

УДК 339.92:38.3:167.7

*Л.В. Баль-Прилипка, М.В. Патица, Б.І. Леонова,  
Е.Р. Старкова, А.І. Брона*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Генерала Родимцева, 19, Київ, 03041, Україна*

### **НАПРЯМИ, ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ БІОТЕХНОЛОГІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

*У статті проведено аналітичний скринінг можливостей біотехнології у харчовій промисловості. Представлено основні напрями застосування біотехнологічних досліджень і розробок, охарактеризовано доцільність та актуальність використання генної інженерії, спеціалізованих штамів мікроорганізмів та ферментних препаратів при виробництві харчової продукції з функціональною спрямованістю, високим рівнем якості та безпечності. Сформульовано найважливіші вимоги та критерії вибору біотехнологічної складової для різних областей харчової галузі. Узагальнено наукові досягнення біотехнології та генної інженерії, які сприяють розвитку інновацій у створенні продуктів для здорового харчування, дають можливість реалізації потенціалу цього напрямку.*

*К л ю ч о в і с л о в а: біотехнологія, генна інженерія, метаболізм, функціональне харчування, бактеріальні препарати, стартові культури, лактобактерії, бактеріоцини, штами, мікроорганізми, ферментовані м'ясні продукти, ферменти, безпечність.*

У сучасній харчовій промисловості превалює тенденція пошуку і розробки інноваційних технологічних рішень для виробництва продукції, що характеризується високим рівнем якості, екологічності та біологічної безпечності, а також їх функціональною спрямованістю. Дані положення відповідають Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції [17], що розроблена з урахуванням положень Указу Президента України «Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції» [21] та узгоджуються із законом України «Про якість та безпечність харчових продуктів» [9] і Наказом Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії» [18]. Індустрія біотехнологій продовжує стрімко розвиватися. Слід зазначити, що перспективи розвитку біотехнології саме у харчовій промисловості важко переоцінити. «Зелена революція» 1960-х років продемонструвала величезний потенціал і можливості генної інженерії для виробництва продуктів харчування [33].

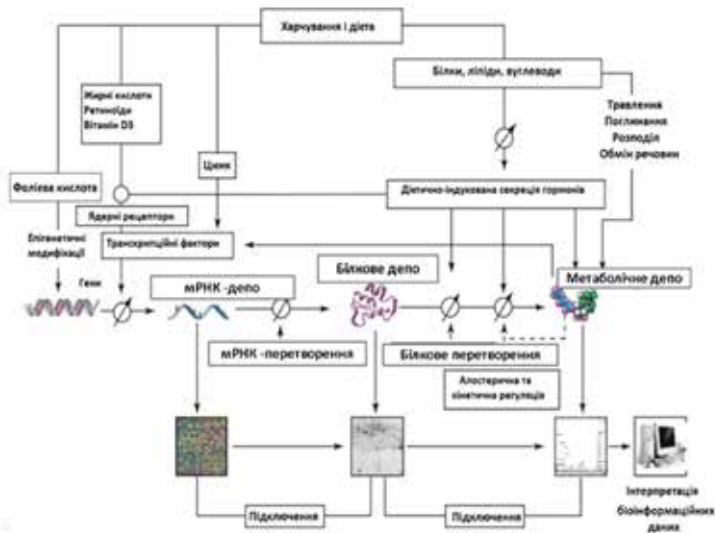
**Харчування і геноміка.** На даний час великий науковий інтерес представляє поєднання харчування і геноміки. У зв'язку з тим, що харчування тісно пов'язане із розвитком хронічних захворювань, перед наукою та харчовою промисловістю ставиться завдання – створення безпечних продуктів, які сприятимуть збереженню та відтворенню здоров'я людини. Це досягається шляхом виявлення продуктів або харчових сполук, які впливають на обмінні процеси зародження чи протікання захворювання

та використання цих знань для розробки функціональних продуктів, орієнтованих на метаболічні зміни. На сьогодні накопичена значна кількість геномної інформації, геномно-базових технологій та модельних систем, які здатні забезпечувати розвиток нових методів у галузі сільськогосподарської продовольчої науки та харчування людини [7, 15, 16]. Вони використовуються для вивчення молекулярних основ механізмів, що обумовлюють взаємодію всіх компонентів харчування як з геномом, так і метаболізмом людини.

На сьогодні геномна інформація широко використовується вченими в галузі харчування. Раціон і харчові компоненти є визначальними природними факторами, що впливають на геном, транскрипт, протеом і метаболізм людини. Доведено, що їх довготривала взаємодія характеризує стан здоров'я людини. Вперше взаємодію їжі та окремих харчових сполук з живими біологічними системами можна визначити на молекулярному рівні. Молекулярно-біологічні технології застосовуються у фундаментально-науковому сенсі для диференціації методів впливу на продукти чи окремі компоненти, та, аналогічно, – для розвитку харчування з характерним біопризначенням [32].

