
BEAN FUTURE: ТРЕНД ВЕГАНСЬКИХ ПРОДУКТІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Андрєєва С. С., Діхтярь А. М.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-697-3-2>

ВСТУП

Сучасна харчова індустрія перебуває на етапі глобальної трансформації, що зумовлено зміною споживчих пріоритетів, зростанням популярності здорового способу життя та необхідністю впровадження принципів sustainable food systems. Упродовж останніх років одним із найбільш динамічних напрямів розвитку світового ринку стала vegan food індустрія, орієнтована на створення функціональної рослинної продукції з високою харчовою цінністю, покращеними органолептичними властивостями та мінімальним екологічним навантаженням.

Одним із ключових напрямів розвитку vegan food tech є використання зернобобової сировини як джерела рослинного білка, харчових волокон, складних вуглеводів і біологічно активних речовин. Бобові культури характеризуються високою харчовою цінністю, доступністю та широкими функціонально-технологічними можливостями, що дозволяє використовувати їх у виробництві десертної, кулінарної, хлібобулочної та frozen convenience продукції. Саме тому концепція Bean Future Food Tech розглядається як перспективний напрям створення продуктів нового покоління на основі рослинної сировини.

Актуальність монографії зумовлена необхідністю розроблення сучасних технологій виробництва функціональної vegan-продукції з використанням зернобобових культур та інноваційних структуроутворюючих компонентів. Незважаючи на активний розвиток ринку рослинних продуктів, сучасна vegan food індустрія стикається з низкою технологічних проблем, серед яких – недостатня стабільність структури рослинних напівфабрикатів, наявність характерного «бобового» присмаку, низька соковитість аналогів м'ясної продукції та складність формування стабільних текстур після циклів «заморожування – термічна обробка». Особливо актуальною є проблема створення конкурентоспроможної vegan-продукції, яка за

органолептичними показниками не поступалася б традиційним виробам тваринного походження.

Суттєвого значення набуває і проблема оптимізації процесів гідротермічної обробки зернобобової сировини. Саме процеси замочування, набухання та варіння визначають швидкість гідратації білків і полісахаридів, пластичність структури, ступінь подрібнення та функціонально-технологічні властивості напівфабрикатів. У сучасних умовах особливий інтерес становить використання різних середовищ замочування, зокрема води, лужних і кислих розчинів, здатних інтенсифікувати процеси вологопоглинання та покращувати структуру бобових систем.

Не менш актуальним є використання функціональних інгредієнтів нового покоління – аквафаби, окари, насіння чіа, льону, ксантанової камеді, місо-пасти та пряних сумішей, які дозволяють формувати сучасний гастрономічний профіль продукції та покращувати її структурно-механічні характеристики. Використання таких компонентів забезпечує створення clean label продуктів із високою споживчою цінністю та відповідає сучасним тенденціям healthy food і sustainable nutrition.

У монографії особливу увагу приділено концепції Smart Bean Processing, яка базується на науковому обґрунтуванні процесів гідратації, структуроутворення та стабілізації бобових систем. Проведено дослідження кінетики набухання квасолі залежно від температури, типу насінневої оболонки та середовища замочування. Встановлено, що найбільш ефективними умовами гідратації є використання 0,2% розчину бікарбонату натрію за температури 60°C, що дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу та забезпечити формування пластичної консистенції напівфабрикату.

У межах дослідження також розроблено концепцію CryoBean Structure Tech, спрямовану на стабілізацію структури заморожених vegan-продуктів. Доведено ефективність використання соєвої окари та ксантанової камеді у технології frozen falafel products. Встановлено, що використання ксантанової камеді у концентрації 0,5% забезпечує стабільність структури, збереження форми виробів та оптимальні органолептичні характеристики після циклу «заморожування – смаження».

Практична частина монографії присвячена розробленню інноваційного асортименту Bean Future Products. У результаті досліджень створено сучасні vegan-продукти нового покоління: бобове печиво «Velour», хлібобулочний виріб «BibRoll», «Хрусткі бобові кульки із заатаром», «Крафтовий хумус» та «Фалафель заморожений». Особливістю розробленої продукції є поєднання зернобобової сировини, функціональних інгредієнтів

і clean label технологій, що забезпечує високу харчову цінність, сучасний гастрономічний профіль та конкурентоспроможність продукції на ринку healthy food.

Метою монографії є наукове обґрунтування та розроблення інноваційних технологій виробництва vegan-продукції нового покоління на основі зернобобової сировини з використанням функціональних інгредієнтів та сучасних food tech технологій.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- проаналізувати сучасні тенденції розвитку vegan food tech та інноваційних технологій виробництва рослинної продукції;
- обґрунтувати вибір зернобобової сировини для технологій Bean Future Products;
- дослідити процеси набухання квасолі у різних середовищах та визначити раціональні параметри гідротермічної обробки;
- розробити технологію напівфабрикату «Пюре із квасолі» з оптимальними структурно-механічними властивостями;
- дослідити вплив структуроутворювачів на стабільність frozen vegan products;
- сформувати концепцію асортименту Bean Future Products;
- розробити рецептурний склад та технології інноваційної vegan-продукції на основі зернобобової сировини;
- оцінити органолептичні та функціонально-технологічні властивості розроблених виробів.

1. Smart vegan food tech:

інноваційні технології виробництва рослинної продукції

Сучасний ринок веганської продукції є одним із найбільш динамічних сегментів харчової індустрії. Основний вектор розвитку спрямований на створення продуктів із високою харчовою цінністю, привабливими органолептичними властивостями та максимальною подібністю до традиційної продукції тваринного походження. Провідну роль у цьому процесі відіграють технології текстурування рослинного білка, ферментаційні процеси та функціональні інгредієнти нового покоління¹.

Важливим напрямом розвитку є ферментаційні технології, які дозволяють підвищити засвоюваність білка, знизити вміст антипоживних речовин і покращити смак продукції. Особливу популярність набувають технології виробництва темпе та ферментованих рослинних сирів

¹ Дегтяр В. В., Радченко А. Є., Гринченко Н. Г., Гринченко О. О. Технологічні та економічні аспекти використання зернобобових у харчових технологіях : мініюгляд. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Т. 31. № 4. С. 896–906. DOI: 10.15421/jchemtech.v31i4.290810.

із використанням молочнокислих бактерій і грибів роду *Rhizopus*. Перспективним напрямом також є *precision fermentation* – отримання функціональних білків за допомогою рекомбінантних мікроорганізмів².

У сегменті рослинного молока найбільш інноваційними вважаються технології ензиматичної модифікації, мікрофлюїдизації та ультразвукової обробки. Саме вони забезпечують стабільність емульсії, кремову текстуру та покращені органолептичні характеристики готового продукту. Найбільш перспективними видами рослинного молока вважаються вівсяне та горохове, що поєднують функціональність, доступність сировини та збалансований склад³.

Окрему роль у розвитку *vegan food tech* відіграють нові функціональні інгредієнти. Аквафаба використовується як ефективний замітник яєчного білка у збивних десертах, метилцелюлоза забезпечує соковитість аналогів м'яса, а інулін і FOS застосовуються як жирові замітники та пребіотики. Поєднання цих інгредієнтів дозволяє створювати продукцію з високими споживчими властивостями без використання компонентів тваринного походження⁴.

Перспективним напрямом сучасної індустрії є 3D-друк харчових продуктів, який відкриває можливість створення персоналізованих веганських виробів із заданою текстурою, формою та нутрієнтним складом. Такі технології формують основу концепції персоналізованого харчування та *sustainable food systems*. Основний вектор розвитку спрямований на створення продуктів із високою харчовою цінністю, привабливими органолептичними властивостями та максимальною подібністю до традиційної продукції тваринного походження. Провідну роль у цьому процесі відіграють технології текстурування рослинного білка, ферментаційні процеси та функціональні інгредієнти нового покоління⁵.

На рис. 1 представлено основні напрями розвитку сучасних технологій *vegan food tech*.

Аналіз сучасних досліджень свідчить, що найбільш інтенсивно розвиваються технології формування текстури рослинних аналогів м'яса.

² Dhungana S. K., Yoon J. A. Fermented soybean products and their bioactive compounds. *Foods*. 2020. Vol. 9. No. 11. Article 1600. DOI: 10.3390/foods9111600.

³ Tobin C., Ratel S., Ndiaye T. et al. Fermentation for designing innovative plant-based meat and dairy alternatives. *Foods*. 2023. Vol. 12. No. 5. Article 1005. DOI: 10.3390/foods12051005.

⁴ Гринченко О. О., Дегтяр В. В., Радченко А. Є., Пак А. О., Сметанська І., Перцевой Ф. В. Дослідження впливу гідротермічної обробки зернобобових на накопичення сухих речовин в аквафабі. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2024. Т. 5. № 11 (131). С. 51–61. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313890.

⁵ Dick A., Bhandari B., Prakash S. 3D printing of plant-based meat analogues. *Journal of Food Engineering*. 2019. Vol. 259. P. 68–77. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.04.018.

