

**Черная Нина Викторовна**, канд. техн. наук, доц, кафедра технологии питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0969961815; e-mail: ninelleblack@ukr.net.

**Choma Nina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, the Department of Food Technology. Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klodkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0969961815; e-mail: ninelleblack@ukr.net.

DOI: 10.5281/zenodo.3263109

УДК 658.5:338.439.54

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ «БЕЗГЛЮТЕНОВОГО» НА ОСНОВІ БОРОШНА КУКУРУДЗЯНОГО ЕКСТРУДОВАНОГО**

**Т.О. Лісовська, Н.В. Чорна, Б.Б. Ботштейн, І.Г. Добротвор**

*Обґрунтовано технологію бісквітного напівфабрикату (БН) «Безглютенового» з використанням борошна кукурудзяного екструдованого (БКЕ). Технологічні параметри оптимізовано методом найменших квадратів із використанням стандартного програмного пакета MathCad, що дозволило комплексно – кількісно і якісно – оцінити структурні характеристики об'єкта дослідження з незначною похибкою випробувань та надалі забезпечити підбір інгредієнтів матриці з оптимальними якісними характеристиками. Визначено відсоткове співвідношення основних рецептурних компонентів БН «Безглютенового». Нову технологію охарактеризовано методами кваліметричної оцінки якості. Кількісний показник якості БН «Безглютенового» вище показника якості базового продукту – БН основного.*

**Ключові слова:** борошно кукурудзяне екструдоване, бісквітний напівфабрикат, безглютеновий, ціліакія, кваліметрична оцінка.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА «БЕЗГЛЮТЕНОВОГО» НА ОСНОВЕ МУКИ КУКУРУЗНОЙ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ**

**Т.О. Лисовская, Н.В. Черная, Б.Б. Ботштейн, И.Г. Добротвор**

*Обоснована технологія бісквітного полуфабриката (БП) «Безглютенового» с использованием муки кукурузной экструдированной (МКЭ). Технологические параметры оптимизированы методом наименьших квадратов с использованием стандартного программного пакета MathCad, что позволило*

---

© Лісовська Т.О., Чорна Н.В., Ботштейн Б.Б., Добротвор І.Г., 2019

комплексно – количественно и качественно – оценить структурные характеристики объекта исследования с незначительной погрешностью испытаний и в дальнейшем обеспечить подбор ингредиентов матрицы с оптимальными качественными характеристиками. Определено процентное соотношение основных рецептурных компонентов БП «Безглютенового». Новую технологию охарактеризовано методами квалиметрической оценки качества. Количественный показатель качества БП «Безглютенового» выше качества показателя базового продукта – БП основного.

**Ключевые слова:** мука кукурузная экструдированная, бисквитный полуфабрикат, безглютеновый, целиакия, квалиметрическая оценка.

## **DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF SPONGE GLUTEN-FREE SEMI-FINISHED PRODUCT BASED ON THE CORN EXTRUDED FLOUR**

**T. Lisowska, N. Chorna, B. Botshtein, I. Dobrotvor**

*The technology of biscuit semi-finished gluten-free flour using corn-extruded flour is scientifically substantiated. The optimization of technological parameters was performed using the smallest squares method using the standard MathCad software package. To determine the rational component correlation - the content of sugar, egg mülange, a full-featured experiment was conducted. In the framework of the two-factor model, the method of modeling the moisture content, density, porosity and avoidance of the content of egg mülange, sugar and BKE is used. A full-featured experiment becomes unattractive and irrational in terms of technological experiments by more than two factors. Not to complicate the mathematical model, three two-factor experiments 23 with varying the content of egg mülange and sugar at fixed values of flour were carried out. Mathematical treatment of the results of experimental studies allowed to obtain a regression equation and a response surface. The obtained regression equations determine rational content of the prescription components, which provide optimal values of density. The program for calculating parameters of the quadratic density dependence model on the content of the ingredients provides the opportunity to obtain a polynomial formula for further research. Similarly, with the results of calculating parameters of the quadratic dependence of density on content of the ingredients using MathCAD-14 program, analytical expressions representing the dependence of the burning rates, porosity and moisture content on the parameters of the contents of egg products, sugar and flour were obtained. Mathematical treatment of the results of the study allowed to optimize the recipes of the biscuit semi-finished product, called "Gluten free". Qualitative assessment of BN quality made it possible to fully characterize new technology in terms of consumer requirements and determine quantitative quality indicator, which is higher than the quality of the basic product. The conducted experimental research became the basis for recommendations on using BN along with the use of BKE and semi-finished "Gluten free" product in the technology of culinary and confectionery products.*

**Keywords:** extruded corn flour, biscuit semi-finished product, gluten free, celiac, qualimetric assessment.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Бісквітні напівфабрикати (БН) – це основна складова багатьох борошняних кондитерських виробів. Створення високоєфективних технологій, що забезпечують високу якість готових кондитерських виробів сприяє підвищенню конкурентоспроможності цієї продукції. Використання продуктів переробки натуральної рослинної зернової сировини сприяє підвищенню харчової цінності й якості та сприяє розширенню асортименту виробів на основі бісквітного тіста на ринку кондитерських виробів України. Застосування нетрадиційних видів борошна з сировини, що не містить глютену, дозволяє створювати продукти дієтичного споживання, у тому числі для хворих на целиакію.

