

АНОТАЦІЯ

Холобцева І.П. «Удосконалення технології здобного печива, збагаченого на кальцій, шляхом використання добавок білково-мінеральних». – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» – Державний біотехнологічний університет, Харків, 2021.

Дисертаційна робота присвячена розробці та науковому обґрунтуванню технології борошняних кондитерських виробів, а саме здобного пісочно-відсадного печива, збагаченого засвоюваними сполуками кальцію, за рахунок використання добавок білково-мінеральних.

В результаті проведення аналітичного огляду літературних та патентних джерел систематизовано шляхи модифікації рецептурного складу борошняних кондитерських виробів з метою удосконалення їх харчової та біологічної цінності та надання їм певних дієтичних властивостей. Встановлено, що використання збагачуючих інгредієнтів дає змогу комплексно впливати на харчову та біологічну цінність нових виробів.

Визначено, що одним з найбільш дефіцитних нутрієнтів у раціонах харчування є кальцій. Використання відомих на теперішній час джерел кальцію має низку недоліків, зокрема, невисока метаболічна активність кальцію, сторонні органолептичні ознаки готового продукту, обмеженість сировинної бази, нездатність позитивно вплинути на технологічні властивості продукту тощо. На підставі узагальнених даних запропоновано використання добавок білково-мінеральних в технологіях борошняних кондитерських виробів, зокрема здобного печива.

Запропоновано використання добавки білково-мінеральної (ДБМ) та добавки білково-мінеральної удосконаленої (ДБМУ) в технології здобного печива. Добавки отримані шляхом гідролізу колагенвмісної сировини з наступною мінералізацією білкових тканин та представляють собою порошкоподібні системи з нейтральними органолептичними

характеристиками. Масова частка кальцію в 100 г ДБМ становить 7500 мг, а в ДБМУ – 6700 мг. ДБМУ містить в своєму складі до 20% хондроїтинсульфітів, які є важливим біологічним фактором для засвоєння сполук кальцію. Вказані характеристики обумовлюють можливість їх використання в складі рецептурного набору борошняних кондитерських виробів.

В межах визначеної концепції інноваційного продукту науково обґрунтовано доцільність використання ДБМ та ДБМУ в технології здобного пісочно-відсадного печива. Отримані нові дані про низку фізико-хімічних властивостей добавок. Аналіз гранулометричного складу довів, що превалюючими фракціями в складі ДБМ є фракція із розміром часточок 70...90 мкм із вмістом 30%, в складі ДБМУ – до 50 мкм з вмістом 27%. Науково обґрунтовано параметри попередньої підготовки добавок білково-мінеральних шляхом гідратації їх у середовищі молока коров'ячого ($t=18...20$ °С, ДБМ – $(15...18) \times 60$ с; ДБМУ – $(21...24) \times 60$ с.) з метою забезпечення повної реалізації технологічних властивостей добавок та уникнення небажаних органолептичних вад готового продукту.

Отримано комплекс наукових даних щодо позитивного впливу добавок на властивості емульсій, що є вирішальним фактором у формуванні якісних характеристик здобного печива. Встановлено виражені жирутримуючі властивості добавок. Доведено, що за підвищення температури до 80 °С відзначається її збільшення на 107% у ДБМ та на 126% у ДБМУ. Визначено, що емульгуючий вплив добавок співставний із емульгуючим впливом емульгаторів E322 та E471, використання яких є поширеним у технології здобного печива. Встановлено, що кращі показники стійкості емульсії мають вироби із використанням 7% ДБМ та 5% ДБМУ. Результати досліджень в'язкості емульсій також підтвердили технологічну ефективність використання добавок. Так, в'язкість емульсій з використанням до 7% добавок в 3,5...4 рази більше в'язкості традиційних емульсій. В'язкість

емульсій з ДБМУ вище на 12...16% порівняно з емульсіями, що містять ДБМ, що позитивно впливає на їх стабільність.