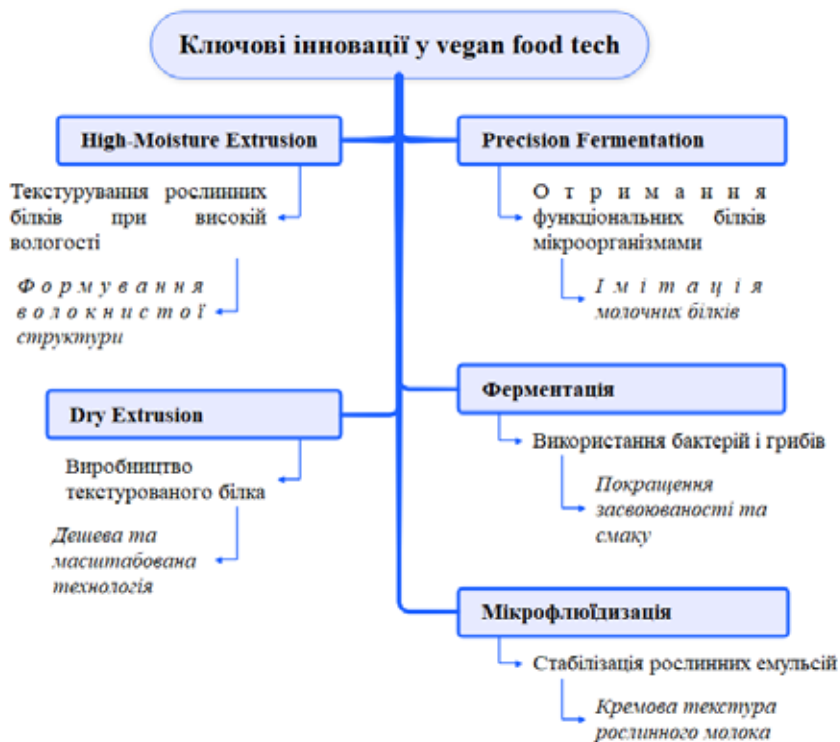


Рис. 1. Ключові напрями розвитку vegan food tech

Особливого поширення набули high-moisture extrusion та dry extrusion, які дозволяють створювати волокнисту структуру, максимально наближену до м'язових волокон м'яса. Використання соєвого та горохового білка забезпечує високу харчову цінність і стабільні функціонально-технологічні властивості продукції⁶.

Важливим напрямом розвитку є ферментаційні технології, які дозволяють підвищити засвоюваність білка, знизити вміст антипоживних речовин і покращити смак продукції. Особливу популярність набувають технології виробництва темпе та ферментованих рослинних сирів із використанням молочнокислих бактерій і грибів роду *Rhizopus*. Перспективним напрямом також

⁶ Gupta C., Dhawan A., Kaur P. et al. Chickpea protein as sustainable plant-based protein: properties and applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. Vol. 101. No. 8. P. 3031–3043. DOI: 10.1002/jsfa.10930.

є precision fermentation – отримання функціональних білків за допомогою рекомбінантних мікроорганізмів⁷.

Ферментація є одним із найперспективніших напрямів сучасного vegan food tech, оскільки дозволяє не лише покращити органолептичні характеристики продукції, але і суттєво підвищити її біологічну цінність. Особливо актуальним є використання молочнокислих бактерій у виробництві альтернатив молочним продуктам та ферментованих бобових виробів.

У сегменті рослинного молока найбільш інноваційними вважаються технології ензиматичної модифікації, мікрофлюїдизації та ультразвукової обробки. Саме вони забезпечують стабільність емульсії, кремову текстуру та покращені органолептичні характеристики готового продукту. Найбільш перспективними видами рослинного молока вважаються вівсяне та горохове, що поєднують функціональність, доступність сировини та збалансований склад⁸.

Використання сучасних методів обробки дозволяє підвищити стабільність рослинних напоїв під час зберігання, покращити кремовість та усунути характерний «бобовий» присмак. Саме тому рослинне молоко є одним із найбільш комерційно перспективних напрямів розвитку веганської індустрії.

На рис. 2 наведено характеристику перспективних джерел рослинного білка, які найбільш активно використовуються у сучасних технологіях виробництва веганської продукції.

Аналіз рис. 2 свідчить, що кожне джерело рослинного білка характеризується власними функціонально-технологічними перевагами та сферою практичного застосування. Соевий ізолят відзначається повноцінним амінокислотним складом, що дозволяє широко використовувати його у виробництві аналогів м'яса та рослинного молока. Гороховий білок має нейтральний смак і добрі текстурні властивості, тому активно застосовується у виробництві бургерів, рослинних напоїв та напівфабрикатів⁹.

Сейтан характеризується вираженою волокнистою структурою, максимально наближеною до м'язових волокон м'яса, що робить його

⁷ Kyriakopoulou K., Dekkers B., van der Goot A. J. Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*. 2019. Vol. 8. No. 6. Article 179. DOI: 10.3390/foods8060179.

⁸ Li Z., Dhital S., Bhattarai R. R. et al. Ultrasound processing of oat milk: impacts on physical properties and in vitro digestion. *Food & Function*. 2020. Vol. 11. No. 5. P. 4157–4167. DOI: 10.1039/D0FO00449A.

⁹ Bulgaru V., Sensoy I., Netreba N. et al. Qualitative and antioxidant evaluation of high-moisture plant-based meat analogs obtained by extrusion. *Foods*. 2025. Vol. 14. No. 17. Article 2939. DOI: 10.3390/foods14172939.



Рис. 2. Перспективні джерела рослинного білка

одним із найбільш перспективних інгредієнтів для створення рослинних аналогів м'ясної продукції. Конопляний білок є джерелом омега-3 та омега-6 жирних кислот, завдяки чому використовується у виробництві функціональних продуктів оздоровчого призначення. Спіруліна вирізняється високою біологічною цінністю та значним вмістом білка, вітамінів і мікроелементів, тому широко застосовується у виробництві суперфудів та харчових добавок¹⁰.

У таблиці 1 наведено характеристику функціональних інгредієнтів нового покоління, які використовуються у сучасних технологіях *vegan food tech*.

Аналіз таблиці 1 свідчить, що найбільш універсальними функціональними інгредієнтами є аквафаба, ксантанова камедь та насіння чіа, які поєднують структуроутворюючі та стабілізаційні властивості. Їх використання дозволяє формувати пластичну консистенцію, утримувати вологу та забезпечувати стабільність харчових систем під час термічної обробки або заморожування.

Встановлено, що функціональні інгредієнти нового покоління не лише покращують технологічні характеристики продукції, але й підвищують її функціональну цінність. Зокрема, інулін та FOS забезпечують пребіотичний ефект, насіння чіа та льону є джерелом омега-3 жирних

¹⁰ Valdivia-López M. Á., Tecante A. Chia (*Salvia hispanica*): a review of native Mexican seed and its nutritional and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2015. Vol. 75. P. 53–75. DOI: 10.1016/bs.afnr.2015.06.002.

Таблиця 1

Функціональні інгредієнти нового покоління

Функціональний інгредієнт	Функціональна характеристика	Технологічна роль у продукції	Практичне використання у Bean Future Products
1	2	3	4
Аквафаба	Натуральний заміник яєчного білка, джерело розчинних білків та сапонінів	Формування стабільної піни, емульгування, утримання вологи	Vegan-десерти, муси, креми, хумуси, збивні системи
Метилцелюлоза	Гідроколоїдний структуроутворювач	Формування соковитої текстури та стабілізація структури під час нагрівання	Аналоги м'ясної продукції, рослинні котлети, vegan burger systems
Трансглютаміназа	Ферментативне «зшивання» білкових структур	Підвищення пружності, пластичності та стабільності текстури	Структуровані білкові напівфабрикати, vegan meat alternatives
Інулін та FOS	Пребіотичні харчові волокна	Формування кремової консистенції, часткова заміна жиру	Соуси, креми, десерти, рослинні dairy alternatives
Насіння чіа	Джерело омега-3, білка та слизових полісахаридів	Гелеутворення, зв'язування вологи, стабілізація структури тіста	Vegan bakery products, десерти, функціональне печиво
Насіння льону	Натуральний заміник яйця та джерело харчових волокон	Підвищення в'язкості, формування еластичної структури	Хлібобулочні вироби, vegan dough systems
Ксантанова камедь	Стабілізатор та вологоутримувач	Підвищення стабільності структури після заморожування та термообробки	Frozen vegan products, фалафель, structured food systems
Окара	Високобілковий сосвий напівфабрикат	Підвищення соковитості та структурної стабільності	Frozen falafel products, vegan meat systems

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Місо-паста	Ферментований функціональний інгредієнт	Формування umami-смаку та збагачення пробіотичними компонентами	Хумуси, соуси, savory vegan products
Заатар	Пряна функціональна суміш із високим вмістом антиоксидантів	Формування сучасного гастрономічного профілю та аромату	Vegan snack products, street food systems

кислот, а місо-паста формує природний umami-смак без використання синтетичних підсилювачів смаку.

Отже, сучасні технології vegan food tech спрямовані на створення високоякісної рослинної продукції з покращеними органолептичними та функціональними властивостями. Найбільш перспективними напрямками є ферментаційні технології, precision fermentation, виробництво рослинного молока та використання функціональних інгредієнтів нового покоління. Інноваційні технології забезпечують не лише високу харчову цінність продукції, але й формують основу сталого розвитку харчової індустрії майбутнього.