Актуальним у цьому аспекті є застосування в традиційній технології БН сучасних способів обробки зернової сировини, таких, наприклад, як процес екструзії під час виробництва борошна.

Результати аналізу наукових і прикладних робіт у галузі створення нових продуктів безглютенового харчування свідчать, що використання борошна екструдованого в технології борошняних кондитерських виробів має великі перспективи, зокрема в технології БН. Тому розробка технології БН «Безглютенового», яка ґрунтується на використанні борошна кукурудзяного екструдованого (БКЕ), з метою покращення якісних показників, збагачення харчової цінності, у тому числі для хворих на целиакію, є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасний ринок кондитерських виробів України ставить перед виробниками безглютенових продуктів харчування завдання розробки конкурентоспроможних технологій, які водночас сприяють підвищенню харчової цінності та розширенню асортименту кондитерських виробів, створенню виробів спеціального дієтичного призначення та високих споживчих властивостей, зокрема на основі БН. Моніторинг сучасного асортименту кондитерських виробів на основі БН на ринку свідчить про значний попит українського споживача на бісквітну продукцію дієтичного споживання. Відповідно до статистичних даних за перше півріччя 2017 року, виробництво борошняних кондитерських виробів продовжує нарощувати обсяг порівняно з відповідним періодом 2016 року і становить 5% [1]. Проте, асортимент кондитерської продукції на основі БН (особливо безглютенових), що виробляється вітчизняними виробниками, досить обмежений і не завжди відповідає вимогам нутриціології та потребам споживачів. Попит на безглютенову продукцію, особливо борошняні кондитерські вироби, за останні десятиліття значно підвищився. Це пов'язано зі збільшенням кількості споживачів (на 10%), які мають проблеми з перетравлюванням

клейковини, тобто хворі на целиакію. Приблизно 1% населення сьогодні страждає алергією на глютен [2]. І хоча в цих людей різна міра чутливості до глютену, проте загалом стан їх здоров'я потребує постійного дотримання безглютенової дієти. Отже, розробка технології безглютенових продуктів харчування, зокрема борошняних кондитерських виробів, на сучасному етапі є доцільною та своєчасною.

Одним із перспективних шляхів створення безглютенових продуктів харчування є цілеспрямоване використання інгредієнтів, які мають широкий спектр технологічних властивостей, що дозволяють покращити структурно-механічні та органолептичні показники БН, корегувати харчову цінність і водночас не містять глютену. До таких видів сировини належать безглютенові зернові та продукти їх переробки. Перспективним у цьому аспекті є використання екструзійного оброблення такої сировини. Останніми публікаціями доведено, що використання екструдатів із сої, пшениці, жита, кукурудзи поліпшує якість і пружно-еластичні властивості, підвищує в'язкість тіста, унаслідок чого збільшується об'ємний вихід готових виробів [3; 4].

Результати аналізу опублікованих праць [4–6] свідчать про глибокі зміни властивостей зернової сировини під час високотемпературної екструзії. Ці зміни можна розділити на три основні групи: хімічні та біохімічні, мікробіологічні та колоїдні, фізичні. Усе це вказує на перспективність методів підвищення технологічної цінності зернових продуктів, а саме використання спеціальних методів технологічної обробки сировини, зокрема екструзії. Продукти, отримані методом екструзії, характеризуються високою харчовою цінністю і технологічними властивостями, які зумовлюють доцільність їх широкого застосування у виробництві продуктів харчування, у тому числі борошняних кондитерських виробів.

Існує низка досліджень [5–7], що ґрунтуються на пошуку оптимального співвідношення структуроутворювальних компонентів для безглютенових борошняних кондитерських виробів. Основою в таких технологіях є рисове борошно та крохмально-білкові суміші, які не містять глютену. Доведено, що для досягнення заданих якісних показників, зокрема цукрового печива, може бути використане різне співвідношення білка та крохмалу [7].

Оскільки безглютенової дієти при захворюванні на целиакію споживачі повинні дотримуватися впродовж усього життя, існує потреба в розробці технології БН для дієтичного безглютенового харчування. Важливою умовою такої технології є повна відсутність у складі глютену за одночасної її технологічності, високої харчової і біологічної цінності готової продукції разом із доступною ціною та відповідністю смакам і

традиціям вітчизняного споживача. Ураховуючи те, що під час виготовлення бісквітних виробів пропонується велика кількість добавок, що оптимізують технологічний процес, сьогодні пошук ефективних натуральних безглютенових інгредієнтів для бісквітного тіста залишається актуальним.