Кожен харчовий процес заснований на взаємодії величезної кількості білків, які кодуються відповідними мРНК молекулами, представленими в певних клітинах, органах чи організмах. Зміни рівней експресії мРНК і, відповідно, білків є найважливішими параметрами, що обумовлюють і контролюють трофічні потоки поживних речовин або біохімічним шляхом – продукти їх метаболізму. Поживні речовини та нехарчові компоненти продуктів, раціон та спосіб життя, включаючи фізичну активність, можуть вплинути на кожен крок у потоках генетичної інформації, починаючи від експресії генів у синтезі білка до його деградації, і, таким чином, впливати на зміни метаболічних функцій. Не може бути жодних сумнівів, що взаємодія кількох постійних генів у ссавців при зміні умов середовища, в тому числі і харчування, є одним з найбільш актуальних і цікавих напрямів з дослідження генів [30, 32, 36].

Важливим для виживання популяції ссавців є те, що вони можуть швидко адаптуватися до змін трофічного середовища, тобто доки зберігається певний рівень метаболізму для забезпечення виробництва необхідної кількості АТФ і синтезу всіх структурних блоків клітин та їх регенерації. Адаптація до особливостей їжі з енергетичної точки зору вимагає швидких реакцій, які одночасно пов'язані із змінами численних метаболічних процесів – клітини організму повинні регулювати поживні транспортні потоки, а також налаштовувати рух проміжних метаболічних шляхів та можливість ресинтезувати клітинний транскриптом і протеом. За узагальнюючою схемою (рис. 1) представлений комплекс взаємодії між раціоном (продуктами) і геномом ссавців (людина), наприклад, епігенетичні зміни ДНК, вплив на експресію мРНК, контроль протеому, алостеричне регулювання і підтримання метаболічних депо – і їх внутрішній метаболізм – з прямим і зворотнім зв'язком [32]. Таким чином, гомеостатичні механізми у біологічних системах обумовлюються і характеризуються складним текстурованим ієрархічним порядком і резервом, щоб якомога довше підтримувати заданий стан. Будь-які епігенетичні розбалансування та порушення в системі можуть компенсуватися в просторі і



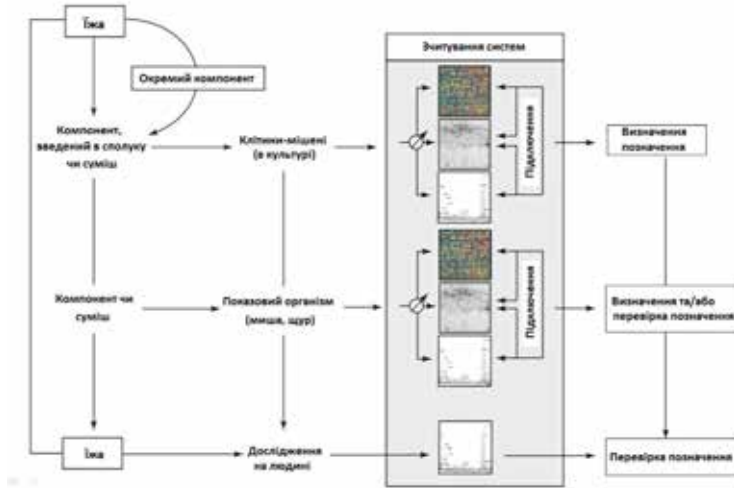
**Рис. 1. Комплекс взаємодії раціону і продуктів з геномом, що обумовлює метаболізм людини**

часі, і навіть за відмови гена та зміни структури білку або їх комплексу. Вочевидь, окремий маркер – чи його копія, білок або метаболіт – частіше за все не в змозі надавати достатньої інформації про метаболічний стан організму. Тим не менш, незначні зміни, які пов'язані із біологічною надлишковістю великого спектру мРНК, білків чи їх метаболітів (КММ), можуть виявлятися як комплекс маркерних метаболітів та характеризувати особливості метаболічного стану організму, що дає можливість визначити стадію захворювання. Тому стає все більш очевидним, що такі маркери можуть бути біомаркерами і використовуватися в різноманітних молекулярно-біологічних та інших профільних методах [24, 28, 35].

На сьогодні отримала розвиток концепція комплексу маркерних метаболітів при визначенні метаболічного стану людини в ході розвитку хвороби [23, 31]. Сучасні численні дослідження по вивченню комплексу маркерних метаболітів в науково-дослідних проектах пов'язані з харчуванням людини і впливом продуктів харчування на метаболізм. Для прикладу, метаболічні впливи від вживання ізофлавононів були вивчені за допомогою КММ при дослідженні біорідин людини [34, 37].