2. Bean Future food tech: технології, структура та інновації веганських продуктів нового покоління

2.1. Наукове обґрунтування Bean Future сировини

Зернобобові культури є базовою сировиною у технології сучасної веганської продукції завдяки високому вмісту рослинного білка, складних вуглеводів та харчових волокон. Для розроблення Bean Future продуктів проведено комплексне дослідження органолептичних, фізико-хімічних та технологічних властивостей різних сортів квасолі¹¹.

Перед таблицею 2 наведено основні критерії вибору зернобобової сировини для технологій Bean Future Food Tech. Саме ці показники визначають перспективність використання бобових культур у виробництві веганської продукції нового покоління та впливають на структурно-механічні, органолептичні й функціонально-технологічні властивості готових виробів.

¹¹ Hrynchenko O., Radchenko A., Dehtiar V., Grynchenko N., Serik M. Development of technology for food products with emulsion structure based on pea groats and pea aquafaba. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 1. No. 11 (133). P. 51–61. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323339.

Таблиця 2

**Науково-технологічні критерії вибору зернобобової сировини
для концепції Bean Future Food Tech**

Критерій оцінювання сировини	Технологічні характеристики	Вплив на якість готової продукції	Практичне значення у Bean Future Products
Високий вміст білка	Значний вміст легкозасвоюваних рослинних білків та амінокислот	Формування високої харчової та біологічної цінності продукції	Використання у vegan meat systems, bakery та snack products
Збалансований амінокислотний склад	Наявність незамінних амінокислот та висока біологічна цінність білка	Підвищення функціональної цінності рослинних продуктів	Формування альтернатив традиційним білковим продуктам
Нейтральний смак та аромат	Відсутність вираженого «бобового» присмаку та сторонніх ароматів	Покращення органолептичного сприйняття продукції	Універсальність використання у десертних та гастрономічних виробках
Висока здатність до набухання	Інтенсивне вологопоглинання та швидка гідратація зерна	Скорочення тривалості гідротермічної обробки	Оптимізація технологічного процесу виробництва
Пластична консистенція після термообробки	Здатність формувати однорідну пастоподібну структуру	Формування стабільної текстури напівфабрикатів	Виробництво пюре, хумусів, структурованих систем
Стабільність структури після подрібнення	Збереження однорідності та дисперсності системи	Запобігання розшаруванню та виділенню вологи	Створення кремоподібних та frozen vegan products
Світлий колір сировини	Відсутність інтенсивного природного пігментування	Покращення зовнішнього вигляду та кольору виробів	Використання у bakery products, десертах та хумусах
Високий вміст харчових волокон	Значний вміст клітковини та пребіотичних компонентів	Підвищення функціональної цінності та покращення травлення	Розроблення healthy food та functional food products

Аналіз таблиці 2 свідчить, що найбільш важливими характеристиками Bean Future сировини є високий вміст рослинного білка, здатність до інтенсивного набухання та формування стабільної пластичної структури після термічної обробки. Саме ці показники забезпечують ефективне структуроутворення та стабільність текстури готових виробів.

Особливого значення у технологіях vegan food набувають нейтральні органолептичні властивості сировини, оскільки відсутність вираженого

«бобового» присмаку дозволяє використовувати зернобобові культури у широкому асортименті продукції – від десертів і bakery products до savory vegan systems та frozen convenience products.

Встановлено, що технологічна універсальність та сумісність із clean label технологіями є ключовими критеріями сучасної vegan food індустрії, оскільки дозволяють створювати функціональну продукцію з натуральним складом, високою харчовою цінністю та конкурентоспроможними споживчими властивостями.

У таблиці 3 наведено результати порівняльного аналізу хімічного складу квасолі сортів «Мавка» та «Неві», які були вибрані як перспективна сировина для технологій Bean Future Food Tech. Дослідження нутрієнтного складу дозволяє оцінити функціонально-технологічний потенціал зернобобової сировини та обґрунтувати доцільність її використання у виробництві vegan-продукції нового покоління.

Аналіз таблиці 3 свідчить, що обидва сорти квасолі характеризуються високою харчовою цінністю та значним вмістом рослинного білка. Сорт «Мавка» відзначається підвищеним вмістом загального білка та глобулінових фракцій, що позитивно впливає на формування стабільної структури білкових систем і забезпечує високі структуроутворюючі властивості напівфабрикатів.

Сорт «Неві» характеризується вищим вмістом харчових волокон, клітковини та крохмалю, що сприяє підвищенню водоутримувальної здатності, пластичності та функціональної цінності готової продукції. Підвищений вміст редукуючих цукрів у сорту «Неві» також сприяє формуванню більш вираженого золотистого кольору під час термічної обробки виробів.

Встановлено, що поєднання високого вмісту білка, харчових волокон та добрих структурно-механічних властивостей робить сорти «Мавка» та «Неві» перспективною сировиною для виробництва функціональних vegan-продуктів, зокрема bakery products, frozen convenience products, snack systems та рослинних білкових напівфабрикатів.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність використання квасолі сортів «Мавка» та «Неві» у концепції Bean Future Food Tech як високофункціональної рослинної сировини для створення інноваційної продукції нового покоління.

2.2. Smart Bean Processing: технологія бобових напівфабрикатів

Одним із ключових етапів Bean Future Food Tech є розроблення раціональних параметрів гідротермічної обробки бобових культур. Процеси замочування та варіння істотно впливають на структуру,

Таблиця 3

**Порівняльна нутрієнтно-технологічна характеристика квасолі сортів
«Мавка» та «Неві» у Bean Future Food Tech**

Нутрієнтний показник	Показники (г/г) в 100 г квасолі сортів:		Технологічне значення у vegan food
	«Мавка»	«Неві»	
Білки, усього	29,2	25,8	Формування високої харчової та біологічної цінності продукції
Альбуміни	11,9	11,2	Підвищення розчинності білкових систем та емульгувальних властивостей
Глобуліни	13,7	10,55	Формування структури білкових напівфабрикатів та текстурованих систем
Глютеліни	3,6	4,05	Підвищення пластичності та стабільності структури після термообробки
Жири	1,58	1,67	Формування м'якості текстури та покращення смакових характеристик
Вуглеводи, усього	71,93	78,01	Забезпечення енергетичної цінності та структуроутворення
Редукуючі цукри	4,58	6,05	Участь у реакціях меланоїдиноутворення під час термообробки
Крохмаль	45,0	47,24	Формування в'язкості та стабільної консистенції напівфабрикатів
Харчові волокна	17,2	19,24	Підвищення функціональної цінності та пребіотичних властивостей
Клітковина	5,15	5,48	Покращення водоутримувальної здатності та текстури виробів
Зола	3,75	3,7	Характеризує мінеральний склад і біологічну цінність сировини

швидкість набухання та подальші функціонально-технологічні властивості напівфабрикатів.

Перед проведенням досліджень кінетики набухання квасолі було обґрунтовано вибір середовищ замочування, оскільки саме фізико-хімічні властивості рідини визначають інтенсивність вологопоглинання, ступінь гідратації білків і полісахаридів, а також тривалість подальшої гідротермічної обробки бобової сировини. Для досліджень було вибрано три різні середовища: воду, розчин бікарбонату натрію та молочну

сироватку, які відрізняються рівнем рН і механізмом впливу на структуру насіннєвої оболонки квасолі.

Замочування у воді використовували як контрольне середовище, оскільки традиційна технологія підготовки зернобобових культур передбачає саме водну гідратацію. Дослідження у воді дозволяють оцінити природну здатність квасолі до набухання без впливу додаткових хімічних або біохімічних чинників. Крім того, вода є універсальним середовищем для визначення базових кінетичних закономірностей процесу вологопоглинання.

Розчин бікарбонату натрію використовували з метою дослідження впливу лужного середовища на процес набухання зернобобових. Відомо, що лужне середовище сприяє частковому руйнуванню пектинових речовин і геміцелюлоз насіннєвої оболонки, унаслідок чого підвищується проникність клітинних структур для вологи. Це дозволяє інтенсифікувати процес гідратації, скоротити тривалість замочування та зменшити час подальшої теплової обробки. Використання бікарбонату натрію також сприяє пом'якшенню структури бобів і формуванню більш пластичної консистенції напівфабрикату.

Молочну сироватку застосовували як кисле середовище з метою оцінки впливу органічних кислот та молочнокислих компонентів на кінетику набухання квасолі. Сироватка містить лактозу, мінеральні речовини та білкові компоненти, які можуть змінювати швидкість вологопоглинання та впливати на структурно-механічні властивості зерна. Дослідження у сироватці дозволили оцінити поведінку бобової сировини в умовах кислого середовища та визначити можливість використання вторинної молочної сировини у технологіях функціональних напівфабрикатів.

На рис. 3 наведено результати дослідження кінетики набухання квасолі залежно від температури, типу насіннєвої оболонки та середовища замочування. Аналіз кінетичних кривих дозволяє оцінити інтенсивність вологопоглинання, швидкість набухання та вплив фізико-хімічних чинників на процес гідратації зернобобової сировини.

Аналіз рис. 3 свідчить, що зі збільшенням температури замочування від 20 до 60 °C інтенсивність набухання квасолі суттєво зростає. Найвищий ступінь набухання спостерігається за температури 60 °C, що пояснюється прискоренням дифузії вологи крізь насіннєву оболонку. Для зразків із товстою оболонкою характерне більш повільне вологопоглинання, особливо на початкових етапах процесу. Максимальна швидкість набухання спостерігається у перші 40–60 хв замочування, після чого процес поступово стабілізується.

