

Серед процесних інновацій [3], які застосовують для корегування терміну зберігання хліба використовують удосконалене бродіння за допомогою додавання пробіотичних культур у закваски, які знижують рН середовища, запобігаючи розвитку небажаної мікрофлори. Використовують парообробку під час випікання, що сприяє знешкодженню мікроорганізмів на поверхні тістової заготовки та створенню захисного бар'єру. Застосовують випікання при нижчих температурах протягом тривалого часу для рівномірного пропікання хліба, використовують обробку за допомогою інфрачервоного випромінювання для зменшення вологості на поверхні хліба, швидке охолодження випечених виробів та пакування у закритих приміщеннях автоматично без використання ручної праці. Швидке охолодження випечених виробів – запобігає утворенню конденсату, що може спричинити появу цвілі та бактерій, використання автоматичних пакувальних ліній без ручного втручання мінімізує ризик мікробного забруднення, контрольоване середовище у приміщеннях пакування (фільтрація повітря, регулювання вологості та температури) сприяє збереженню якості хліба, а пакування в модифікованому газовому середовищі зі зниженим вмістом кисню та додаванням вуглекислого газу або азоту зменшує окислювальні процеси та гальмує ріст бактерій.

Значну увагу приділяють науковці дослідженню впливу пакування на збереження свіжості хліба. Серед запропонованих методів найбільш ефективними є використання біоактивних плівок, що містять антимікробні агенти (ефірні олії, наночастинки срібла) та використання екоупаковки з біорозкладних полімерів, що зменшує вплив на довкілля, та дозволяє забезпечити досягнення цілей сталого розвитку.

Отже, застосування інноваційних методів у виробництві хліба дозволяє суттєво подовжити термін його придатності, зберігаючи при цьому якість і смакові характеристики продукту. Поєднання натуральних консервантів, новітніх упаковок, ферментативних технологій та сучасних методів термічної обробки дає можливість виробникам мінімізувати харчові втрати та підвищити конкурентоспроможність своєї продукції.

Список використаних джерел.

1. Taglieri, I., Quartacci, M. F., Zinnai, A., Bianchi, A., Sanmartin, C., Venturi, F., & Macaluso, M. (2020) Overcoming bread quality decay concerns: main issues for bread shelf life as a function of biological leavening agents and different extra ingredients used in formulation. A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(5), 1732–1743. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10816>
2. Melini V, Melini F. (2018) Strategies to extend bread and GF bread shelf-life: From Sourdough to antimicrobial active packaging and nanotechnology. *Fermentation*. 4:5–10.
3. Nicoli MC. (2012) An introduction to food shelf life: Definitions, basic concepts, and regulatory aspects. In: *Shelf Life Assessment of Food*. p. 1–15

Науковий керівник: Мельник О.Ю., к.т.н., доц.

УДК 664.87

ОБРОБКА БІЛКОВОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННИХ АЛЬТЕРНАТИВ М'ЯСА

Шкаранута Р., здобувач вищої освіти СВО «Доктор філософії»

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна*

Альтернативні білкові продукти рослинного походження набувають широкого поширення завдяки тенденції до зменшення чи уникнення споживання продуктів тваринного

походження у своєму раціоні з екологічних, етичних питань або по причині збереження здоров'я споживачів [1]. Основним чинником розширення ринку альтернативних продуктів з рослинних складових є співвідношення смаку, текстури, ціни та поживності, що є ключовим фактором у розробці м'ясних аналогів на рослинній основі [2]. На даний момент рослинні альтернативи м'яса вже перейшли з нішевих продуктів для окремих груп населення (вегани, вегетаріанці, флексітаріанці) до перевірених товарів, які знаходять широке застосування завдяки своїм властивостям, поживній цінності, консистенції та смаковій привабливості, які є ключовими для підтримки зростання попиту на м'ясні альтернативи серед споживачів. Веганські продукти виготовляють з рослинних інгредієнтів, вегетаріанські можуть містити деякі інгредієнти тваринного походження, тобто допускають споживання яєць, казеїну, сироватки. При визначенні впливу харчування на здоров'я людини було встановлено, що добре спланована дієта на основі рослинної сировини може сприяти профілактиці серцево-судинних та деяких хронічних захворювань, зменшувати вміст холестерину в організмі та стабілізувати тиск. Флексітаріанці – м'ясоїди, які зменшують споживання м'яса, щоб включити в свій раціон рослинні альтернативи. Кількість таких споживачів постійно зростає, тому вони є потенційними споживачами гібридних продуктів, тобто таких, які виготовляються із частковою заміною тваринної сировини на рослинні інгредієнти.

Серед значного переліку сировини, яка використовується для виробництва аналогів м'яса, текстуровані рослинні білки, виготовлені з рослинних джерел протеїну та води шляхом перетворення порошкоподібного матеріалу на структурований продукт, є основною сировиною для створення волокнистої структури виробів близької до структури м'яса [3,4]. Найпоширенішим методом, який використовується для виробництва текстурованого білку, є екструзія [5]. За допомогою налаштування параметрів процесу екструджування (структурування) можна змінювати текстуру, смак та форму гранул, щоб створити основу для різних веганських або гібридних продуктів.