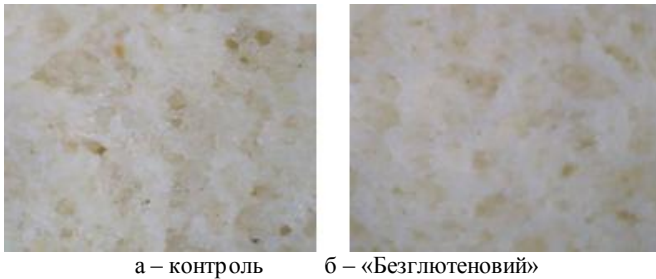
**Метою статті** є розробка технології безглютенового БН, яка ґрунтується на використанні БКЕ, покращенні якісних показників, збагаченні нутрієнтного складу та розширенні асортименту для хворих на целиацію.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Фундаментальні розробки в галузі одержання і використання різних видів безглютенового екструдованого борошна у виробництві продуктів харчування свідчать про можливість його застосування в технологіях борошняних напівфабрикатів, особливо таких, що передбачають використання борошна з низьким вмістом або слабкою клейковиною [5–8]. Результати дослідження технологічних властивостей борошняних сумішей із додаванням БКЕ свідчать про доцільність їх використання у виробництві БН. Але в разі використання БКЕ виникає проблема, як компенсувати відсутність клейковини в борошняній сировині і створити пористу структуру безглютенового БН та готових виробів на його основі. Жоден із видів безглютенового борошна, не можна вважати за функціонально-технологічними властивостями в тому числі БКЕ, еквівалентним пшеничному борошну.

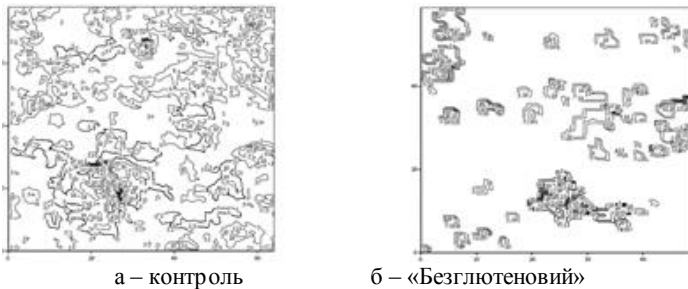
Аналіз раніше отриманих експериментальних даних [9–16] дозволив науково обґрунтувати технологію БН із використанням БКЕ й запропонувати асортимент безглютенової кондитерської та кулінарної продукції. Результати дослідження показали, що доцільною є 100 мас.% заміна пшеничного борошна на БКЕ в технології БН [14; 16]. У ході експериментальних робіт зроблено заміри основних характеристик БН та проведено їх статистичний аналіз. Визначення пористості зразків БН – контрольного (бісквіт основний) та на основі БКЕ проводилося шляхом заміряння ефективних діаметрів пор на поперечних зрізах бісквіта (рис. 1, 2), візуалізації мікроструктури бісквіта, обробки цифрових зображень та оснований на них результатів вимірювань. Усі заміри проводились із застосуванням диференціальних операторів програми MathCAD-14 та методики роботи [17]. Ця методика дозволяє якісно і кількісно оцінити структурні характеристики матеріалу з незначною похибкою випробувань, що надалі забезпечить підбір інгредієнтів матриці з оптимальними експлуатаційними характеристиками.

Унаслідок обробки результатів дослідження отримано матриці значень градієнта кольорів на фрагментах сфотографованих зображень

БН із БКЕ. На всіх вибраних фрагментах спостерігали зони високих значень градієнта цифрової матриці яскравості зображення навколо неодорідностей (включень, пор, зон із змінною вологістю).



**Рис. 1. Фотографії тонких зрізів бісквітного напівфабрикату**

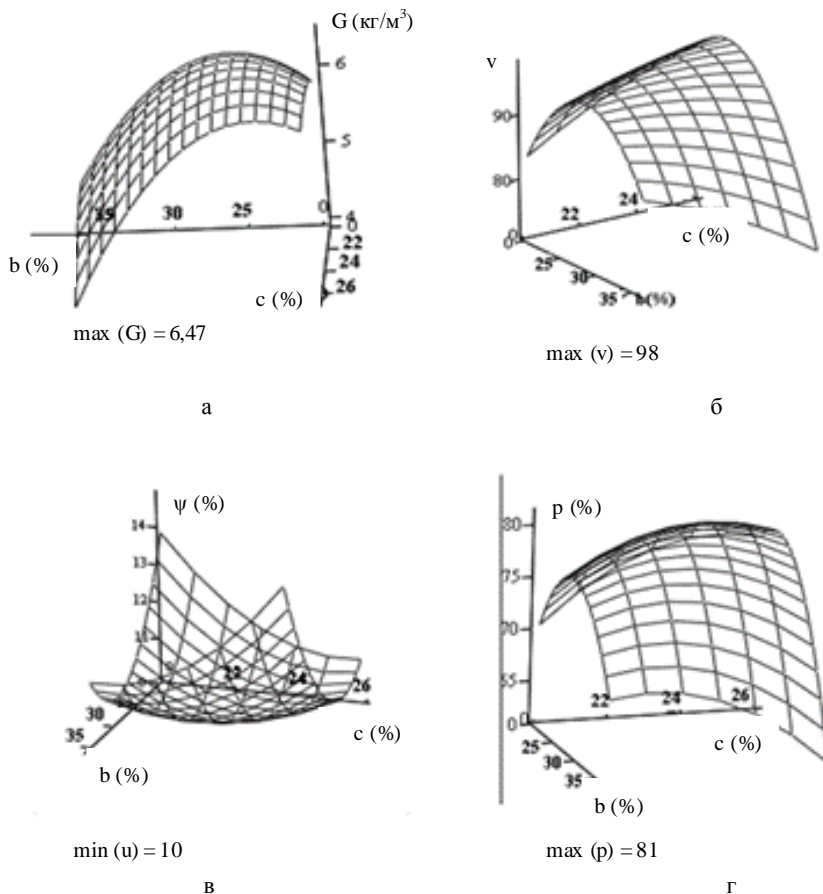


**Рис. 2. Візуалізація пор шляхом застосування оператора градієнта яскравості зображення зразка та оцифрування ліній рівня яскравостей:  
а – контроль; б – «Безглютеновий»**