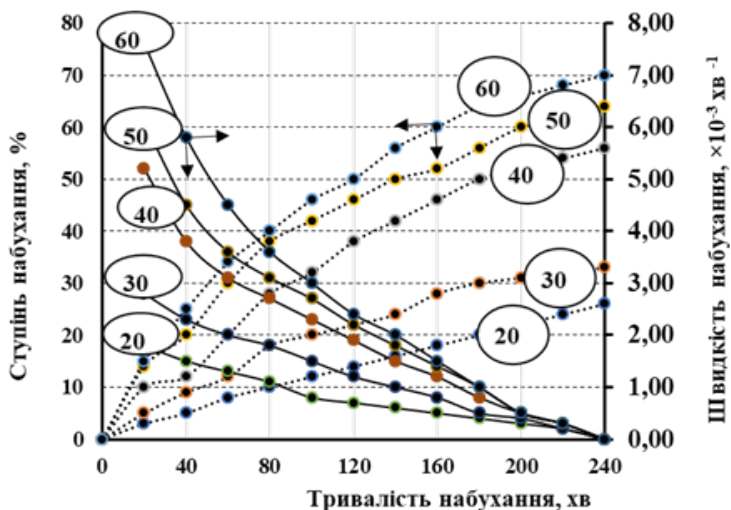


Рис. 3. Кінетичні криві набухання квасолі сорту «Неві» у воді за різних значень температури

На рис. 4 наведено результати дослідження кінетики набухання квасолі з тонкою насіннєвою оболонкою у водному середовищі.

Як видно з рис. 4, квасоля з тонкою насіннєвою оболонкою характеризується більш інтенсивним вологопоглинанням порівняно зі зразками з товстою оболонкою. Уже в перші 60 хвилин процесу спостерігається активне зростання ступеня набухання. Найбільша швидкість набухання характерна для температури 60 °C, де показники ступеня набухання перевищують аналогічні значення для товстооболонкових сортів. Отримані результати підтверджують, що товщина оболонки є одним із визначальних факторів кінетики гідратації бобових культур.

На рис. 5 наведено результати дослідження процесу набухання квасолі у лужному середовищі – розчині бікарбонату натрію.

Аналіз рис. 5 показує, що використання лужного середовища суттєво інтенсифікує процес набухання квасолі. У розчині бікарбонату натрію відбувається пом'якшення насіннєвої оболонки, що сприяє активнішому проникненню води у внутрішню структуру зерна. Найбільший ступінь набухання спостерігається за температури 60 °C.

На рис. 5 наведено результати дослідження процесу набухання квасолі у лужному середовищі – розчині бікарбонату натрію.

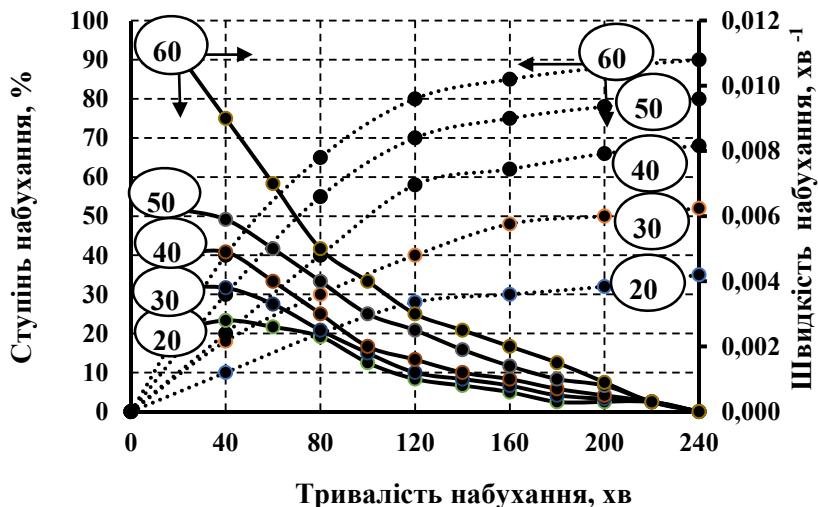


Рис. 4. Кінетичні криві набухання квасолі сорту «Мавка» у воді за різних значень температури

Аналіз рис. 5 показує, що використання лужного середовища суттєво інтенсифікує процес набухання квасолі. У розчині бікарбонату натрію відбувається пом'якшення насінневої оболонки, що сприяє активнішому проникненню води у внутрішню структуру зерна. Найбільший ступінь набухання спостерігається за температури 60 °С.

На рис. 6 наведено результати дослідження кінетики набухання квасолі з тонкою оболонкою у лужному середовищі.

Результати, наведені на рис. 6, свідчать про максимально інтенсивне набухання серед усіх досліджуваних варіантів. Поєднання тонкої насінневої оболонки та лужного середовища забезпечує найвищу швидкість гідратації й активне вологопоглинання вже на початкових етапах замочування. За температури 60 °С ступінь набухання досягає максимальних значень, що підтверджує ефективність використання розчину бікарбонату натрію у технології підготовки бобових напівфабрикатів.

На рис. 7 наведено результати дослідження набухання квасолі у молочній сироватці.

З рис. 7 видно, що кисле середовище молочної сироватки уповільнює процес набухання порівняно з водою та лужним середовищем. Для зразків із товстою оболонкою характерне менш інтенсивне поглинання води, особливо у разі температур 20–40 °С. Водночас підвищення температури

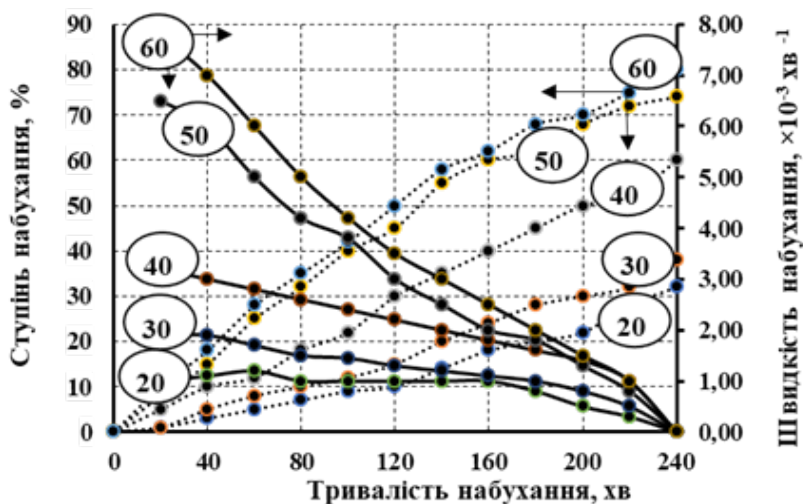


Рис. 5. Кінетичні криві набухання квасолі сорту «Неві» в бікарбонаті натрія (соді) за різних значень температури

до 60°C частково компенсує вплив кислого середовища та забезпечує більш активне набухання зерна.

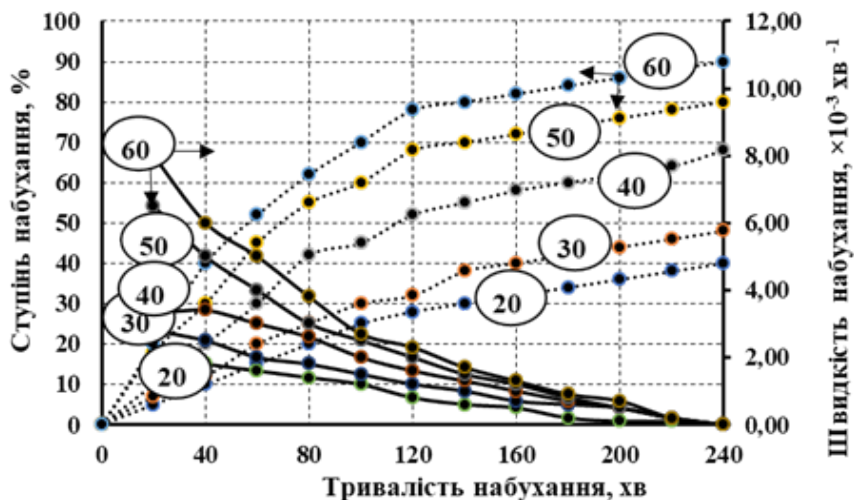


Рис. 6. Кінетичні криві набухання квасолі сорту «Мавка» в бікарбонаті натрія (соді) за різних значень температури

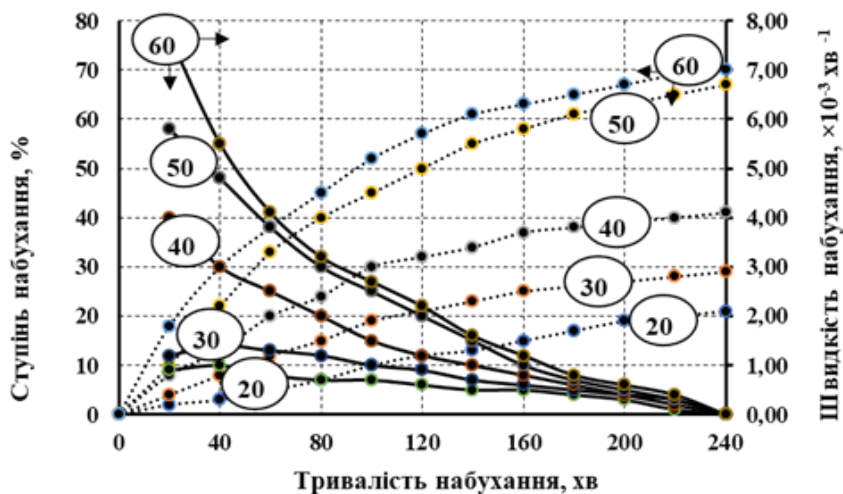


Рис. 7. Кінетичні криві набухання квасолі сорту «Неві» в кислому середовищі за різних значень температури

На рис. 8 наведено результати дослідження кінетики набухання квасолі з тонкою насінневою оболонкою у сироватці.

