dried and blanched house crickets (*AchetaDomesticus*) and Jamaicanfield crickets (*GryllusAssimilis*) by Means of theirphysicochemical properties and volatile compounds. *Eur. FoodRes. Technol*, 1291–1305.
5. Hartmann, C., Shi, J., Giusto, A., Siegrist, M. (2015). The psychology of eatinginsects: A cross-cultural comparis on betweenGermany and China. *Food Qual. Prefer*, 148–156.

6. Cappelli, A., Oliva, N., Bonaccorsi, G., Lorini, C., Cini, E. (2020). Assessment of the rheological properties and bread characteristics obtained by innovative protein sources (CicerArietinum, AchetaDomesticus, TenebrioMolitor): Novel Food or potentialimprovers for wheat flour? *LWT*, 118.
7. Osimani, A., Milanović, V., Cardinali, F., Roncolini, A., Garofalo, C., Clementi, F. ... Raffaelli, N. (2018). Breadenriched with cricket powder (AchetaDomesticus): A technological, microbiological and nutritional evaluation. *Innov. FoodSci. Emerg. Technol.*, 48, 150–163.
8. Azzollini, D., Derossi, A., Fogliano, V., Lakemond, C.M.M., Severini, C. (2018). Effects of Formulation and processconditionson micro structure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks. *Innov. FoodSci. Emerg. Technol.*, 45, 344–353.
9. Nilova, L., Pilipenko, T., Malyutenkova, S. (2017). In investigation into the effects of bioactive substances from vegetable oils on the antioxidant properties of bakery products. *Agronomy Research*, 15, 1399-1410.
10. Moskvicheva, E., Timoshenkova, I., Chernikova, D., Fedinishina, E., Bernavskaya, M. (2019). Technology of biscuit semi-finished products using recycled pumpkinseeds. *IOP Conference Series: Earthand Environmental Science*, 337.
11. D'Antonio, V., Battista, N., Sacchetti, G., Mattia, C.D., Serafini, M. (2021). Functional Properties of Edible Insects: A Systematic Review. In *Nutrition Research Reviews* (pp. 1–22). Cambridge University Press.
12. Cabuk, B. (2021). Influence of grasshopper (Locusta Migratoria) and meal worm (Tenebrio Molitor) Powders on the quality characteristics of protein rich muffins: Nutritional, physicochemical, texturalandsensoryaspects. *J. FoodMeas. Charact*, 15, 3862–3872.

Отримано 19.12.2023

UDC 664.681.2

Olha Sereda¹, Oksana Melnyk²¹Graduate Student, Department of Food Technology
Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)E-mail: seaol@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2614-725X>²PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology
Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)E-mail: oxana7@i.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9201-7955>. ResearcherID: [AHE-3206-2022](https://orcid.org/0000-0002-9201-7955)

INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SEMI-FINISHED FLOUR WITH CHICKEN FLOUR

The article presents the results of the study of the physicochemical characteristics of the baked battered flour semi-finished product with the addition of cricket flour in the amount of 5.0...15.0 %. Cricket flour is a high-protein product that can affect the physicochemical properties of the finished semi-finished product. During the baking of whipped flour semi-finished products, moisture is redistributed and released in the structure of the dough mass. Accordingly, the structure of the semi-finished product may be more fragile, and the condition of its surface may be deformed. It was determined that when added to the whipped flour semi-finished product in the amount of 5.0 %, the moisture index increased by 1.05 % compared to the control sample, and the baking index decreased by 0.78 %; after adding 10.0 % of flour from crickets, the humidity index increases by 1.1%, baking of the product decreases by 0.73 %; when adding 15.0 % of cricket flour, moisture content increases by 1.15 %, baking decreases by 0.69 %. The shelf life of the whipped flour semi-finished product was determined by studying the drying process of the semi-finished product and the crumbliness of the pulp from 2 to 8 days. It was investigated that in the whipped flour semi-finished product with the addition of cricket flour, the degree of drying decreases by 0.6% during storage for up to 2 days and by 2.1 % during storage for 8 days in comparison with the control sample. When the friability of the pulp was investigated, it was established that the friability of the control sample and samples of semi-finished products with different contents of cricket flour increases during storage for 8 days. Based on the results of the research, it was determined that the addition of cricket flour to the recipe of semi-finished biscuits had a minor effect on the physicochemical parameters of the finished innovative products

Keywords: whipped flour semi-finished product; flour from crickets; round biscuit; baking; drying up; crumbly pulp; expiration date

Fig. 3. References: 12.