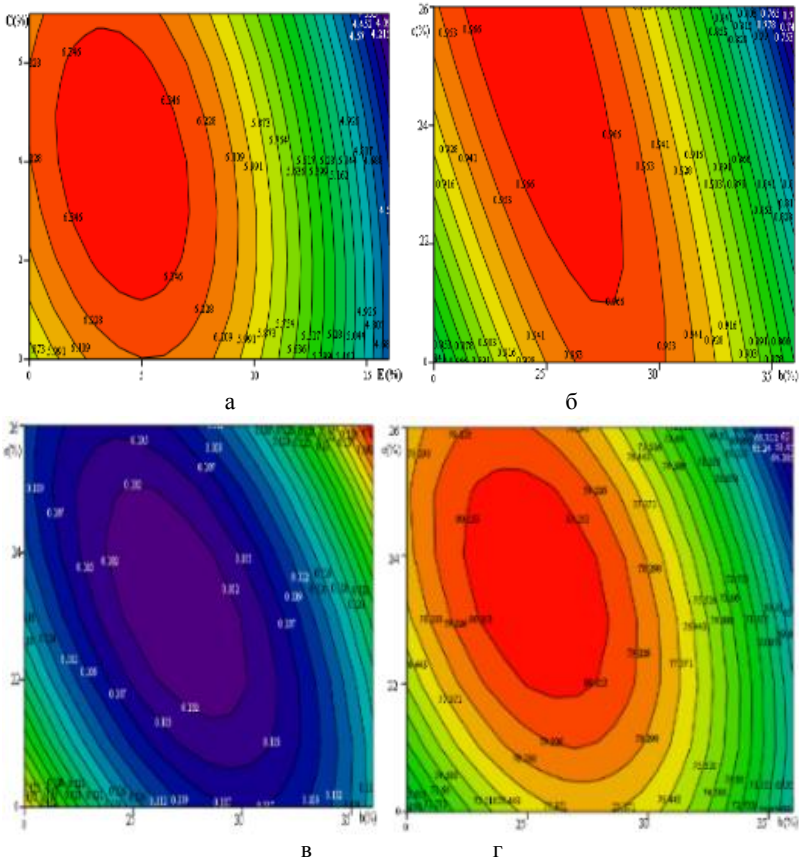
Також спостерігали зазначені зони з дещо меншими за максимальні значеннями градієнта структурних характеристик порівняно з традиційними матеріалами в матриці навколо повітряних включень або частинок включень. Це доводить, що структурні зміни відбуваються меншою мірою, пояснюється утворенням надмолекулярних структур у вигляді глобулярних агрегатів макромолекул як навколо повітряних включень, так і в об'ємі матриці. Зазначене свідчить про утворення гетерогенної структури. Для обґрунтування технологічних параметрів безглютенового БН на основі БКЕ здійснено математичне моделювання раціонального співвідношення рецептурних компонентів (цукру та яєчного меланжу), проведено повнофакторний експеримент. У межах двофакторної моделі використано методику моделювання вмісту вологи, густини, пористості та упікання залежно від вмісту яєчного меланжу, цукру та БКЕ.

Для того щоб не ускладнювати математичну модель, проведено три двофакторних експерименти  $2^3$  з варіюванням вмісту яєчного меланжу ( $x_1$ , %) та цукру ( $x_2$ , %) за фіксованих значень борошна (%). Оператор програми MathCAD оцінки екстремуму для функції  $G(E, C, B)$  дає такий результат оптимальності:  $\max(g) = 6,47 \text{ кг/м}^3$ ,  $\max(v) = 98\%$ ,  $\min(u) = 10\%$ ,  $\max(p) = 81,1\%$ .

Математична обробка результатів експериментальних досліджень дозволила одержати рівняння регресії та поверхні відгуку (рис. 3, 4).



**Рис. 3. Поверхні залежності густини (а), вмісту вологи (б), упікання (в) та пористості (г) від вмісту меланжу та цукру в бісквітному тісті**



**Рис. 4.** Лінії рівня густини (а), вологи (б), упікання (в), пористості (г) бісквітного тіста відносно параметрів вмісту меланжу і цукру

За одержаними рівняннями регресії визначено раціональний вміст рецептурних компонентів, який забезпечує оптимальні значення густини. Програма обчислення параметрів квадратичної моделі залежності густини від вмісту інгредієнтів дає можливість отримати поліноміальну формулу для подальших досліджень:

$$G(E,C,W)=102,25 \cdot C - 87,66 \cdot C \cdot W - 165,12 \cdot C^2 - 143,25 \cdot W^2 + 145,88 \cdot W - 37,08.$$

Аналогічно до результатів програми обчислення параметрів квадратичної моделі залежності густини від вмісту інгредієнтів із використанням програми MathCAD-14 отримуємо аналітичні вирази



залежності показників упікання, пористості та вмісту вологи від параметрів вмісту яйцепродуктів, цукру та борошна.