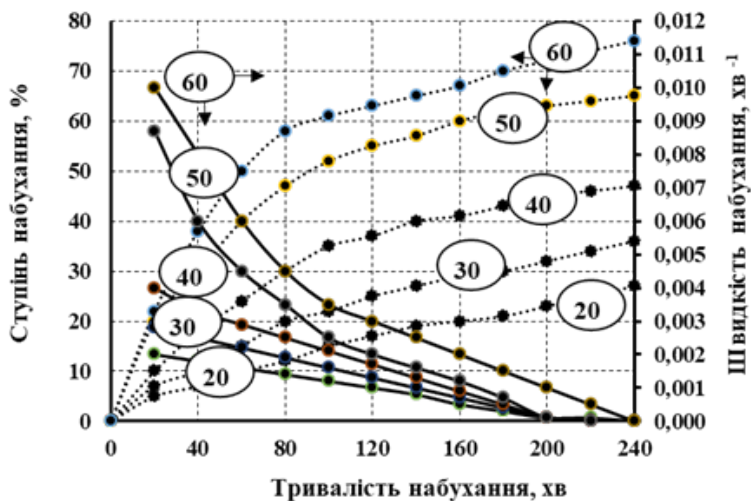


Рис. 8. Кінетичні криві набухання квасолі сорту «Мавка» в кислому середовищі за різних значень температури

Аналіз рис. 8 підтверджує, що навіть у кислому середовищі квасоля з тонкою оболонкою набухає інтенсивніше порівняно з товстооболонковими сортами. Найбільший ступінь набухання спостерігається за температури 60 °С, проте загальна швидкість процесу є нижчою, ніж у лужному середовищі. Отримані результати свідчать, що рН середовища суттєво впливає на проникнення води у структуру зерна та визначає кінетику процесу гідратації.

Комплексний аналіз кінетичних кривих набухання підтверджує, що найбільш ефективними умовами замочування квасолі є лужне середовище та температура 60 °С. Встановлено, що тонка насіннева оболонка забезпечує більш інтенсивне вологопоглинання і прискорює досягнення кулінарної готовності зернобобової сировини. Отримані результати стали основою для розроблення технології Smart Bean Processing у виробництві веганських продуктів нового покоління.

У таблиці 4 наведено раціональні параметри технології виробництва напівфабрикату «Пюре із квасолі», встановлені на основі дослідження процесів гідратації, гідротермічної обробки та структуроутворення зернобобової сировини.

Аналіз таблиці 4 свідчить, що найбільш важливим етапом технології є процес замочування у 0,2% розчині бікарбонату натрію за температури 60°C. Використання лужного середовища сприяє пом'якшенню насінневої оболонки, прискоренню проникнення води у структуру зерна та скороченню тривалості подальшої теплової обробки.

Встановлено, що варіння квасолі при гідромодулі 1:3 упродовж 45 хвилин забезпечує повне розм'якшення зерна та формування пластичної структури, придатної для отримання однорідного пюре. Подальше протирання через отвори діаметром 0,6–0,8 мм дозволяє сформувати дрібнодисперсну систему з високими структурно-механічними характеристиками.

Заключний етап охолодження до температури 4–8 °С забезпечує стабілізацію консистенції напівфабрикату та підвищує його технологічну придатність для використання у bakery products, vegan snacks, frozen convenience products та інших системах Bean Future Food Tech.

2.3. CryoBean Structure Tech:

стабілізація та структуроутворення заморожених веган-продуктів

Однією з ключових проблем сучасної vegan food індустрії є забезпечення стабільності структури рослинних напівфабрикатів під час циклів «заморожування – термічна обробка». Особливо це стосується фалафелю та інших структурованих виробів на основі бобових культур,

Таблиця 4

**Рациональні технологічні параметри виробництва напівфабрикату
«Пюре із квасолі» у системі Smart Bean Processing**

Етап технологічного процесу	Технологічні параметри	Функціонально-технологічне призначення процесу
Підготовка сировини		
Сепарування квасолі	Видалення механічних домішок та пошкодженого зерна	Забезпечення санітарно-гігієнічної безпечності та однорідності сировини
Промивання	Промивання проточною водою	Видалення пилу, поверхневих забруднень та сторонніх частинок
Гідратація (замочування)		
Середовище замочування	0,2% розчин бікарбонату натрію	Інтенсифікація процесу набухання та пом'якшення насіннєвої оболонки
Гідромодуль	1 : 3 (квасоля : розчин)	Забезпечення достатнього рівня вологопоглинання
Температура замочування	60 ± 2°C	Прискорення дифузії вологи та активація процесу гідратації
Тривалість замочування	60 хв	Формування пластичної структури зерна та скорочення тривалості варіння
Гідротермічна обробка		
Варіння	У водному середовищі	Деструкція клітинних стінок та пом'якшення структури зерна
Гідромодуль під час варіння	1:3 (квасоля : вода)	Забезпечення рівномірної теплової обробки
Тривалість варіння	45 хв	Досягнення кулінарної готовності та формування пластичної консистенції
Видалення варильного середовища	Відкидання на сито	Регулювання вологості та попередження розрідження системи
Механічне подрібнення		
Протирання	Діаметр отворів 0,6–0,8 мм	Формування однорідної дрібнодисперсної структури пюре
Стабілізація структури		
Охолодження	Температура 4–8 °C	Стабілізація консистенції та сповільнення мікробіологічних процесів

які під час смаження можуть втрачати форму, виділяти надлишкову вологу або руйнуватися. У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних структуроутворювачів та стабілізаторів, здатних забезпечити пластичність, соковитість і хрустку текстуру готового продукту.

На рис. 9 наведено результати дослідження зміни об'єму соєвих бобів під час замочування, що проводилось з метою визначення раціональної тривалості гідратації для одержання напівфабрикату «Окара». Процес замочування є одним із ключових етапів технології, оскільки саме він впливає на ступінь набухання білків і полісахаридів, подальшу здатність бобів до подрібнення та формування однорідної пластичної структури.

Аналіз рис. 9 свідчить, що в процесі замочування відбувається поступове збільшення об'єму соєвих бобів унаслідок активного вологопоглинання. Найбільш інтенсивне набухання спостерігається у перші 6–8 годин замочування, коли об'єм бобів збільшується майже у 1,5 раза порівняно з початковим станом. Надалі швидкість гідратації поступово знижується, а після 10–12 годин процес наближається до стабілізації.

Отримані результати підтверджують, що надмірне збільшення тривалості замочування є недоцільним, оскільки після 12 годин інтенсивність набухання практично не змінюється, водночас можуть зростати втрати водорозчинних білків, мінеральних речовин та вітамінів. Встановлено, що оптимальною тривалістю замочування соєвих бобів є 10 годин, оскільки саме за цих умов формується м'яка, пластична структура зерна, придатна для подальшого подрібнення та отримання однорідного напівфабрикату «Окара».

У межах концепції CryoBean Structure Tech досліджено можливість використання соєвої окари та ксантанової камеді у технології замороженого фалафелю. Встановлено, що окара виконує роль високобілкового

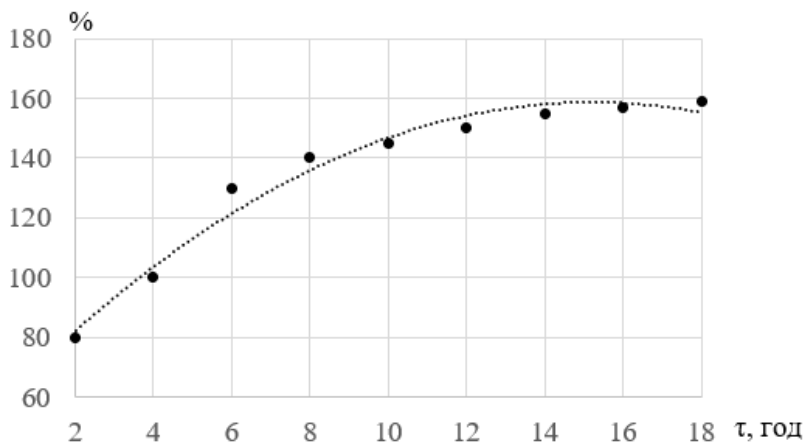


Рис. 9. Зміна об'єму бобів соєвих під час замочування

структуруювача, а ксантанова камедь забезпечує стабілізацію харчової системи під час заморожування та подальшого смаження.