Найбільш поширені білкові текстурати виготовляються з використанням соєвих, горохових, пшеничних, рисових білків та їх сумішей. Вони мають пористу структуру, можуть зберігатися тривалий час і використовуються у виробництві м'ясних котлет, нагетсів та сосисок.

Розробники альтернативних білкових харчових продуктів досліджують поєднання білкових продуктів у створенні сумішей з різноманітною текстурою, смаком та підвищеною харчовою цінністю для розширення асортименту рослинних напівфабрикатів високої якості.

Одним із варіантів покращення текстури м'ясних альтернатив можуть бути подальші етапи обробки, такі як ферментація, екструзія, технологія зсуву клітин, електроформування.

У той час як рослинні білки продаються у формі порошку, м'ясо має унікальну анізотропну волокнисту структуру, яка надає виробам унікальні сенсорні властивості, особливо відчуття смаку. М'ясні продукти можна поділити на шматки м'язового м'яса різні за розміром, м'ясний фарш і продукти м'ясопереробки (сирі ковбаси, варені ковбаси, котлети для бургерів, фрикадельки). Тому необхідно забезпечити таку обробку білкових продуктів, яка б дозволила імітувати текстуру різних м'ясних продуктів. Через значні відмінності функціонально-технологічних властивостей рослинних білків (вологозв'язувальна та жирозв'язувальна здатність, характер гелеутворення та міцність гелю), досягти з рослинними білками у формі порошку такої імітації дуже важко. Тому використання продуктів текстурованого рослинного білку з сухою текстурою або текстурою з низьким вмістом вологи за допомогою нових методів обробки є значним кроком у досягненні цілі. За результатами досліджень встановлено, що три процеси виявилися успішними для виробництва структурованих рослинних білкових текстуратів: екструзія з високою вологістю, технологія зсуву клітин, електроформування, які дозволяють отримати альтернативи м'яса з цільними м'язами [6]. У промисловості використовується тільки екструзійне приготування, яке полягає у змішуванні, замішуванні та формуванні, базується на термомеханічному напруженні матеріалів. Зволожені крохмальні і білкові матеріали в процесі екструзії розширюються, пластифікуються та проштовхуються через матрицю за допомогою комбінації тиску, тепла та

механічного зсуву для отримання рослинних текстуратів.

Технологія зсуву клітин базується на термомеханічних навантаженнях і включає змішування та гідратацію, термомеханічну обробку та охолодження як етапи процесу.

На відміну від екструзійного приготування та технології зсуву клітин, електроформування - це так звана стратегія «знизу вгору», яка виробляє дуже тонкі волокна, які необхідно з'єднати з іншими структурними елементами, щоб утворився продукт, схожий на м'ясо. Він заснований на принципі, згідно з яким розчин біополімеру проштовхується через фільтр з електричним потенціалом відносно заземлюючого електрода-колектора. Накопичення заряду відбувається на поверхні краплі, що виходить із фільтру, спричиняючи нестабільність поверхні та швидке випаровування розчинника, з якого ростуть дуже тонкі сухі волокна [7].

Слід звернути увагу на те, що виробники і далі продовжують шукати інновації для розширення асортименту м'ясних альтернатив, щоб окрім котлет, нагетсів, сосисок та фаршу виробляти продукти з іншою текстурою, наприклад стейки та бекон. Однак отриманням необхідної текстури близької до м'ясних аналогів викликає труднощі, вирішення яких потребує додаткових досліджень для вибору відповідних зв'язуючих речовин, які б виконували роль м'ясних компонентів.

Список використаних джерел.

1. Hartmann C, Siegrist M (2020) Our daily meat: justification, moral evaluation and willingness to substitute. Food Qual Prefer. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103799>
2. Bakhsh, A., Lee, S.-J., Lee, E.-Y., Sabikun, N., Hwang, Y.-H., & Joo, S.-T. (2021). A Novel Approach for Tuning the Physicochemical, Textural, and Sensory Characteristics of Plant-Based Meat Analogs with Different Levels of Methylcellulose Concentration. Foods, 10(3), 560. <https://doi.org/10.3390/foods10030560>
3. Palanisamy M, Töpfl S, Berger RG, Hertel C (2019) Physico-chemical and nutritional properties of meat analogues based on Spirulina/lupin protein mixtures. Eur Food Res Technol 245:1889–1898. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03298-w>
4. Mintel (2020) GNPD - Plant proteins in meat substitutes. URL: https://www.gnpd.com/sinatra/analysis/chart_results/search/FlMf6yv1YN/?analysis_id=cc8808dc-ef15-4dc6-b442-bb162fc327f5¤t_tab=cc8808dc-ef15-4dc6-b442-bb162fc327f5. Accessed 17 Jul 2020
5. Caporgno MP, Böcker L, Müssner C et al (2020) Extruded meat analogues based on yellow, heterotrophically cultivated Auxenochlorella protothecoides microalgae. Innov Food Sci Emerg Technol 59:102275. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102275>
6. Mattice KD, Marangoni AG (2020) Comparing methods to produce fibrous material from zein. Food Res Int. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108804>
7. Wongkanya R, Chuysinuan P, Pengsuk C et al (2017) Electrospinning of alginate/soy protein isolated nanofibers and their release characteristics for biomedical applications. J Sci Adv Mater Devices 2:309–316. <https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2017.05.010>

Науковий керівник: Мельник О. Ю., к.т.н., доц.