$$V(E, C, B) = 13,06 \cdot E + 0,61 \cdot C + 2,31 \cdot B - 13,11 \cdot E^2 - 1,31 \cdot C^2 - 4,97 \cdot B^2 - 2,61;$$

$$U(E, C, B) = -3,38 \cdot E - 2,88 \cdot C + 3,38 \cdot E^2 + 6,27 \cdot C^2 + 11,18;$$

$$P(E, C, B) = 625 \cdot E - 625 \cdot E^2 - 2393 \cdot C^2 + 1100,78 \cdot C - 2339,0 \cdot B^2 + 1263,06 \cdot B - 371,85.$$

Дослідження моделі дає можливість стверджувати, що оптимум густини бісквітного напівфабрикату досягається для параметрів  $(E, C, B) = (0,5; 0,24; 0,24)$  із високим рівнем точності – 1,4%. Як свідчать результати оптимізації, БН із використанням БКЕ має такі інтервали оптимізаційних параметрів: 100 мас.% – заміна пшеничного борошна на БКЕ із кількісним співвідношенням рецептурних компонентів «яйця : цукор : борошно», як 2,1:1:1,02.

Отже, при  $x_1 = 51\%$ ,  $x_2 = 24,4\%$ , вмісту БКЕ 24,6% із точністю: 0,40%, 0,14% та 0,12% відповідно досягаються найкращі показники упікання, пористості, густини тіста та вмісту вологи.

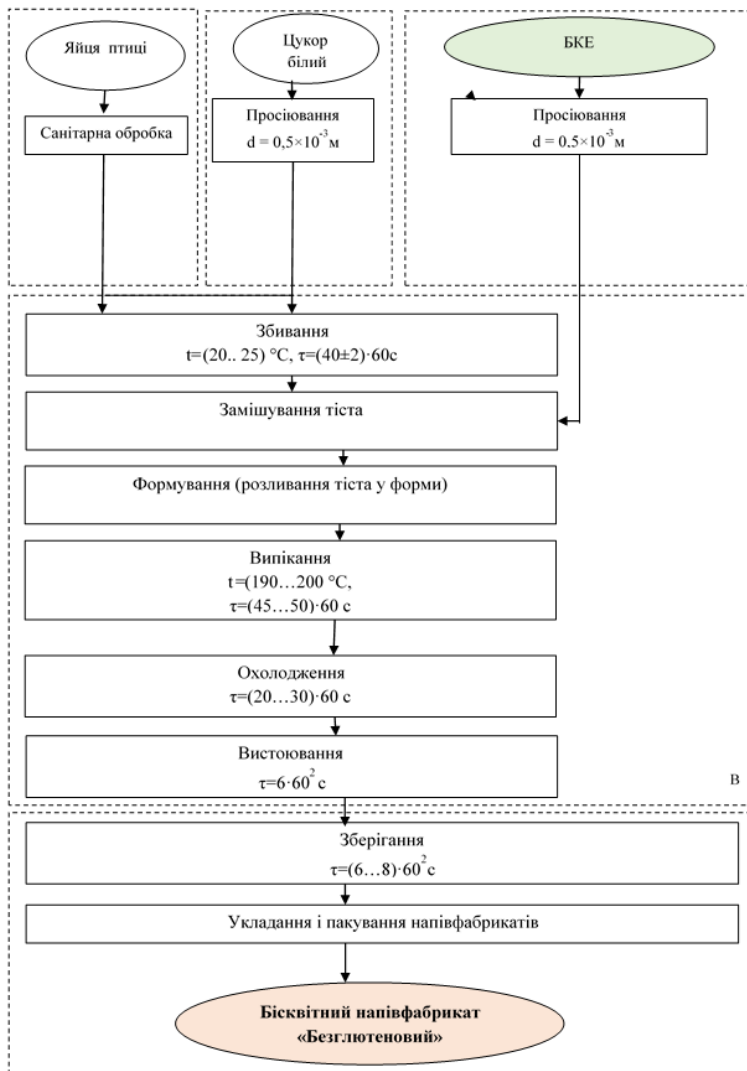
Завдяки математичній обробці результатів дослідження оптимізовано основні рецептурні компоненти БН, який отримав назву «Безглютеновий», та визначено їх оптимальне співвідношення: «яйця : цукор білий : БКЕ – 2,1:1:1,02.

Технологічну схему виробництва БН «Безглютенового» з використанням БКЕ наведено на рис. 5.

Під час дегустації виявлено, що використання БКЕ не погіршує смаку і запаху готового виробу, а навпаки, надає яскраво вираженого присмаку кукурудзяного борошна за інших якісних характеристик БН, які відповідають контрольним зразкам.

Кваліметрична оцінка якості БН «Безглютенового» на 24% перевищує показник якості базового продукту. Вміст золи в безглютенових БН збільшується у 2,5, а клітковини у 2 рази порівняно з контрольним зразком. Відмітною особливістю розробленої технології БН «Безглютенового» є виробництво принципово нової продукції, яка за основними показниками відповідає найкращим національним і світовим продуктам-аналогам та показникам безпечності завдяки відмові від використання харчових добавок і високим технологічним показникам. Це розширяє спектр використання зазначеного БН за умов формування на його основі нового асортименту харчової продукції.