Для оптимізації технології було досліджено параметри замочування соєвих бобів, процес одержання напівфабрикату «Окара» та вплив різних видів камедей на текстурні характеристики фалафелю. Визначено, що оптимальною є тривалість замочування сої 10 годин, яка забезпечує формування однорідної пластичної структури без твердих включень.

Дослідження модельних зразків показали, що найбільш ефективним стабілізатором є ксантанова камедь у концентрації 0,5%, яка забезпечує збереження форми виробів, соковиту консистенцію та хрустку скоринку після циклу «заморожування – смаження» (рис. 10).

Аналіз рис. 10 свідчить, що зразок із вмістом ксантанової камеді 0,4% характеризувався не досить стабільною внутрішньою структурою та підвищеною крихкістю. На розрізі спостерігалася нерівномірна пористість і часткове руйнування структури, що пов'язано з недостатньою вологоутримувальною здатністю системи.

Зразок із концентрацією ксантанової камеді 0,5% мав найбільш однорідну та пластичну структуру. На розрізі спостерігалася рівномірна дрібнопориста текстура, достатня соковитість та відсутність ущільнених ділянок. Саме цей варіант забезпечував оптимальне поєднання хрусткої зовнішньої скоринки та ніжної внутрішньої консистенції.

Для зразка із концентрацією ксантанової камеді 0,6% характерною була більш щільна й ущільнена структура. Незважаючи на добру стабільність форми, надлишковий вміст камеді призводив до зниження ніжності та соковитості виробу, а також формував менш виражену пористість м'якуша.

Отримані результати підтверджують, що використання ксантанової камеді у кількості 0,5% є найбільш раціональним для технології



Рис. 10. Зовнішній вигляд зразків на розрізі після циклу «Заморожування – смаження», без передчасного розморожування

замороженого фалафелю, оскільки забезпечує стабільну структуру, рівномірну текстуру та високі органолептичні показники готового продукту.

3. Bean Future Gastro Innovations: розроблення технологій веганських продуктів нового покоління

3.1. Bean Future Products: розроблення концепції vegan-продукції

Сучасна vegan food індустрія орієнтована на створення інноваційної продукції з високою харчовою цінністю, привабливими органолептичними характеристиками та стабільними структурно-механічними властивостями. У межах концепції Bean Future Food Tech розроблено асортимент сучасних vegan-продуктів нового покоління на основі квасолевих та нутових напівфабрикатів. До асортименту увійшли функціональні десертні, хлібобулочні, снекові та frozen convenience products, зокрема бобове печиво «Velour», хлібобулочний виріб «Bib Roll», «Хрусткі бобові кульки із заатаром», «Крафтовий хумус» та «Фалафель заморожений».

Особливістю розробленої продукції є використання функціональних інгредієнтів нового покоління – насіння чіа, льону, місо-пасти, окарі, ксантанової камеді, пряних сумішей та clean label компонентів. Це дозволяє підвищити харчову й біологічну цінність виробів, сформувавши сучасний гастрономічний профіль та забезпечити відповідність актуальним трендам healthy food, sustainable nutrition і vegan gastro trends. На рис. 11 наведено концепцію асортименту Bean Future Products.

Основною ідеєю концепції є створення функціональних продуктів із високим вмістом рослинного білка, сучасним гастрономічним профілем та покращеними структурно-механічними властивостями. Особлива увага приділяється використанню clean label технологій, функціональних інгредієнтів та sustainable food підходів.

Аналіз рис. 5 свідчить, що концепція Bean Future Products орієнтована на створення інноваційної vegan food продукції із високою функціональною та харчовою цінністю. Основною особливістю асортименту є використання зернобобової сировини як базового структуроутворювача та джерела рослинного білка.

Особливий інтерес становить продукт «Frozen Falafel Bean Future», інноваційність якого полягає у використанні соєвої окарі та ксантанової камеді для стабілізації структури під час заморожування та термічної обробки. Це дозволяє створити frozen convenience product із хрусткою скоринкою, стабільною текстурою та високою соковитістю після смаження.

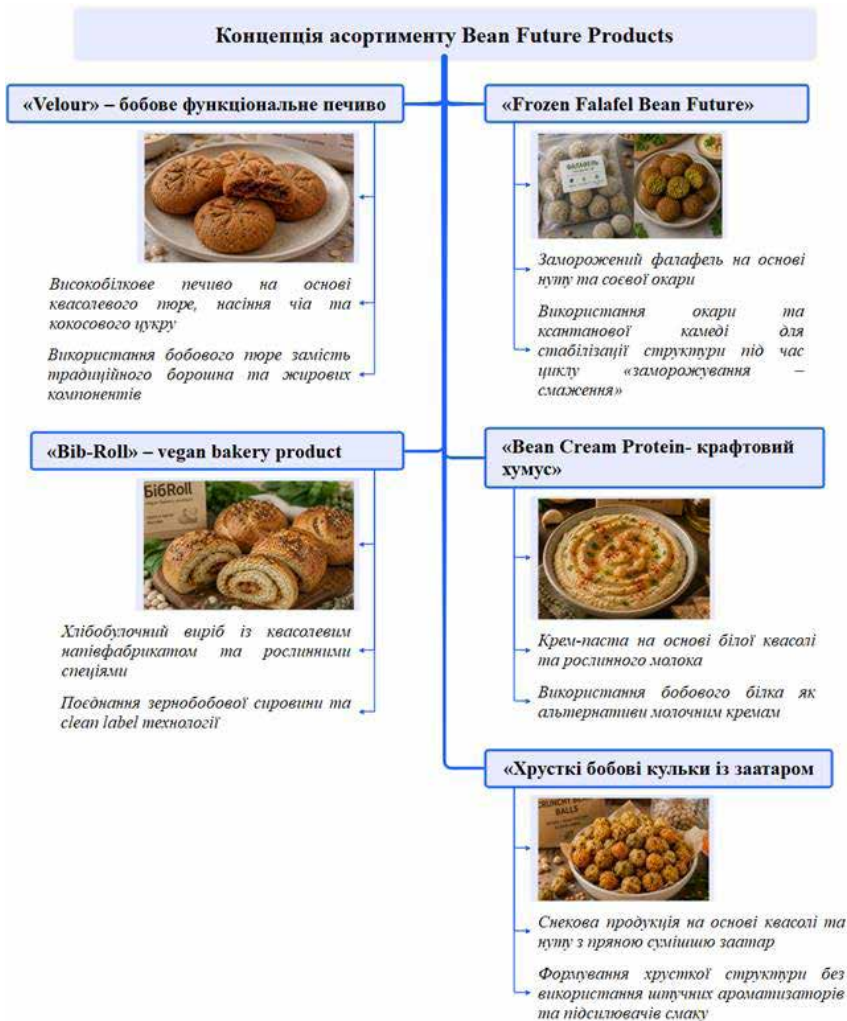


Рис. 11. Концепція асортименту Bean Future Products

Продукт «Velour» є прикладом функціонального vegan dessert/snack продукту, який поєднує високий вміст білка, низький рівень рафінованого цукру та використання натуральних інгредієнтів. Завдяки цьому продукт має перспективи популяризації серед споживачів healthy food та спортивного харчування.

«Хрусткі бобові кульки із заатаром» формують новий напрям *vegan snack products*, орієнтований на сучасні гастрономічні тренди *street food* та *healthy snacks*. Їхньою перевагою є натуральний склад, високий вміст білка та виражений пряний смак без використання синтетичних добавок.

Таким чином, концепція *Bean Future Products* спрямована на створення конкурентоспроможної веганської продукції нового покоління, яка поєднує функціональність, інноваційність та відповідність сучасним тенденціям *sustainable food* і *healthy nutrition*.

3.2. Технологічний процес виробництва печива бобового «Velour»

Печиво «Бобове печиво «Velour»» є інноваційним *vegan dessert* продуктом, розробленим на основі квасолевого пюре, вівсяних пластівців та функціональних інгредієнтів. Особливістю рецептури (табл. 5) є часткова заміна манної крупи вівсяними пластівцями, використання

Таблиця 5

Рецептурний склад печива «Бобове печиво «Velour»»

Найменування сировини та н/ф	Витрата продуктів на 1 порцію, г			
	Печиво традиційне (контроль)		Бобове печиво «Velour» (розробка)	
	брутто	нетто	брутто	нетто
Тісто				
Борошно пшеничне цільнозернове	10,0	10,0	10,0	10,0
Вівсяні пластівці (швидкого приготування)	–	–	20,0	20,0
Манна крупа	37,5	37,5	8,0	8,0
Квасоля звичайна	–	–	12,0	12,0
Н/ф «Пюре із квасолі»	–	–	–	32,0
Насіння чіа	–	–	3,0	3,0
Олеогель	26,0	26,0	20,0	20,0
Кокосовий цукор	4,0	4,0	4,0	4,0
Сіль морська	0,4	0,4	0,4	0,4
Вода питна	10,0	10,0	3,0	3,0
Дріжджі сухі	0,5	0,5	0,5	0,5
Начинка				
Чорнослив (без кісточок)	10,0	10,0	13,0	10,0
Сік апельсиновий свіжовичавлений	2,0	2,0	3,0	3,0
Кориця мелена	0,1	0,1	0,2	0,2
Кардамон мелений	–	–	0,05	0,05
Маса напівфабрикату	–	100,0	–	100,0
Вихід готової страви	–	88,0	–	91,0

насіння чіа, кокосового цукру, олеогелю, що дозволяє підвищити харчову цінність виробу та знизити його глікемічне навантаження.