Профільні методи широко використовуються у всіх областях харчової біотехнології та мікробіології, при розробці добавок чи функціональних продуктів харчування, включаючи нові трансгенні сорти рослин [7, 25, 29]. Розробка продукту повинна керуватися науковими даними та перевіреними біологічними доказами, які можуть бути отримані від моделей з підвищеною біологічною складністю, і нарешті, включаючи інтервентивні дослідження людини (рис. 2) [32]. Концептуально, виявлені процеси, що отримуються за допомогою молекулярних маркерів для біологічної активності певних продуктів або харчових компонентів і визначають їх можливий вплив, за використанням відповідних клітинних моделей, повинні супроводжуватися дослідженнями тваринних моделей для перевірки та/або визначення цих маркерів у природних умовах. Для детекції чи перевірки відповідних маркерів цей процес повинен повторюватися і

бути зворотньо-відтворюваним, а також під час досліджень мати змогу отримувати науково-обґрунтовані висновки. Цей підхід узгоджується з думкою авторитетних вчених у різних країнах [26], і, на основі наукових досліджень, визначає створення функціональних продуктів харчування та оцінку їх безпеки.



**Рис. 2. Застосування геномних технологій при розробці продуктів харчування, які спрямовані на специфічні функції організму**

Комплекс наукових доказів, у кінцевому рахунку, повинен дати вичерпну кінцеву відповідь, що об'єднає харчування і його якість щ здоров'я людини [27]. Саме на цих засадах, для розробки продукту в еру розвитку функціональної їжі необхідно звертатися до геномних технологій, оскільки вони здатні забезпечити максимальні дослідження біологічної функціональності даного компонента, комплексів продуктів не тільки стосовно біохімічних процесів, але й визначення ризиків, пов'язаних із побічними ефектами при загальній оцінці безпеки.

### **Практичний досвід застосування стартових культур при виробництві м'ясних продуктів.**

Одним з актуальних і перспективних напрямків у розробці технологій у м'ясній галузі, що дозволяють значно інтенсифікувати виробництво при одночасному підвищенні якості вироблюваної продукції, є створення і використання у виробництві м'ясних виробів стартових культур, а також біологічно активних речовин, отриманих у результаті їх життєдіяльності [20].

М'ясні продукти, які не піддаються тепловій обробці, можуть бути відповідними «кур'єрами» пробіотиків у шлунково-кишковий тракт людини. Такими пробіотиками в даному випадку можуть виступати бактеріальні препарати, які дають так званий старт для початку ферментації м'ясної сировини, щоб надати їй необхідні органолептичні якості та захистити від небажаної мікробіоти. Стартові культури (бактеріальні закваски), що використовуються в м'ясній промисловості, являють собою різні мікроорганізми, у тому числі лактобацили, педіококи, стафілококи,

мікрококи, дріжджі і міцеліальні гриби [19]. Для бактерій основною технологічною властивістю є здатність зброджувати вуглеводи (цукри) до молочної кислоти, в результаті чого здійснюється ферментація м'ясної сировини. Стартові культури випускають у рідкому, замороженому і сухому (сублимованому) вигляді, які, після відновлення у воді, стають активними. Бакпрепарати вносять у м'ясний фарш на початку кутерування. Присутність їх у фарші дозволяє зменшити тривалість дозрівання і скоротити технологічний процес виробництва сирокочених ковбас з 45 до 20 діб [3, 13].

Якість бакпрепаратів визначається вмістом життєздатних клітин, їх стійкістю до впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища, дотриманням умов і способів їх упаковки (бажано зберігати упакованими під вакуумом або в інертній газовій атмосфері) і зберігання (при низьких температурах). Для посилення біотехнологічного впливу стартових культур на м'ясу сировину застосовують комбінації окремих штамів мікроорганізмів, у яких індивідуальні фізіологічні особливості бактерій взаємно доповнюють один одного. Видовий склад бактеріальних препаратів досить різноманітний і залежить від їх технологічної спрямованості. Необхідно відзначити, що в сучасних умовах супінь використання ефективних вітчизняних стартових культур у м'ясній галузі досить висока. У зв'язку з цим особливий інтерес представляє розробка виробничих композицій стартових культур [2].

Специфічні штами мікроорганізмів, спеціально відселектовані з використанням прийомів генної інженерії, здатні інгібувати життєдіяльність патогенної мікробіоти, тобто виступати у ролі біоконсервантів. Технологічний вплив мікроорганізмів пов'язаний з утворенням специфічних біологічно-активних компонентів: органічних кислот, бактеріоцинів, ферментів, вітамінів та інших, що сприяє підвищенню рівня безпечності, поліпшенню якісних характеристик готового продукту, а також забезпечує функціональну спрямованість. Основними механізмами для гарантії безпечності м'ясних виробів є продукування штамми мікроорганізмів бактеріоцинів – білків або пептидів, що синтезуються на рибосомах та мають антимікробну дію, а також принцип конкурентного заміщення, що реалізується ефективною конкуренцією з патогенними видами [8]. Ці механізми розглядаються як фактори міжмікробного антагонізму, що забезпечують регуляцію популяції бактерій і стійкість системи до патогенів.