Результати досліджень впливу добавок (в кількості 5...7% від маси борошна) на клейковину пшеничного борошна показали різновекторний вплив окремих інгредієнтів добавок на його властивості. При використанні ДБМУ відмічено збільшення виходу сирої клейковини на 1,9%, а при використанні ДБМ зменшення її виходу на 1,4%. Встановлено зниження гідратаційної здатності клейковини при додаванні обох видів добавок до 25%. Використання ДБМ у вищезначених дозуваннях призводить до підвищення розтяжності до 4,1 см, зменшення пружності на 4,0 одиниці ВДК та збільшення розпливання кульки клейковини на 3,0 мм. При використанні ДБМУ (в тих же кількостях) відбувається зменшення розтяжності до 1,5 см, збільшення пружності на 3,0 одиниці ВДК та зменшення розпливання кульки клейковини на 1,2 мм. Встановлено, що використання ДБМ зумовлює послаблення клейковинних білків, а використання ДБМУ чинить змінювальний ефект.

Аналіз структурно-механічних характеристик тіста для здобного печива при використанні 1...7% добавок показав наступні результати. Зразки з ДБМУ мають більшу на 12...17% ефективну в'язкість тіста у порівнянні з ДБМ. Відмічено зменшення адгезії при використанні ДБМУ до 46% і до 28% при використанні ДБМ. Доведено збільшення пластичної в'язкості на 43,5% та 54% та модулю пружності тіста на 13,8% та 20,0% при використанні відповідно ДБМ та ДБМУ. Доведено зменшення еластичності тіста при додаванні ДБМ на 18,5% і при додаванні ДБМУ на 12,5%. На підставі отриманих даних зроблено висновок про позитивний вплив добавок на реологічні властивості тіста для здобного печива та на здатність до формування виробів відсадним способом.

За результатами досліджень органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості розробленого печива, встановлена їх відповідність вимогам діючої нормативної документації. Доведені

бактеріостатичні та фунгістатичні властивості добавок, що позитивно відображаються на зниженні мікробіальної флори в готовій продукції протягом нормативного терміну зберігання (до 90 діб).

В результаті дослідження міцності пісочно-відсадного печива доведено необхідність внесення до рецептури виробів здобного крохмалю картопляного при використанні 5% ДБМУ в кількості 15%, при використанні 7% ДБМ – 25% від маси борошна, з метою надання готовій продукції належних структурних характеристик.

Встановлено, що використання 7% і 5% ДМБ і ДБМУ відповідно дозволяє покращити хімічний склад здобного пісочно-відсадного печива. Доведено збільшення вмісту засвоюваних сполук кальцію до 320,9 і 218 мг на 100 г готової продукції відповідно. Встановлено збільшення вмісту білку у розроблених виробках відповідно на 1,8% та 0,5%. Відбувається значне покращення їх амінокислотного складу білків, яке обумовлює зменшення на 15,0 та 18,9% показника КРАС. Враховуючи збільшення загальної перетравлюваності білків нової продукції на 20,0% та 16,4%, доведено збільшення біологічної цінності нових видів печива, що відповідає концепції продукції дієтичного призначення.

На підставі проведених досліджень розроблено рецептури асортиментного ряду різних видів здобного пісочно-відсадного печива, технологічну і апаратурно-технологічну схеми виготовлення готової продукції.

Згідно проведених економічних розрахунків встановлено, що розроблене здобне пісочно-відсадне печиво, є конкурентоспроможним за ціною. Ціна 1 кг нової продукції в асортименті визначена на рівні 80,09...92,93 грн. для печива з ДБМ і 78,64...91,49 грн для печива з ДБМУ, що відповідає цінам на продукти аналоги (78,30...92,50 грн/кг). Прибуток від реалізації 1000 кг нової продукції становитиме 3,4...4,0 тис. грн.

Встановлено, що комплексний показник якості складає для традиційної продукції 0,661 од., для здобного пісочно-відсадного печива, виготовленого

із використанням 7 % ДБМ – 0,720 од., 5% ДБМУ – 0,715 од. Розроблено проєкт нормативно-технологічної документації (технічні умови та технологічні інструкції) на нові види здобного пісочно-відсадного печива.