Технологічний процес виробництва передбачає підготовку квасолі шляхом замочування у розчині бікарбонату натрію за температури 60 °C протягом 60 хвилин з подальшим варінням до кулінарної готовності та подрібненням до однорідного пюре. Окремо готують жирно-круп'яну суміш на основі олеогелю, вівсяних пластівців і манної крупи, яку витримують за низьких температур для стабілізації структури.

На наступному етапі замішують тісто із використанням квасолевого пюре, цільнозернового борошна, кокосового цукру, насіння чіа та дріжджів. Після розстоювання тісто формують у вигляді коржів із додаванням начинки на основі чорносливу, апельсинового соку, апельсинової цедри та кориці. Напівфабрикати формують у декоративних формах та випікають за температури 230...240 °C протягом 7...10 хвилин.

Готовий виріб характеризується золотистим кольором, крихкою текстурою та ніжною тягучою начинкою з карамельно-пряним ароматом. Використання квасолевого пюре та функціональних інгредієнтів дозволяє створити сучасний vegan-продукт із високою харчовою та органолептичною цінністю.

«Бобове печиво «Velour» характеризується привабливими органолептичними властивостями та сучасним гастрономічним профілем. Зовнішній вигляд виробу – округло-приплюснута форма з чіткою декоративною текстурою поверхні. Поверхня рівномірна, злегка матова, без тріщин, підгорілостей та механічних пошкоджень. Завдяки використанню вівсяних пластівців виріб має виражену натуральну текстуру.

3.3. Технологічний процес виробництва хлібобулочного виробу на основі зернобобових «Bib-Roll»

Хлібобулочний виріб «Bib-Roll» є функціональною vegan-альтернативою традиційній піті, розробленою на основі зернобобової сировини, таблиця 6. Особливістю рецептури є часткова заміна пшеничного борошна нутовим, використання квасолевого пюре та меленого льняного насіння, що дозволяє підвищити вміст рослинного білка, харчових волокон та омега-3 жирних кислот.

Технологічний процес передбачає підготовку борошняної суміші із пшеничного та нутового борошна з додаванням солі, кмину, часникового порошку та меленого льону. Окремо проводять підготовку квасолевого пюре шляхом замочування, варіння та подрібнення квасолі до однорідної консистенції.

Таблиця 6

**Рецептурний склад хлібобулочного виробу на основі зернобобових
«Bib-Roll»**

Найменування сировини та н/ф	Витрата продуктів на 1 порцію, г			
	Піта традиційна (контроль)		«Bib-Roll» (розробка)	
	брутто	нетто	брутто	нетто
Борошно пшеничне першого гатунку	50,0	50,0	40,0	40,0
Борошно нутове	—	—	10,0	10,0
Дріжджі сухі	0,5	0,5	0,5	0,5
Сіль морська	1,5	1,5	1,0	1,0
Часник (порошок)	—	—	1,0	1,0
Кмин мелений	—	—	0,5	0,5
Насіння льону мелене	—	—	2,0	2,0
Цукор-пісок	1,5	1,5	1,5	1,5
Квасоля звичайна	—	—	8,0	7,5
Н/ф «Квасоля замочена»	—	—	—	12,0
Н/ф «Пюре із квасолі»	—	—	—	25,0
Нут	7,5	7,0	—	—
Н/ф «Нут замочений»	—	14,0	—	—
Н/ф «Пюре із нуту»	—	25,0	—	—
Олія оливкова	3,5	3,5	3,5	3,5
Вода питна	18,0	18,0	16,0	16,0
Маса напівфабрикату	—	100,0	—	100,0
Вихід готової страви	—	90,0	—	93,0

На наступному етапі дріжджі розчиняють у теплій воді та з'єднують із борошняною сумішшю, квасолевим пюре та оливковою олією. Тісто замішують до однорідної еластичної структури та залишають на розстоювання. Після цього формують округлі коржі, проводять повторне розстоювання та випікають за температури 250 °С упродовж 5...6 хвилин.

Готовий виріб характеризується підвищеною харчовою цінністю, м'якою еластичною текстурою та вираженим горіхово-пряним ароматом.

3.4. Технологія процесу виробництва «Хрусткі бобові кульки із заатаром»

«Хрусткі бобові кульки із заатаром» є сучасною vegan-інтерпретацією традиційного фалафелю, розробленою на основі квасолі з використанням функціональних спецій та пряних компонентів. Особливістю рецептури (табл. 7) є використання суміші заатар, куркуми та зеленої цибулі, які

**Рецептурний склад кулінарного виробу
«Хрусткі бобові кульки із заатаром»**

Найменування сировини та н/ф	Витрата продуктів на 1 порцію, г			
	Фалафель традиційний (контроль)		«Хрусткі бобові кульки із заатаром» (розробка)	
	брутто	нетто	брутто	нетто
Квасоля звичайна	—	—	45,0	42,0
Н/ф «Квасоля замочена»	—	—	—	80,0
Нут	40,0	36,0	—	—
Н/ф «Нут замочений»	—	78,0	—	—
Кмин мелений	3,5	3,5	2,5	2,5
Коріандр мелений	2,5	2,5	2,0	2,0
Суміш заатар	—	—	3,0	3,0
Куркума мелена	—	—	0,5	0,5
Сіль морська	2,0	2,0	2,0	2,0
Часник	3,0	2,0	3,0	2,0
Цибуля зелена	—	—	5,0	4,0
Розпушувач	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода питна	10,5	10,5	6,0	6,0
Маса напівфабрикату	—	100,0	—	100,0
Вихід готової страви	—	95,0	—	95,0

формують насичений ароматичний профіль і підвищують функціональну цінність виробу.

Технологічний процес передбачає підготовку квасолі шляхом замочування у розчині бікарбонату натрію за температури 60 °С протягом 60 хвилин. Після замочування квасоллю без попереднього варіння подрібнюють до грубуватої пастоподібної консистенції.

Окремо готують спецієво-ароматичну суміш із заатару, куркуми, кмину, коріандру, часнику, зеленої цибулі, солі та розпушувача. Отримані компоненти з'єднують із квасолевою масою, додають воду та перемішують до утворення пластичної структури. Підготовлену масу витримують у холодильнику для стабілізації консистенції.

Із готової суміші формують кульки діаметром близько 3 см, після чого їх обсмажують у фритюрі за температури 180...190 °С протягом 3–4 хвилин або запікають в аерофритюрі за 200 °С протягом 12...15 хвилин. Готовий виріб характеризується хрусткою скоринкою, ніжною соковитою серединкою та вираженим пряним ароматом із характерними нотками заатару й куркуми.

3.5. Технологічний процес виробництва «Крафтовий хумус»

«Крафтовий хумус» є сучасним vegan-продуктом на основі білої квасолі з використанням місо-пасти та копченої паприки. Особливістю рецептури (табл. 8) є формування шовковистої кремоподібної текстури та вираженого утаті-смаку без використання компонентів тваринного походження.

Технологічний процес передбачає підготовку квасолі шляхом замочування у розчині бікарбонату натрію за температури 60 °С протягом 60 хвилин з подальшим варінням до кулінарної готовності. Після видалення зайвої рідини квасоллю подрібнюють до однорідного пюре.

На наступному етапі готують жирно-смакову суміш із тахінної пасти, місо-пасти, лимонного соку, часнику, кмину, копченої паприки та спецій. Отримані компоненти з'єднують із квасолевим пюре та збивають у блендері до утворення ніжної кремоподібної консистенції. За необхідності консистенцію регулюють додаванням аквафаби. Готовий хумус оформлюють спіральним візерунком, зрошують оливковою олією

Таблиця 8

Рецептурний склад кулінарного виробу «Крафтовий хумус»

Найменування сировини та н/ф	Витрата продуктів на 1 порцію, г			
	Хумус традиційний (контроль)		«Крафтовий хумус» (розробка)	
	брутто	нетто	брутто	нетто
Нут	25,0	22,0	–	–
Н/ф «Нут замочений»	–	43,0	–	–
Н/ф «Пюре із нуту»	–	62,0	–	–
Квасоля звичайна	–	–	25,0	23,0
Н/ф «Квасоля замочена»	–	–	–	45,0
Н/ф «Пюре із квасолі»	–	–	–	65,0
Тахінна паста	13,0	13,0	13,0	13,0
Сік лимону свіжий	10,5	10,5	7,0	7,0
Місо-паста (світла)	–	–	3,0	3,0
Сіль морська	2,5	2,5	1,5	1,5
Часник	3,0	2,0	3,0	2,0
Олія оливкова	1,5	1,5	2,0	2,0
Кмин мелений	3,5	3,5	2,0	2,0
Копчена паприка	–	–	2,0	2,0
Червоний перець мелений	3,0	3,0	1,0	1,0
Олія оливкова (подача)	5,5	5,5	5,5	5,5
Мікрозелень (подача)	–	–	3,0	3,0
Вихід готової страви	–	100,0	–	100,0

та декорують мікрозеленню і копченою паприкою. Виріб характеризується ніжною «хмарною» текстурою, вершково-горіховим смаком та легким копченим ароматом.