Так, молочнокислі бактерії *Lactobacillales* мають високу антагоністичну активність та здатні руйнувати токсичні метаболіти, рости в анаеробних умовах, накопичувати ароматичні сполуки, редукуючі речовини, що важливо для використання в технології м'ясних продуктів [5, 22]. Біфідобактерії *Bacillus coagulans* та молочнокислі бактерії *Lactococcus lactis* виступають потужними регуляторами активної кислотності фаршу в період його осадки, під час посолу без погіршення якості. Основним продуктом метаболізму молочнокислих бактерій, при зброджуванні вуглеводів, є молочна кислота, накопичення якої сприятливо впливає на консистенцію, фізико-хімічні та органолептичні властивості м'ясної системи. Молочнокислі бактерії здатні зв'язувати кисень повітря і різко знижувати окисно-відновний потенціал, знижувати швидкість окислення ліпідів, що є «бар'єром» для патогенних мікроорганізмів.

Перспективність застосування бактеріальних препаратів на стадії процесу посолу м'ясної сировини доведено багатьма вченими, які констатували, що м'ясний фарш є сприятливим середовищем для розвитку молочнокислих бактерій [5]. Ряд дослідників стверджує, що молочнокислі бактерії є біологічною основою формування ковбас як харчового продукту, та одним з найважливіших «бар'єрних» факторів. Так, за допомогою молочнокислих бактерій здійснюються: біохімічні перетворення основних компонентів м'яса з утворенням сполук, які обумовлюють смак, аромат і консистенцію; зміни фізико-хімічних параметрів м'ясного фаршу; пригнічення розвитку технічно шкідливої і патогенної мікробіоти шляхом утворення різних речовин, що чинять антимікробну дію [14]. Іншими вченими встановлено, що біотехнологічна обробка м'ясної сировини культуральною рідиною, яка містить життєздатні клітини, має суттєвий вплив на прискорення процесу дозрівання сировини і формування функціонально-технологічних властивостей під час посолу, покращує вологозв'язуючу здатність фаршу, якісні характеристики готових продуктів, інгібує окислювальні процеси, надає виробам антимутагенної активності відносно мутагенезу, індукованого азидом натрію у м'ясному середовищі [22]. На основі мікрокапсульованих клітин штамів-продуцентів бактеріоцинів розроблений біоконсервант «Вітасфер» для виробництва термічно оброблених м'ясних продуктів. Проведені дослідження фізико-хімічних, мікробіологічних, органолептичних показників, досліджена динаміка окисних і гідролітичних змін зразків вареної і напівкопчених ковбас з використанням біоконсерванту «Вітасфер». Встановлено покращення комплексних показників якості виробів, а також пролонгація терміну придатності у порівнянні з контролем [13].

Актуальним напрямом створення функціональних м'ясних продуктів із застосуванням біотехнологічних підходів є використання нітритредуючих штамів мікроорганізмів для зниження залишкової кількості нітриту натрію та надання антимутагенних властивостей продукту. Нітрити є мутагенами і викликають утворення в кислому середовищі шлунку токсичних сполук – нітрозамінів. Неповне відновлення нітритів призводить до накопичення токсичних речовин в організмі людини [13]. У технологічній практиці відомі прийоми використання пробіотичних мікроорганізмів з вираженою антимутагенною активністю. Під час виробництва м'ясних продуктів використовують специфічний штам *Staphylococcus carnosus*, головна функція якого полягає у відновленні нітриту натрію з утворенням оксиду азоту. Денітрифікуючі штами мікроорганізмів для м'ясопереробної галузі дозволяють знизити концентрацію нітриту до залишкового рівня 3–5 мг % при введенні в рецептуру 7,5–13,0 мг % [12, 13, 22]. Вченими відселектовано штам *Staphylococcus carnosus* LIA-96, що продукує фермент нітритредуктазу, застосування якого ініціює повне відновлення нітриту в готовому м'ясному виробі [12]. Традиційно молочнокислі стартові культури застосовують у технології сирокочених і сиров'ялених ковбас. Мікроорганізми, які входять до складу стартових культур, розщеплюють цукор на молочну кислоту, що призводить до зниження рН, гальмування росту небажаної мікробіоти, прискорення процесу денітрифікації, стабілізації кольороутворення, формування специфічних органолептичних характеристик. Наявність специфічного

запаху і смаку обумовлена присутністю карбонільних сполук (альдегідів, кетонів), сполук зі змішаними функціями (кетокислот), сірковмісних компонентів (меркаптанів), органічних кислот, фенолів, спиртів, ефірів та ін. Вираженість окремих відтінків аромату і смаку залежить від виду сполук, їх кількості, порогової концентрації. Леткі кислоти, що мають у складі вуглецевого ланцюга 8–10 атомів, надають виражений інтенсивний запах. Крім них на смакоароматичні характеристики впливають молочна кислота, як продукт ферментативного розпаду вуглеводів і цукрів, а також пептиди і вільні амінокислоти, які утворюються внаслідок протеолітичних змін білків під дією власних ферментів м'яса і ферментів мікробіологічного характеру. Загальноприйнятими ароматоутворювачами є представники сімейства мікрококів і окремі штами молочнокислих бактерій – *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus* та інші. Успішне і контрольоване протікання технологічного процесу при виробництві м'ясопродуктів значною мірою залежить від складу і активності використовуваної стартової культури [3]. При розробці бактеріальних препаратів враховується ряд ознак молочнокислих бактерій, що характеризують їх технологічну цінність. Це, крім можливості забезпечення перерахованих вище органолептичних показників – стійкість до кухонної солі, жовчі, нітриту натрію, синергізм чи антагонізм штамів при їх спільному культивуванні тощо. Молочнокислі бактерії відзначаються винятково лабільним метаболізмом і здатні пристосовуватися до зміни середовища завдяки варіабельному адаптаційному обміну.