Проведено комплекс заходів із впровадження отриманих наукових та практичних результатів у освітній процес Харківського державного університету харчування та торгівлі та Дніпровського державного аграрно-економічного університету та у виробництво в умовах ТОВ «Гея» та ТОВ «Бріюшь» м. Дніпро.

Ключові слова: здобне пісочно-відсадне печиво, борошняні кондитерські вироби, добавки білково-мінеральні, сполуки кальцію, емульсія, показники якості, харчова цінність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Вплив добавки білково-мінеральної на властивості клейковини борошна пшеничного // Наукові праці Національного університету харчових технологій. Том 27. № 2, 2021. С. 129–139. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-2-15>. *Особистий внесок здобувача: проведено та систематизовано літературний аналіз, досліджено вплив добавки білково-мінеральної на якісні характеристики клейковини борошна пшеничного.*

2. Kholobtseva I., Serik M., Samokhvalova O. Research of qualitative indicators of butter cookies using protein-mineral supplements // EUREKA: Life Sciences. 2021. № 4. P. 27–33. **Стаття у фаховому виданні Естонії.** <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001968>. *Особистий внесок здобувача: проведено та систематизовано літературний аналіз, досліджено вплив добавок білково-мінеральних на органолептичні та фізико-хімічні показники якості здобного печива.*

3. Serik M., Samokhvalova O., Kholobtseva I., Fedak N., Bolkhovitina O., Sova N., Chornei K. Determining the influence of protein-mineral additives on the

properties of butter cookies emulsion // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. № 4/11 (112). P. 42–49. **Стаття у фаховому виданні України, що включено до міжнародної бази даних Scopus.**

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021>. *Особистий внесок здобувача: проведено та систематизовано літературний аналіз, досліджено вплив добавок білково-мінеральних на якісні характеристики емульсії здобного печива.*

4. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Удосконалення технології здобного напівфабрикату, збагаченого засвоюваними сполуками кальцію // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харківський університет харчування та торгівлі. Харків. 2019. Вип. 2 (30). С. 35–47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3592825>. *Особистий внесок здобувача: проведено та систематизовано літературний аналіз, визначено раціональні межі дозування сировини, встановлено оптимальні параметри технологічного процесу виробництва розробленого здобного печива.*

Тези доповідей та матеріали конференцій

5. Холобцева І. П., Серік М. Л. Удосконалення технології здобного печива шляхом використання добавки білково-мінеральної // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. / Харків : ХДУХТ, 2021. Ч. 1. С. 43.

6. Холобцева І. П. Зміни якісних характеристик клейковини пшеничного борошна при використанні кальцевмісних добавок // Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті". / Київ : НУХТ, 2021. Ч. 1. С. 47.

7. Холобцева І. П., Серік М. Л. Обґрунтування технології здобного напівфабрикату функціонального призначення // Інноваційні технології

розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. / Харків : ХДУХТ, 2020. Ч. 1. С. 48.

8. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Вплив добавки білково-мінеральної на якісні характеристики здобних борошняних виробів // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: матеріали ІХ Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. / Прага: Oktan Print s.r.o., 2020. С. 26–27.

9. Холобцева І. П., Серік М. Л. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів, збагачених кальцієм // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. / Харків : ХДУХТ, 2019. Ч. 1. С. 71.

10. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Обґрунтування технології отримання пісочного напівфабрикату, збагаченого засвоюваними сполуками кальцію // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція. / Харків : ХДУХТ, 2019. Ч. 1. С. 128–130.

11. Холобцева І. П., Серік М. Л. Удосконалення технології борошняних кондитерських виробів, збагачених кальцієм // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. / Харків : ХДУХТ, 2018. Ч. 1. С. 87.

12. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Збагачення борошняних кондитерських виробів засвоюваними сполуками кальцію // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і

торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція. / Харків : ХДУХТ, 2018. Ч. 1. С. 198–199.