3.6. Технологічний процес виробництва «Фалафелю замороженого»

Технологічний процес виробництва фалафелю замороженого передбачає підготовку нуту та соєвих бобів шляхом замочування у прохолодній воді впродовж 10–12 годин. Після цього нут варять до повного розм'якшення та подрібнюють до пюреподібної консистенції, а соєві боби подрібнюють із подальшим пресуванням для отримання напівфабрикату «Окара».

На наступному етапі нутове пюре з'єднують із окарою, розчином ксантанової камеді, водою та сумішшю спецій, після чого масу термообробляють і охолоджують. Із підготовленої суміші формують кульки або мінібіточки, які вакуумують та піддають шоковому заморожуванню за температури -24°C із подальшим зберіганням за -18°C . Рецептурний склад фалафелю замороженого наведено в таблиці 9.

Використання окари у рецептурі дозволяє підвищити вміст рослинного білка та харчових волокон, а також покращити вологоутримувальну здатність системи. Ксантанова камедь виконує функцію стабілізатора структури та забезпечує збереження форми виробів після циклу «заморожування – смаження». Важливим етапом технології є вакуумування напівфабрикатів, яке сприяє зменшенню ризику окиснювальних процесів та втрат вологи

Таблиця 9

Рецептурний склад фалафелю замороженого

Найменування рецептурних компонентів	Витрати сировини на 1 кг фалафелю замороженого, г	
	брутто	нетто
Нут	293,0	288,0
н/ф «Пюре з нуту»	–	710,0
н/ф «Окара»	–	150,0
Вода питна	120,0	120,0
Камідь ксантанова	5,0	5,0
Сіль кухонна	21,0	20,0
Перець чорний, мелений	10,0	10,0
Горіх мускатний	3,4	3,4
Зіра	5,0	5,0
Цибуля мелена, суха	16,0	16,0
н/ф «Суміш для фалафелю»	–	1,040
Вихід	–	1000

під час зберігання. Шокове заморожування забезпечує формування дрібнокристалічної структури льоду, що мінімізує пошкодження клітинної структури продукту та дозволяє зберегти текстурні характеристики після дефростації. Використання сучасних сгуо food технологій забезпечує стабільність органолептичних і структурно-механічних властивостей готового продукту впродовж усього терміну зберігання.

Готовий напівфабрикат після термічної обробки характеризується хрусткою скоринкою, соковитою консистенцією та стабільною структурою без деформації після циклу «заморожування – смаження».

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасні тенденції розвитку vegan food tech та встановлено, що найбільш перспективними напрямками є технології текстурування рослинного білка, precision fermentation, clean label технології та використання функціональних інгредієнтів нового покоління.

2. Науково обґрунтовано вибір зернобобової сировини для технологій Bean Future Products. Встановлено, що сорти квасолі «Мавка» та «Неві» характеризуються високою харчовою цінністю, добрими функціонально-технологічними властивостями та перспективністю використання у vegan food продуктах.

3. Досліджено процеси набухання квасолі у воді, розчині бікарбонату натрію та молочній сироватці. Встановлено, що найбільш інтенсивне набухання спостерігається у лужному середовищі за температури 60 °С, що дозволяє скоротити тривалість гідротермічної обробки та покращити пластичність напівфабрикатів.

4. Розроблено технологію напівфабрикату «Пюре із квасолі» із використанням раціональних режимів замочування, варіння та подрібнення. Встановлено, що запропоновані технологічні параметри забезпечують формування однорідної дрібнодисперсної структури та стабільної консистенції.

5. Досліджено вплив структуроутворювачів на стабільність frozen vegan products. Доведено, що використання ксантанової камеді у концентрації 0,5% забезпечує оптимальні текстурні характеристики, стабільність форми та високу соковитість замороженого фалафелю після термічної обробки.

6. Сформовано концепцію асортименту Bean Future Products, що включає десертні, хлібобулочні, снекові та frozen convenience продукти на основі зернобобової сировини та clean label технологій.

7. Розроблено технології інноваційної vegan-продукції: бобового печива «Velour», хлібобулочного виробу «BibRoll», «Хрустких

бобових кульок із заатаром», «Крафтового хумусу» та «Фалафелью замороженого». Встановлено, що використання функціональних інгредієнтів нового покоління дозволяє підвищити харчову й біологічну цінність продукції.

8. Оцінено органолептичні та функціонально-технологічні властивості розроблених виробів. Встановлено, що всі продукти характеризуються привабливим зовнішнім виглядом, стабільною текстурою, гармонійним смаком та високими споживчими властивостями, що підтверджує перспективність використання концепції Bean Future Food Tech у сучасній vegan food індустрії.

АНОТАЦІЯ

У монографії досліджено сучасні тенденції розвитку vegan food tech та науково обґрунтовано перспективність використання зернобобової сировини у технологіях веганської продукції нового покоління. Актуальність роботи зумовлена необхідністю створення функціональних рослинних продуктів із високою харчовою цінністю, стабільними структурно-механічними властивостями та привабливими органолептичними характеристиками. Особливу увагу приділено проблемі оптимізації процесів гідротермічної обробки квасолі та формування сучасного асортименту Bean Future Products. Проведено дослідження кінетики набухання квасолі у воді, розчині бікарбонату натрію та молочної сироватці, що дозволило встановити раціональні параметри замочування і варіння бобової сировини. Визначено, що найбільш ефективним середовищем для гідратації є 0,2% розчин бікарбонату натрію за температури 60°C. Розроблено технологію напівфабрикату «Пюре із квасолі» та асортимент інноваційної vegan-продукції, до якого увійшли бобове печиво «Velour», хлібобулочний виріб «BibRoll», «Хрусткі бобові кульки із заатаром», «Крафтовий хумус» та «Фалафель заморожений». Встановлено, що використання функціональних інгредієнтів нового покоління – насіння чіа, льону, місо-пасти, окари та ксантанової камеді – забезпечує покращення органолептичних та структурно-механічних властивостей продукції. Отримані результати підтверджують перспективність використання концепції Bean Future Food Tech у виробництві функціональних веганських продуктів нового покоління.

Література

1. Дегтяр В. В., Радченко А. Є., Гринченко Н. Г., Гринченко О. О. Технологічні та економічні аспекти використання зернобобових у харчових технологіях: мініогляд. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Т. 31. № 4. С. 896–906. DOI: 10.15421/jchemtech.v31i4.290810.
2. Dhungana S. K., Yoon J. A. Fermented soybean products and their bioactive compounds. *Foods*. 2020. Vol. 9. No. 11. Article 1600. DOI: 10.3390/foods9111600.
3. Tobin C., Ratel S., Ndiaye T. et al. Fermentation for designing innovative plant-based meat and dairy alternatives. *Foods*. 2023. Vol. 12. No. 5. Article 1005. DOI: 10.3390/foods12051005.
4. Гринченко О. О., Дегтяр В. В., Радченко А. Є., Пак А. О., Сметанська І., Перцевой Ф. В. Дослідження впливу гідротермічної обробки зернобобових на накопичення сухих речовин в аквафабі. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2024. Т. 5. № 11 (131). С. 51–61. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.313890.
5. Dick A., Bhandari B., Prakash S. 3D printing of plant-based meat analogues. *Journal of Food Engineering*. 2019. Vol. 259. P. 68–77. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2019.04.018.
6. Gupta C., Dhawan A., Kaur P. et al. Chickpea protein as sustainable plant-based protein: properties and applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. Vol. 101. No. 8. P. 3031–3043. DOI: 10.1002/jsfa.10930.
7. Kyriakopoulou K., Dekkers B., van der Goot A. J. Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*. 2019. Vol. 8. No. 6. Article 179. DOI: 10.3390/foods8060179.
8. Li Z., Dhital S., Bhattarai R. R. et al. Ultrasound processing of oat milk: impacts on physical properties and in vitro digestion. *Food & Function*. 2020. Vol. 11. No. 5. P. 4157–4167. DOI: 10.1039/D0FO00449A.
9. Bulgaru V., Sensoy I., Netreba N. et al. Qualitative and antioxidant evaluation of high-moisture plant-based meat analogs obtained by extrusion. *Foods*. 2025. Vol. 14. No. 17. Article 2939. DOI: 10.3390/foods14172939.
10. Valdivia-López M. Á., Tecante A. Chia (*Salvia hispanica*): a review of native Mexican seed and its nutritional and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2015. Vol. 75. P. 53–75. DOI: 10.1016/bs.afnr.2015.06.002.

11. Hrynchenko O., Radchenko A., Dehtiar V., Grynchenko N., Serik M. Development of technology for food products with emulsion structure based on pea groats and pea aquafaba. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2025. Vol. 1. No. 11 (133). P. 51–61. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.323339.

Information about the authors:

Andrieieva Svitlana Serhiivna,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Technology in the
Restaurant Industry
State Biotechnological University
44, Alchevskikh Street, Kharkiv, Ukraine

Dikhtiar Alona Mykolaivna,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Technology in the
Restaurant Industry
State Biotechnological University
44, Alchevskikh Street, Kharkiv, Ukraine