Отже, цілеспрямоване використання стартових культур сприяє отриманню стандартизованого, високоякісного продукту біотехнологічним способом. У складі пробіотичних стартових культур, бактеріальних концентратів і мікробної біомаси для виробництва пробіотичних м'ясних продуктів і біологічно активних добавок широко використовуються окремі штами або їх консорціуми. Склад і властивості штамів мікроорганізмів дозволяє отримувати широкий асортимент м'ясних продуктів із заданими показниками і характерними особливостями. Незважаючи на досить великий теоретичний і експериментальний матеріал, накопичений у даний час вченими щодо застосування стартових культур при виробництві м'ясопродуктів, представляє науковий і практичний інтерес дослідження мікроорганізмів з пробіотичними властивостями [20]. За рахунок цих властивостей у людини поліпшується травлення, імунітет, метаболізм, мікробіоценоз, елімінуються патогени, інактивуються токсини в умовах нестабільної екологічної ситуації. Так, сирокочені ковбаси до теплової обробки містять, як правило, від 50 до 500 млн молочнокислих бактерій на 1 г продукту; дані характеристики дозволять у перспективі створити інноваційні біотехнології м'ясних продуктів з симбіотичними властивостями.

### **Застосування ферментів у харчовій промисловості.**

На сьогодні наукові відкриття в області ензимології зробили ферментні препарати незамінним учасником багатьох харчових технологій. Використання ферментів дозволяє підвищувати швидкість технологічних процесів, відчутно збільшувати вихід готової продукції, покращувати її

якість, економити цінну сировину і знижувати кількість відходів. Ферментні препарати рослинного походження витягуються з папайї, інжиру, ананаса, і також представлені солодом і препаратами на основі солоду. Ферментні препарати тваринного походження виділяють з різних відділів шлунково-кишкового тракту тварин. По суті – це травні ферменти. Виробляють сичужний фермент, пепсин (курячий, яловичий, свинячий), трипсин, хімотрипсин. Всі вони є протеолітичними ферментами. Ферментні препарати мікробного походження отримують при культивуванні окремих специфічних штамів мікроорганізмів (бактерії, гриби, дріжджі, актиноміцети). У даний час більшість ферментів у промисловості отримують, використовуючи бактерії і плісняві гриби в спеціальних апаратах – біореакторах (ферментерах) у жорстко контрольованих умовах. Розрізняють ферментні препарати бактеріальні – отримані шляхом глибинного культивування бактерій і грибні – отримані шляхом поверхневого культивування мікроскопічних грибів [10].

У технології харчових продуктів застосовуються ферментні препарати з амілолітичною, протеолітичною, ліполітичною, пектолітичною та оксидазною активністю. Їх широке використання прослідковується у м'ясній, кондитерській, хлібобулочній, консервній, крохмальній, дріжджовій, рибопереробній, масложировій та молокопереробній промисловостях. Неможливо обійтись без включення до технологічного процесу ферментних препаратів при отриманні фруктових та овочевих соків, безалкогольних напоїв, виробництві білкових гідролізатів, інвертного сиропу, ячного порошку, шоколаду, какао, кави, пектину, приправ, ароматизованих продуктів тощо. Також важливою і перспективною областю застосування ензиматичних препаратів є громадське харчування: вироблення готових страв, кулінарних виробів, напівфабрикатів.

До ферментних препаратів, що використовуються у молочній промисловості належать: сичужний ферментний препарат Натурен у двох типах Stamix 1150 і Stabo 1290 – для виробництва твердих, напівтвердих сирів, сиру кисломолочного та сирів із пліснявою; чистий стандартизований розчин химозину СНУ-MAX Extra – містить молокозгортальні ферменти, які мають виражену гідролітичну дію щодо капаказеїну; фермент  $\beta$ -галактозидаза (лактаза) Na-Lactase – нейтральний препарат, одержаний шляхом ферментації відібраного штаму дріжджів *Kluveromyces fragilis*, який використовується для виготовлення солодких і сквашених молочних продуктів, морозива та обробки сироватки. Грибні ліпази прискорюють дозрівання сиру чеддер і покращують утворення букету і забарвлення сирів.

При виробництві борошняних кондитерських виробів застосовують комплексні ферментні препарати, що містять активні протеази і  $\alpha$ -амілазу (наприклад, Амілоризин П10Х). Їх використання дозволяє прискорити процес бродіння, коригувати фізичні властивості клейковини борошна, змінювати реологічні властивості тіста, прискорювати його дозрівання.  $\beta$ -фруктофуранозидаза застосовується при виробництві помадних цукерок і рідких фруктових начинок. Вона необхідна для того, щоб отримати рідку або напівм'яку консистенцію при високих концентраціях цукру [10].