Проведені дослідження стали підґрунтям для розроблення рекомендацій щодо застосування БН із використанням БКЕ та напівфабрикату «Безглютенового» в технології кулінарної (як прошарок між різними видами наповнювачів для канапе, солодкі страви із суфле, кремом, желе) та кондитерської продукції на основі БН (торти, печиво, тістечка, кейк-попси, кейк-боли тощо).



**Рис. 5. Технологічна схема виробництва БН «Безглютенового» з використанням БКЕ**

**Висновки.** Аналітичний огляд літератури й узагальнення науково-технічної інформації з тематики, що досліджувалася, дозволили проаналізувати сучасні тенденції розвитку технології БН та визначити, що

перспективним напрямом є дослідження технологічних показників БКЕ та його використання в технології БН для кулінарних і кондитерських виробів за обґрунтованих параметрів. Унаслідок повнофакторного експерименту одержано рівняння регресії та поверхні відгуку, на підставі яких оптимізовано рецептурний склад і розроблено технологію безглютенового БН на основі 100мас.% заміни борошна пшеничного на БКЕ із кількісним співвідношенням рецептурних компонентів «яйця : цукор : БКЕ» як 2,1:1:1,02. Таким чином, визначено відсоткове співвідношення основних рецептурних компонентів: яйцепродуктів 51%; цукру 24,4% та БКЕ 24,6%. Математична обробка результатів експериментальних досліджень дозволила розробити рецептуру БН, що отримав назву «Безглютеновий». Кваліметрична оцінка якості БН дала можливість усебічно охарактеризувати його з точки зору вимог споживача і визначити кількісний показник якості, який для БН «Безглютенового» на 24% більше, ніж у контрольного зразка.

На розроблену технологію отримано патент на корисну модель № 108458, Україна, МПК А 23 D3/36 [18].

#### Список джерел інформації / References

1. Державний комітет статистики [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

State Committee of Statistics [Derzhavnyi komitet statystyky], available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

2. Znou, Z., et al. (2015), "Enhanced thermal and antibacterial properties of cross-linked waxy maize starch granules by chitosan via dry heat treatment", *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 50, No. 4, pp. 899-905.

3. Дробот В. І. Використання кукурудзяної крупи у виробництві пшеничного хліба / В. І. Дробот, О. П. Писарець, І. М. Кравченко // *Хранение и переработка зерна*. – 2013. – № 9. – С. 15–17.

Drobot, V., Pysarets, O., Kravchenko, I. (2013), "Use of corn grits in the production of wheat bread ["Vykorystannia kukurudzianoї kruhy u vyrobnytstvi pshenychnoho khliba", *Khranenyє u pererabotka zerna*], No. 9, pp. 15-17.

4. Остриков А. Н. Технология экструзионных продуктов : учеб. пособие / А. Н. Остриков, Г. О. Магомедов, Н. М. Дерканосова. – СПб. : Проспект Науки, 2007. – 202 с.

Ostrykov, A., Mahomedov N., Derkanosova, N. (2007), *Technology extrusion products: studies. allowance* [Tehnolohyia ekstruzyonnykh produktov: ucheb. posobyє], Prospekt Nauky, Spb., 202p.

5. Брехов А. Ф. Прогнозирование биологической и пищевой ценности в готовой продукции при экструзионной обработке растительного сырья / А. Ф. Брехов, В. И. Рязских // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2012. – № 3. – С. 38–42.

Brekhov, A., Riazhskykh, V. (2012), "Prediction of biological and nutritional values in finished products during extrusion processing of plant materials" ["Prohnozyrovanye byolohycheskoi u pyshchevoi tsennosti v hotovoi produktsyyu pry

ekstruzionnoi obrabotke rastytelnoho syria", *Khraneniye u pererabotka selkhozsyria*], No. 3, pp. 38-42.

6. Єгоров Б. В. Формування споживних властивостей харчових продуктів нового покоління шляхом екструзії / Б. В. Єгоров, М. Р. Мардар, Т. В. Бордун // *Хранение и переработка зерна*. – 2014. – № 5 (182). – С. 64–67.

Yehorov, B., Mardar, M., Bordun, T. (2014), "Formation of nutritional properties of foodstuffs of the new generation by extrusion" ["Formuvannia spozhyvnykh vlastyivostei kharchovykh produktiv novoho pokolinnia shliakhom ekstruzii", *Khraneniye u pererabotka zerna*], No. 5(182), pp. 64-67.

7. Современные технологии контроля качества: глютен [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL:[http://www.zip-i.ru/gluten\\_podrobno](http://www.zip-i.ru/gluten_podrobno)

"Modern quality control technology: gluten" ["Sovremennyye tekhnolohyy kontrolya kachestva: hliuten"], available at : URL:[http://www.zip-i.ru/gluten\\_podrobno](http://www.zip-i.ru/gluten_podrobno)

8. Рензяева Т. В. Печенье из рисовой муки для специализированного питания / Т. В. Рензяева, М. Е. Бакирова // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания* – 2017. – № 1. – С. 49–54.

Renziaeva, T., Bakirova, M. (2017), "Rice flour biscuits for specialized nutrition" ["Pechene yz rysovoi muky dlia spetsyalyzovannoho pytanyia", *Tekhnolohyy pyshchevoi u pererabatyvaiushchei promyshlennosti. APK-produkty zdorovoho pytanyia*], No. 1, pp. 49-54.

