

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ЛЕОНОВА БОГДАНА ІГОРІВНА



УДК 606 : 637.524.033.001.76

**РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНИХ КОВБАС ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ МОЛОЧНОКИСЛИХ ТА ДЕНІТРИФІКУЮЧИХ
МІКРООРГАНІЗМІВ**

03.00.20 – біотехнологія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Кабінету Міністрів України

Науковий керівник доктор технічних наук, професор,
Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України,
декан факультету харчових технологій та
управління якістю продукції АПК

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Пивоваров Павло Петрович,
Харківський держаний університет
харчування та торгівлі,
професор кафедри технології харчування

доктор технічних наук, старший науковий
співробітник

Таширев Олександр Борисович,
Інститут мікробіології і вірусології імені
Д. К. Заболотного НАН України,
завідуючий відділом біології екстремофільних
мікроорганізмів

Захист відбудеться «30» квітня 2015 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.06 при Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родімцева, 19 навчальний корпус № 1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41 а

Автореферат розісланий «__» березня 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

О. А. Марус

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. М'ясні продукти користуються значним попитом серед споживачів і являються основним джерелом повноцінних білків для організму людини. На фоні значного дефіциту м'ясної сировини, в сучасних технологіях м'ясопереробки набули широке застосування харчові добавки хімічної природи (регулятори кислотності, антиоксиданти, консерванти, кольорокорегуючі речовини, підсилювачі смаку та аромату, гідролоїди тощо), що негативно впливає на збереження натуральності та екологічності готових продуктів. У зв'язку з цим, перед фахівцями галузі постає необхідність розробки інноваційних технологічних рішень для виробництва продукції високого рівня якості, екологічності, біологічної та мікробіологічної безпечності, а також збагаченої дефіцитними нутрієнтами. Важливість реалізації зазначених напрямів відповідає Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції, що розроблена з урахування положень Указу Президента України «Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції» та узгоджується із законом України «Про якість та безпечність харчових продуктів» і Наказом Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії». В цьому аспекті перспективним є застосування біотехнологічних прийомів у комплексні із біологічно активними харчовими інгредієнтами. Вагомий внесок у вирішення завдань харчової біотехнології, орієнтованої на створення високоякісних продуктів зробили дослідження вчених: Л. В. Баль-Прилипко, С. Д. Мельничука, Н. Г. Машенцевої, О. П. Чагаровського, В. В. Хорольського, Л. Г. Віннікової, В. П. Назарова, А. А. Борисенко, І. А. Рогова, А. І. Жарінова, А. Б. Лісіцина, В. А. Тутельяна, В. М. Бахіра, *R.Stele, M. Earle, L. Leistner* та інших вчених. Одним з напрямів практичної реалізації біотехнології у м'ясній промисловості є створення нових технологічних рішень, заснованих на ефективному використанні стартових культур. Молочнокислі бактерії можуть виступати поліфункціональними біоконсервантами, денітрифікуючі мікроорганізми дозволяють зменшити залишковий вміст нітриту натрію в готовому виробі. При цьому особливу увагу слід приділяти принципам «бар'єрних» технологій, які орієнтовані на забезпечення якості продукту за рахунок створення комбінації стримуючих факторів для розвитку небажаної мікрофлори. Регулювання фізико-хімічних властивостей водної складової рецептур – важливий параметр для гарантії якості готових м'ясних виробів. Комбінування різних фракцій електроактивованих водних систем при виробництві готової продукції дає змогу вирішити низку технологічних проблем та підвищити рівень безпечності. В той же час, у харчовому статусі населення України спостерігаються порушення, пов'язані з дефіцитом низки есенціальних речовин, зокрема йоду. Нестачу мікроелементу можна компенсувати за рахунок збагачення йодовмісними біологічно активними інгредієнтами продуктів повсякденного вжитку – варених ковбас. Відсутність системної науково-технічної інформації щодо застосування біотехнологічних прийомів у виробництві варених ковбас,

та їх впливу на хід технологічних процесів є стримуючим фактором розвитку біотехнології у вітчизняній м'ясопереробній галузі.

Враховуючи вищезазначене, розробка біотехнології варених ковбас та встановлення закономірностей впливу бактеріальних препаратів і біологічно активних інгредієнтів на показники якості та безпечності продукції, що дасть змогу мінімізувати вміст хімічних добавок у складі готових виробів, безумовно, є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно із програмою науково-дослідних робіт кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою: «Розробка біонанотехнологій для подовження терміну зберігання та безпеки харчових продуктів» (номер державної реєстрації 0110U003491).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка біотехнології варених ковбас із застосуванням молочнокислих та денітрифікуючих мікроорганізмів для підвищення рівня якості і безпечності готової продукції.

У відповідності до поставленої мети визначені основні задачі:

- встановити закономірності впливу бактеріальних препаратів та біологічно активних інгредієнтів на формування якісних властивостей готових м'ясних продуктів;
- дослідити фізико-хімічні властивості електроактивованих водних систем та визначити їх дію на фізіологічні характеристики мікроорганізмів, які входять до складу бактеріальних препаратів;
- визначити раціональні технічні параметри процесу перемішування фаршевої маси під час посолу;
- обґрунтувати зниження дозування нітриту натрію у рецептурах варених ковбас при внесенні оптимізованої кількості денітрифікуючих мікроорганізмів;
- визначити хімічний склад, функціонально-технологічні властивості, якісні характеристики, біодоступність, харчову, біологічну цінності та стійкість під час зберігання готової продукції.