Ферментні системи, використовувані при виробництві вин, плодово-ягідних соків, безалкогольних напоїв необхідні для підвищення ступеня



вилучення соку із сировини, освітлення і стабілізації вина, соків, безалкогольних напоїв, запобігання окислювально-відновних процесів у соках, для інверсії сахарози при отриманні безалкогольних напоїв. Для досягнення цих цілей застосовують пектолітичні (Пектаваморин П10х і Г10х, Пектофоедин П10х і Г10х), протеолітичні (Протаваморин П10х, Проторизин П10х), мацеровані ферменти, глюкооксидази, каталази, інвертази.

При виробництві пива за традиційною технологічною схемою необхідні ензимні системи містяться в солоді. Застосування ферментних препаратів мікробного походження (Амілоризин П10Х, Амілосубтилін Г10Х, Амілосубтилін Г20Х, Протосубтилін Г10Х, Проторизин П20Х, Ксилоглюканофоедин П10Х, Цитороземін ПХ) дозволяє замінити частину солоду несолодженого ячменем [11]. На сьогодні відомі більш сучасні препарати на основі: амілази (Термаміл), бета-глюканази (Церемікс, Фінізім, Цереффло, Ультрафлю), цетолактат-декарбоксілази (Матурекс Л). Представляє інтерес застосування лужної гранульованої протеази. Для боротьби з холодним помутнінням у пивоварному виробництві використовуються рослинні ферменти – папаїн, фіцин, бромелін, а також грибні (продуковані пліснявими грибами роду *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Amylomyces*) і бактеріальні (продуковані *Bacillus subtilis*) протеази.

Гідролізати желатину використовують для приготування низькокалорійних напоїв, де негідролізований желатин застосовувати не можна. Процес гідролізу розчину желатину проводять сумішно лужної і нейтральної протеаз [10].

Для реструктурування м'яса застосовують протеолітичні ферменти. Розм'якшення м'яса відбувається ефективно під дією ендогенних протеаз, особливо нейтральних протеаз. Для цього процесу можна використовувати фермент папаїн, який міститься в папайї, мікробні ферменти з *Bacillus subtilis* і *Aspergillus oryzae*. Процес протеолізу необхідно ретельно контролювати, щоб уникнути зайвого гідролізу окремих ділянок. Розм'якшення м'яса, головним чином, відбувається під час теплової обробки. Розроблено процеси відділення м'яса від кісток з використанням протеаз, а також поділу м'ясних відходів на високоякісну жирову, розчинну білкову, нерозчинну білкову і кісткову фракції [1]. Необхідно відмітити, що зараз у якості альтернативної структуроутворюючої добавки виступає порівняно новий ферментний препарат – трансглютаміназа, яка бере участь в утворенні додаткових зв'язків у білкових молекулах. Трансглютаміназа – фермент, який відноситься до класу трансфераз. Даний фермент покращує такі органолептичні показники, як щільність і монолітність ковбасних виробів, надає характерний хруст сосискам. На даний момент у лабораторних умовах розроблено технологію одержання трансглютамінази за допомогою продуцента *Sreptomycetes mobaraensis* Ac-928 на мінеральному середовищі з крохмалем і поліпептоном [4].

В рибопереробній промисловості ферменти застосовуються для переробки неїстівної риби або рибних відходів у риб'ячий жир, рибні розчини. Видаляють рибний запах і смак з рибних білків шляхом обробки їх протеолітичними ферментами [6].

Застосування біотехнології та генної інженерії призводить до суттєвих інновацій у харчовій промисловості, зокрема, до підвищення якості та безпечності харчових продуктів. Основними напрямками біотехнологічних

досліджень і розробок у харчовій промисловості є генетичні маніпуляції, використання культур мікроорганізмів та ферментів у технологіях ферментації.

Поживні речовини та інші елементи їжі є головним чинником для зміни генної транскрипції, рівнів білка і функцій, та являють собою так званий метабол, який впливає на здоров'я і різні види захворювань, що пов'язано із певним геномом. Прийняття нових технологій при дослідженні та випробуванні груп певних генів дозволить визначати метаболічні точки, які впливають на оцінку стану здоров'я людини. Ці дослідження можуть бути довгими і дорогими, але допоможуть вирішити проблеми зі здоров'ям, наприклад, такі як ожиріння, цукровий діабет, серцево-судинні захворювання і рак. Розробка функціональних продуктів харчування, об'єктом яких є метаболічний процес, необхідна для того, щоб уповільнити прогресування захворювань і знизити ризик їх виникнення.