9. Camino, Mancebo, Patricia Rodriguez, Manuel Gómez (2016), "Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies", *LWT – Food Science and Technology*, Vol. 67, pp. 127-132.

10. Лисовская Т. О. Изучение возможности использования экструдированной кукурузной муки в технологии бисквита для диетического питания / Т. О. Лисовская, В. Г. Юкало, Н. В. Черная // *Maisto chemija ir technologija*. – 2016. – Vol. 50, № 1. – С. 36–44.

Lysovskaia, T., Yukalo, V., Chernaiia, N. (2016), "Exploring the use of extruded cornmeal in biscuit technology for dietary nutrition" ["Yzuchenye vozmozhnosti yspolzovaniia ekstrudirovanoi kukuruznoi muky v tekhnolohy byskvyta dlia dyeticheskoho pytanyia", *Maisto chemija ir technologija*], Vol. 50, No. 1, pp. 36-44.

11. Лісовська Т. О. Дослідження реологічних властивостей бісквітного тіста з використанням екструдованого кукурудзяного борошна / Т. О. Лісовська, Н. В. Чорна, О. Г. Дьяков // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2016. – № 2/11. – С. 19–23.

Lisovska, T., Chorna, N., Diakov, O. (2016), "Investigation of the rheological properties of a biscuit dough using extruded corn flour" ["Doslidzhennia reolohichnykh vlastyivostei biskvitnoho tista z vykorystanniam ekstrudovanoho kukurudzianoho boroshna", *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*], No. 2/11, pp. 19-23.

12. Лісовська Т. О. Вивчення структурно-механічних характеристик тіста на основі борошняних сумішей з екструдованим кукурудзяним борошном / Т. О. Лісовська, Н. В. Чорна, В. Г. Юкало // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 51–55.

Lisovska, T., Chorna, N., Yukalo, V. (2016), "Study of structural and mechanical characteristics of dough based on flour mixes with extruded corn flour" ["Vyvchennia

структурно-механічних характеристик тіста на основі борошніаних сумішей з екструдованим кукурудзяним борошном", *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarynoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S. Z. Gzhytskoho*], Vol. 18, No. 2, pp. 51-55.

13. Лісовська Т. О. Вивчення можливості використання екструдованого кукурудзяного борошна в технології борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення / Т. О. Лісовська, А. В. Деркач, І. Я. Стадник // *Наукові праці НУХТ*. – 2017. – Т. 23, № 5, ч. 2. – С. 108–115.

Lisovska T., Derkach, A., Stadnyk, I. (2017), "Study of the possibility of using extruded com flour in the technology of flour confectionery products for health improvement purposes" ["Vyvchennia mozhlyvosti vykorystannia ekstrudovanoho kukurudzianoho boroshna v tekhnologii boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv ozdorovchoho pryznachennia", *Naukovi pratsi NUKHT*], Vol. 23, No. 5, Part 2. pp. 108-115.

14. Екструдоване кукурудзяне борошно для дієтичного харчування / Т. О. Лісовська, А. В. Деркач, І. Я. Стадник, Ю. Сухенко, В. Василів // *Продовольча індустрія АПК*. – 2017. – № 11/12. – С. 40–43.

Lisovska, T., Derkach, A., Stadnyk, I., Sukhenko, Yu., Vasylyv, V. (2017), "Extruded com flour for dietary nutrition" ["Ekstrudovane kukurudziane boroshno dlia diietynoho kharchuvannia", *Prodovolcha industriia APK*], No. 11/12, pp. 40-43.

15. Юкало В. Г. Вивчення можливості використання екструдованого кукурудзяного борошна в технології безглютенового бісквітного напівфабрикату / В. Г. Юкало, Т. О. Лісовська, Н. В. Кушнірук, Я. Б. Джур // *Стан і перспективи харчової науки та промисловості : тези доп. Міжнар. наук.-техн. конф., 8–9 жовтня 2015 р.* – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – С. 71–72.

Yukalo, V., Lisovska, T., Kushniuk, N., Dzhur, Ya. (2015), "Study of the possibility of using extruded com flour in the technology of gluten-free biscuit semi-finished product" ["Vyvchennia mozhlyvosti vykorystannia ekstrudovanoho kukurudzianoho boroshna v tekhnologii bezgliutenovoho biskvitnoho napivfabrykatu", *Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti: tezy dop. Mizhmar. nauk.-tekh. konf.*], TNTU, Ternopil, pp. 71-72.

16. Абазовік І. В. Перспективи використання борошна кукурудзяного екструдованого в технології бісквітних напівфабрикатів / І. В. Абазовік, Т. О. Лісовська, Н. В. Чорна // *Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг.* – X., 2012. – Вип. 1 (1–6). – С. 3.

Abazovik, I., Lisovska, T., Choma, N. (2012), "Prospects for the use of com flour extruded in the technology of biscuit semi-finished products" ["Perspektyvy vykorystannia boroshna kukurudzianoho ekstrudovanoho v tekhnologii biskvitnykh napivfabrykativ", *Aktualni problemy rozvytku kharchovykh vyrobnystv, restorannoho ta hotelnoho hospodarstv i torhivli: zb. nauk. pr.*], Khark. derzh. un-t kharch. ta torh., Kharkiv, Vol. 1(1–6), p. 3.