13. Холобцева І. П., Серік М. Л. Збільшення біологічної цінності здобних борошняних кондитерських виробів // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція. / Харків : ХДУХТ, 2020. Ч. 1. С. 134–136.

Патенти

14. Спосіб виготовлення здобного печива: пат. на корисну модель 146526 Україна: МПК А23G 3/34 (2006.01) А21D 13/80 (2017.01) / Серік М. Л., Холобцева І. П., Самохвалова О. В.; власник ХДУХТ. № u202006551; заявл. 12.10.2020; опубл. 24.02.2021, Бюл. № 8. *Особистий внесок здобувача: здійснено патентний пошук, проведено ряд експериментальних досліджень щодо встановлення оптимальних кількостей рецептурних компонентів та параметрів виробництва розробленого здобного печива, проаналізовано та систематизовано результати, узагальнено висновки.*

ABSTRACT

Kholobtseva I.P. «Improving the technology of calcium-enriched butter cookies through the use of protein-mineral additives». – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 181 "Food Technology" – State Biotechnological University, Kharkiv, 2021.

The dissertation is devoted to the development and scientific substantiation of the technology of flour confectionery, namely butter sand-deposit cookies, enriched with digestible calcium compounds, due to the use of protein-mineral additives.

As a result of the analytical review of literature and patent sources, the ways of modification of the recipe composition of flour confectionery products in order to improve their nutritional and biological value and provide them with certain

dietary properties are systematized. It is established that the use of enriching ingredients allows to influence in complex the nutritional and biological value of new products.

It is determined that one of the most deficient nutrients in the diets is calcium. The use of currently known sources of calcium has a number of disadvantages, in particular, low metabolic activity of calcium, foreign organoleptic characteristics of the finished product, limited raw material base, the inability to affect the technological properties of the product positively and so on., The use of protein-mineral additives in the technologies of flour confectionery, in particular butter cookies, is proposed on the base of the generalized data.

The use of protein-mineral additive (PMA) and advanced protein-mineral additive (APMA) in the technology of butter cookies is proposed. The additives are obtained by hydrolysis of collagen-containing raw materials followed by mineralization of protein tissues and are powder systems with neutral organoleptic characteristics. The mass fraction of calcium in 100 g of PMA is 7500 mg, and in APMA is 6700 mg. APMA contains up to 20% of chondroitin sulfites, which are an important biological factor for the absorption of calcium compounds. These characteristics of additives determine their possibility of use in the recipe set of flour confectionery.

The expediency of PMA and APMA using in the technology of butter sand-deposit cookies is scientifically substantiated within the defined concept of the innovative product. New data about a number of physicochemical properties of additives are received. Analysis of the particle size distribution proved that the predominant fractions are: in the PMA fraction with a particle size of 70... 90 μm with content of 30%, in the APMA fraction with a particle size up to 50 μm with content of 27%. The parameters of preliminary preparation of protein-mineral additives by their hydration in the environment of cow's milk ($t = 18... 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, PMA – $(15... 18) \times 60\text{ s}$; APMA – $(21... 24) \times 60\text{ s}$) in order to ensure full realization of the technological properties of additives and avoid unwanted organoleptic defects of the finished product are scientifically substantiated.

Scientific data complex on the positive effect of additives on the emulsions' properties, which is a decisive factor in the formation of qualitative characteristics of butter cookies, is obtained. The expressed fat-retaining properties of additives are defined. It is proved that it increases at 107% in PMA and at 126% in APMA when the temperature increases to 80 °C. It was determined that the emulsifying effect of additives is comparable to the emulsifying effect of emulsifiers E322 and E471, the use of which is common in the technology of butter cookies. It was found that the best indicators of emulsion stability have products with 7% PMA and 5% APMA. The results of studies of emulsions' viscosity also confirmed the technological efficiency of the additives use. Thus, the viscosity of emulsions using up to 7% of additives is 3.5... 4 times higher than the viscosity of traditional emulsions. The viscosity of emulsions with APMA is higher at 12...16% compared to emulsions containing PMA, that positively impacts their stability.