Потреба в якісних бакпрепаратах у м'ясній промисловості зараз досить висока, особливо при виготовленні м'ясопродуктів без термічної обробки, так як стартові культури дозволяють зменшити тривалість дозрівання, скоротити технологічний процес, надати необхідні органолептичні якості та захистити від небажаної мікробіоти. Технологічна дія мікроорганізмів пов'язана з утворенням специфічних біологічно-активних компонентів: органічних кислот, бактеріоцинів, ферментів, вітамінів та інших, що сприяє підвищенню рівня безпечності, поліпшенню якісних характеристик готового продукту, а також забезпечує функціональну спрямованість. Насамперед, у технологіях сирокочених і сиров'ялених ковбас використовують біфідобактерії та молочнокислі бактерії; перспективним біотехнологічним напрямом є застосування нітритредукуючих штамів мікроорганізмів, що знижують залишкову кількість нітриту натрію та надають продукту антимурагенних властивостей.

Ферменти – безпосередні учасники багатьох харчових технологій, їх властивості дозволяють підвищувати швидкість технологічних процесів, відчутно збільшувати вихід готової продукції, покращувати її якість, економити цінну сировину і знижувати кількість відходів. Важливою спрямованістю є застосування ензимних препаратів у громадському харчуванні.

Розвинуті країни та країни, що розвиваються, мають бути прямо зацікавлені у підтримці подальших досліджень, спрямованих на те, щоб біотехнологія могла повністю реалізувати свій потенціал.

***Л.В. Баль-Прилипка, Н.В. Патыка, Б.И. Леонова,  
Э.Р. Старкова, А.И. Брона***

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
ул. Генерала Родимцева, 19, Киев, 03041, Украина*

## **НАПРАВЛЕНИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

### **Резюме**

В статье проведен аналитический скрининг возможностей биотехнологии в пищевой промышленности. Представлены основные направления применения биотехнологических исследований и разработок, охарактеризованы целесообразность

и актуальность использования генной инженерии, специализированных штаммов микроорганизмов и ферментных препаратов при производстве пищевой продукции с функциональной направленностью, высоким уровнем качества и безопасности. Сформулированы важнейшие требования и критерии выбора биотехнологической составляющей для различных областей пищевой отрасли. Обобщены научные достижения биотехнологии и генной инженерии, которые способствуют развитию инноваций в создании продуктов для здорового питания, дают возможность реализации потенциала этого направления.

*К л ю ч е в ы е с л о в а: биотехнология, генная инженерия, метаболизм, функциональное питание, бактериальные препараты, стартовые культуры, лактобактерии, бактериоцины, штаммы, микроорганизмы, ферментированные мясные продукты, ферменты, безопасность.*

***L.V. Bal'-Prilipko, N.V. Patyka, B.I. Leonova, E.R. Starkova, A.I. Brona***

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
19 General Rodimtsev St., Kyiv, 03041, Ukraine*

### **TRENDS, ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF BIOTECHNOLOGY IN THE FOOD INDUSTRY**

#### Summary

The article provides analytical screening of biotechnological facilities in the food industry. Presents the basic areas of application of biotechnology research and development, described the feasibility and relevance of the use of genetic engineering, specialized strains of microorganisms and enzyme preparations in the production of food products with functional directivity highest level of quality and safety. Are formulated the most important requirements and selection criteria for the biotechnological component for the various areas of the food industry. Summarizes the scientific achievements of biotechnology and genetic engineering, which promote the development of innovation in creating products for a healthy diet, make it possible to realize the potential of of this direction.

*К е у w o r d s: biotechnology, genetic engineering, metabolic, functional food, bacterial preparations starter cultures, lactobacilli, bacteriocins, strains, microorganisms, fermented meat products, enzymes, safety.*

1. *Ахмичева О.В.* Использование энзимов при производстве мясных изделий // Мясная индустрия. – 2004. – № 6. – С. 35.
2. *Баль-Прилипко Л.В.* Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2012. – 207 с.
3. *Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І.* М'ясна сировина під дією молочнокислих бактерій // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – № 5. – С. 7–11.
4. *Баль-Прилипко Л.В.* Розробка біотехнології м'ясних продуктів // Вісник НТУ «ХП». – 2014. – № 17. – С. 145–150.
5. *Болдова Т.А.* Разработка технологии варено-копченой колбасы с использованием молочнокислых микроорганизмов: Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 1999. – 197 с.
6. *Виннов А.* Протеолитические ферментативные препараты // Продовольча індустрія АПК. – 2010. – № 5–6. – С. 10–12.

7. Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С. Агробиология ризосферы растений: монография. – К.: Аграрна наука, 2015. – 386 с.
8. Егоров Е.С., Баранова И.Н. Бактериоцины: Образование свойства, применение // Антибиотики и химиотерапия. – 1999. – № 6. – С. 33–40.
9. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР: остання редакція від 30.05.2011р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К.: Парлам. вид-во, 2011. — (Бібліотека офіційних видань).
10. Капрельяну Л.В. Ферменты в пищевых технологиях. – Одесса: Друк, 2009. – 468 с.
11. Крахмальова Т.М., Карпова Г.В., Белобокова Е.Н. Використання концентрованих ферментних препаратів мікробного походження спиртового виробництва в пивоварінні // Оптимізація складних біотехнологічних систем: матеріали Всерос. наук.-практ. конф. / Орен. держ. ун-т. – Оренбург: ОДУ, 2003. – С. 100–104.
12. Лантев И.А., Машенцева Н.Г., Хорольский В.В. Высококачественные мясные изделия без остаточного содержания нитрита натрия // Мясная индустрия. – 2007. – № 12. – С. 25–28.
13. Машенцева Н.Г., Хорольский В.В. Функциональные стартовые культуры в мясной промышленности. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 336 с.
14. Нефедова Н.В., Артамонова М.П., Помиков А.Н. Изучение функциональных свойств колбас со стартовыми культурами // Мясная индустрия. – 2003. – № 11. – С. 48–49.
15. Патица М.В., Патица Т.І., Григорюк І.П., Круглов Ю.В. Молекулярно-генетичний аналіз поліморфізму метабеномних нуклеотидних послідовностей ентомопатогенних бактерій *Bacillus thuringiensis* і прокаріотного комплексу дерново-підзолистого ґрунту // Доповіді Національної академії наук України. – № 1. – 2012. – С. 164–170.
16. Патыка Т.И., Патыка Н.В. Филогенетические взаимосвязи серологических вариантов *Bacillus thuringiensis* // Biopolymers and Cell. – 2009. – Vol. 25, № 3. – С. 240–244.
17. Про затвердження Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.08.2002 р. № 447 // Офіційний вісник України. – 2002. – № 34. – С. 238.
18. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.99 р. № 272 // Офіційний вісник України. – 1999. – № 49. – С. 340.
19. Соловьев А.А., Зинина О.В., Ребезов М.Б. Особенности использования стартовых бактериальных культур в производстве мясопродуктов // Техника и технология пищевых производств: материалы IX Международной научно-технической конференции (Могилев, 25–26 апр. 2013): Тез. докл. — Могилев: МГУП, 2013. — 105 с.
20. Соловьева А.А. Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности // Молодой ученый. – 2013. – № 5. – С. 105–107.
21. Указ Президента України «Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції» № 113/2001 : підписано 23.02. 2001 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К.: Парлам. вид-во, 2001. — (Бібліотека офіційних видань).
22. Хамагаева И.С., Ханхалаева И.С., Заиграева Л.И. Использование пробиотических

- культур для производства колбасных изделий. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 204 с.
23. *Brindle J.T.* Rapid and noninvasive diagnosis of the presence and severity of coronary heart disease using <sup>1</sup>H-NMR-based metabonomics // *Nat. Med.* – 2002. – № 8. – P. 1439–1444.
  24. *German J.B.* Personal metabolomics as a next generation nutritional assessment // *J. Nutr.* – 2003. – № 133. – P. 4260–4266.
  25. *Herzog A.* Pleiotropic molecular effects of the pro-apoptotic dietary constituent flavone in human colon cancer cells identified by protein and mRNA expression profiling // *Proteomics.* – 2004. – № 4. – P. 2455–2464.
  26. *Katan M.B.* Health claims for functional foods // *BMJ.* – 2004. – № 328. – P. 180–181.
  27. *Katan M.B., De Roos M.B.* Promises and problems of functional foods // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2004. – № 44. – P. 369–377.
  28. *Lindon J.C.* Metabonomics technologies and their applications in physiological monitoring, drug safety assessment and disease diagnosis // *Biomarkers.* – 2004. – № 9. – P. 1–31.
  29. *McLoughlin P.* Transcriptional responses to epigallocatechin-3 gallate in HT 29 colon carcinoma spheroids // *Genes Cells.* – 2004. – № 9. – P. 661–669.
  30. *Muller M., Kersten S.* Nutrigenomics: goals and strategies // *Nat. Rev. Genet.* – 2003. – № 4. – P. 315–322.
  31. *Oresic M.* Phenotype characterization using integrated gene transcript, protein and metabolite profiling // *Appl. Bioinformatics.* – 2004. – № 3. – P. 205–217.
  32. *Rist M.J., Wenzel U., Hannelore D.* Nutrition and food science go genomic // *Trends in Biotechnology.* – 2006. – № 4. – P. 172–178.
  33. *Sasson A.* Report Food and Nutrition Biotechnology Achievements, Prospects, and Perceptions. – Pacifico-Yokohama: United Nations University Institute of Advanced Studies, 2005. – 33 p.
  34. *Solanky K.S.* Biofluid <sup>1</sup>H NMR-based metabonomic techniques in nutrition research – metabolic effects of dietary isoflavones in humans // *J. Nutr. Biochem.* – 2005. – № 16. – P. 236–244.
  35. *Van der Greef J.* The role of analytical sciences in medical systems biology // *Curr. Opin. Chem. Biol.* – 2004. – № 8. – P. 559–565.
  36. *Van der Werf M.J.* Nutrigenomics: application of genomics technologies in nutritional sciences and food technology // *J. Food Sci.* – 2001. – № 66. – P. 772–780.
  37. *Wang Y.* A metabonomic strategy for the detection of the metabolic effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.) ingestion // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – № 53. – P. 191–196.

Отримано 23.02.2016