17. Лісовська Т. О. Вивчення екструдованого кукурудзяного борошна для створення борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення / Т. О. Лісовська, А. В. Деркач, Н. В. Кушнірук, І. Я. Стадник // *Стан і перспективи харчової науки та промисловості : тези доп. Міжнар. наук.-техн. конф., 11–12 жовтня 2017 р.* – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – С. 96.

Lisovska, T., Derkach, A., Kushniuk, N., Stadnyk, I. (2017), "Study of extruded corn flour for the production of flour confectionery products for health purposes" ["Vychennia ekstrudovanoho kukurudzianoho boroshna dlia stvorennia boroshnianskykh kondyterskykh vyrobiv ozdorovchoho pryznachennia", *Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti: tezy dop. Mizhnar. nauk-tehn. konf.*], TNTU, Ternopil, p. 96.

18. Стадник І. Я. Методика і результати дослідження утворення пор в бублику «Подільському» / І. Я. Стадник, І. Г. Добротвор, А. М. Деркач, В. П. Василів // *SWorld*: сб. науч. трудов. – 2015. – Т. 3, № 2 (39). – С. 9–15.

Stadnyk, I., Dobrotvor, I., Derkach, A., Vasylyv, V. (2015), "Methodology and results of the study of pores formation in bagel "Podilsky" ["Metodyka i rezultaty doslidzhennia utvorennia por v bublyku «Podilskomu»", *SWorld: sb. nauch. trudov*], Vol. 3, No. 2(39), pp. 9-15.

19. Пат. 108458, Україна, МПК А 23 D3/36. Склад бісквітного напівфабрикату безплутенового / Чорна Н. В., Лісовська Т. О. – № a201411597 ; заявл. 27.10.2014 ; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 4 с.

Chorna, N., Lisovska, T. (2016), *Ingredients of biscuit semi-finished gluten-free* [*Sklad biskvitnoho napivfabrykatu bezghliutenovoho*], Ukraina. Pat. 108458.

**Лісовська Тетяна Олегівна**, канд. техн. наук, асист., кафедра харчової біотехнології і хімії, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Адреса: вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна, 46001. Тел.: 0671602720; e-mail: t.lisowska82@gmail.com.

**Лисовская Татьяна Олеговна**, канд. техн. наук, ассист., кафедра пищевой биотехнологии и химии, Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя. Адрес: ул. Руська, 56, г. Тернополь, Украина, 46001. Тел.: 0671602720; e-mail: t.lisowska82@gmail.com.

**Lisovska Tetiana**, PhD in Technical Sciences, Assistant. the Department of Food Biotechnology and Chemistry. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Address: Ruska st., 56, Ternopil, 46001, Ukraine. Tel.: 0671602720; e-mail: t.lisowska82@gmail.com.

**Чорна Ніна Вікторівна**, канд. техн. наук, доц., кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0969961815; e-mail: ninelleblack@ukr.net.

**Черная Нина Викторовна**, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0969961815; e-mail: ninelleblack@ukr.net.

**Chorna Nina**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Ddepartment of Food Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0969961815; e-mail: ninelleblack@ukr.net.

**Ботштейн Белла Борисівна**, доц., кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0672549915; e-mail: botshtein\_bella@mail.ru.

**Ботштейн Белла Борисовна**, доц., кафедра технології питания, Харківський державний університет питания и торговлі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0672549915; e-mail: botshtein\_bella@mail.ru.

**Botshtein Bella**, Associate Professor, the Department of Food Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0672549915; e-mail: botshtein\_bella@mail.ru.

**Добротвор Ігор Григорович**, д-р техн. наук, кафедра економічної кібернетики та інформатики, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Адреса: вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна, 46001. Тел.: 0977984357; e-mail: idobrotvor5@gmail.com.

**Добротвор Игорь Григорьевич**, д-р техн. наук, кафедра економічної кібернетики и информатики, Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя. Адрес: ул. Руська, 56, г. Тернополь, Украина, 46001. Тел.: 0977984357; e-mail: idobrotvor5@gmail.com

**Dobrotvor Igor**, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Department of Economic Cybernetics and Informatics, Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Address: Ruska st., 56, Ternopil, 46001, Ukraine. Tel.: 0977984357; e-mail: idobrotvor5@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3263145

УДК 641.5:637.514.5

## **ТЕХНОЛОГІЯ М'ЯСНИХ СІЧЕНИХ ВИРОБІВ В ВИКОРИСТАННЯМ М'ЯСА СТРАУСА**

**Г.В. Запаренко, О.Г. Дьяков, А.С. Савицька, А.О. Борисова**

*Обґрунтовано рецептуру січених біфштексів із використанням м'яса страуса. Досліджено здатність м'яса страуса зв'язувати вологу та утримувати її під час термічної обробки. Проаналізовано якість біфштексів січених, виготовлених із м'яса страуса, за органолептичними показниками, харчовою та енергетичною цінністю, вмістом холестерину.*

**Ключові слова:** м'ясо страуса, яловичина, білки, холестерин.

---

© Запаренко Г.В., Дьяков О.Г., Савицька А.С., Борисова А.О., 2019