The results of studies of the additives (in the amount of 5...7% by weight of flour) effect on wheat flour gluten showed a different effect of individual ingredients of additives on its properties. An increase in the yield of crude gluten at 1.9% was observed when using APMA and a decrease in its yield at 1.4% when using PMA. A decrease in the hydration capacity of gluten with the addition of both types of additives up to 25% was found out. Using PMA in the abovementioned dosages leads to an increase in elongation to 4.1 cm, a decrease in elasticity in 4.0 units of GDM and an increase in the gluten ball spread in 3.0 mm. When using APMA (in the same quantities) there is a decrease in elongation to 1.5 cm, an increase in elasticity in 3.0 units of GDM and a decrease in the gluten ball spread in 1.2 mm. It is established that the PMA use causes the gluten proteins weakening, and the APMA use has a changing effect.

Analysis of the structural and mechanical characteristics of the butter cookies dough using 1...7% of additives showed the following results. Samples with APMA have a 12... 17% higher effective viscosity of the dough compared to PMA. There was a decrease in adhesion when using APMA to 46% and when using PMA to 28%. The increase in plastic viscosity at 43.5% and 54% and the

modulus of elasticity of the dough at 13.8% and 20.0% when using PMA and APMA respectively is proven. The decrease in the elasticity of the dough with the addition of PMA at 18.5% and with the addition of APMA at 12.5% is proved. A conclusion about the positive effect of additives on the rheological properties of butter cookies dough and on the ability to form products by jigging method is made based on the obtained data.

According to the results of research of organoleptic, physicochemical and microbiological indicators of the quality of the developed cookies, their compliance with the requirements of current regulations has been established. Bacteriostatic and fungistatic properties of additives, which have a positive effect on the reduction of microbial flora in the finished product during the standard shelf life (up to 90 days), are proved.

As a result of research of strength of sand-deposit cookies, in order to provide the finished product with appropriate structural characteristics the need to add potato starch to the recipe of butter cookies using 5% APMA in the amount of 15%, using 7% PMA in the amount of 25% of weight of flour is proven.

It is found that the use of 7% PMA and 5% APMA lets to improve the chemical composition of butter sand-deposit cookies. An increase in the content of digestible calcium compounds to 320.9 and 218 mg per 100 g of finished product respectively is proven. An increase in the protein content in developed products at 1.8% and 0.5% respectively is revealed. There is a significant improvement in their amino acid composition of the proteins, which causes a decrease at 15.0 and 18.9% of the DRAS. Given the increase in the total digestibility of proteins of new products at 20.0% and 16.4%, the increase in the biological value of new types of cookies is proved, that corresponds to the concept of dietary products.

On the basis of the conducted researches recipes of assortment number of different types of butter sand-deposit cookies and technological and hardware-technological schemes of manufacturing of finished products are developed.

According to the economic calculations, it was established that the developed butter sand-deposit cookies are competitive in price. The price of 1 kg

of new products in the range is set at the level of 80.09... 92.93 UAH for cookies with PMA and 78.64... 91.49 UAH for cookies with APMA, what corresponds to the prices for similar products (78.30... 92.50 UAH / kg). The profit from the sale of 1000 kg of new products will be 3.4... 4.0 thousand UAH.

It is found that the complex quality index is 0.661 units for traditional products, 0.720 units for butter sand-deposit cookies made using 7% PMA, 0.715 units for butter cookies made using 5% APMA. The project of normative-technological documentation (technical conditions and technological instructions) for a new types of butter sand-deposit cookies is developed.

A set of measures was taken to implement the obtained scientific and practical results in the educational process of Kharkiv State University of Food Technology and Trade and Dnipro State Agrarian and Economic University and in production in the conditions of LLC "Gaya" and LLC "Briosh", Dnipro.

Key words: butter sand-deposit cookies, flour confectionery, protein-mineral additives, calcium compounds, emulsion, quality indicators, nutritional value.