Об'єкт дослідження – біотехнологія варених ковбас із застосуванням молочнокислих та денітрифікуючих мікроорганізмів.

Предмет дослідження – встановлення впливу бактеріальних препаратів та біологічно активних харчових інгредієнтів на комплексні показники якості і безпечності готових м'ясних продуктів.

Методи дослідження – у ході виконання досліджень застосовували загальноприйняті та спеціальні методи визначення фізико-хімічних, функціонально-технологічних, реологічних, мікробіологічних, медико-біологічних, органолептичних показників, а також методи планування експерименту, математичного моделювання, аналітичної обробки дослідних даних із застосуванням сучасного програмного забезпечення.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті аналітичних та експериментальних досліджень *уперше*:

- встановлено закономірності впливу католіту на ріст біомаси та активність бактеріальних препаратів на основі молочнокислих (*Lactobacillus sakei*) і денітрифікуючих (*Staphylococcus carnosus* та *Staphylococcus carnosus ssp.utilis*) мікроорганізмів;

- науково обґрунтовано і експериментально підтверджено застосування вітчизняного біологічно активного препарату «Еламін» у біотехнології варених ковбас, що дозволяє збагатити готовий продукт органічною формою йоду;

- встановлено раціональні технічні параметри перемішування м'ясного фаршу при посолі, за яких досягається необхідний технологічний ефект – високий рівень вологозв'язуючої, що супроводжується мінімальною витратою електроенергії;

- науково обґрунтовано комплексне використання бакпрепарату на основі молочнокислих мікроорганізмів *L. sakei*, католіту та «Еламіну» у якості додаткових «бар'єрів» при посолі м'ясної сировини, що сприяло пригніченню росту небажаної мікрофлори та підвищенню рівня мікробіологічної безпеки;

- дослідним шляхом обґрунтовано можливість зниження дозування нітриту натрію у рецептурі варених ковбас з 7 до 5 г/100 кг, за рахунок додавання оптимізованої кількості нітритредуючого бакпрепарату Vastoferm CS-300, що забезпечує зменшення залишкової кількості нітриту натрію у готовому продукті.

Отримало подальший розвиток:

- застосування основних положень розробленої біотехнології варених ковбас для виробництва продукції із виключенням з рецептури або зниженням дозування хімічних добавок (фосфатів, ізоаскорбінату натрію, нітриту натрію).

Новизна одержаних результатів підтверджена патентами на корисні моделі: 89633 «Спосіб виробництва м'ясних продуктів», 85453 «Спосіб виробництва вареної ковбаси, збагаченої йодом», 75919 «Спосіб виробництва вареної ковбаси пролонгованого терміну зберігання», 73605 «Композиція білково-жирової наноструктурованої емульсії для м'ясних продуктів», 68510 «Засіб пролонгуючої дії для варених ковбасних виробів «ОБОЛАР-ПРО».

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених аналітичних та експериментальних досліджень розроблені та затверджені зміни № 4 до ТУУ15.1-30486765-002:2005 і ТІ «Вироби ковбасні варені, саямі варені, сосиски, сардельки». Біотехнологія варених ковбас впроваджена на вітчизняних м'ясопереробних підприємствах: ТОВ «ТД» Українські харчові технології» (м. Малин Малинського району Житомирської області) (акт впровадження від 5 травня 2014 р.), ТЗОВ «СТЕМП» (м. Рівне) (акт впровадження від 5 травня 2014р.), ТОВ «Ольхівський м'ясокомбінат» (с. Вільхівка Харківського району, Харківської області) (акт впровадження

від 1 вересня 2014 р.). Матеріали дисертаційної роботи використовуються у науковій роботі і навчальному процесі кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України (акт впровадження від 20 січня 2015 р.).

Особистий внесок здобувача. Автором обґрунтована тема, сформульована основна ідея роботи. Особисто підібрані методики, освоєні методи, на основі чого проведений комплекс аналітичних та експериментальних досліджень в лабораторних і виробничих умовах. Здобувачем проаналізовані та систематизовані матеріали досліджень, проведений критичний аналіз, статистична обробка даних, підготовлені та оформлені матеріали для публікації і патентування, розроблені нормативні документи. Планування експериментальних робіт, формулювання основних висновків проведено разом із науковим керівником, д. т. н., професором Л. В. Баль-Прилипко. Особистий внесок автора підтверджується науковими публікаціями, патентами, нормативною документацією.

Апробація результатів дисертації. Основні ідеї та результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на міжнародних, всеукраїнських, міжвузівських конференціях, форумах, семінарах: Міжнародній науково-технічній конференції «Технічні науки: стан, досягнення та перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей» (Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові дослідження та їх практичне застосування. Сучасний стан та шляхи розвитку, 2012» (Одеса, 2012 р.); IV та V Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості» (Одеса, 2013 р., 2014 р.); III та IV Міжнародних науково-практичних конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (Київ, 2013 р., 2014 р.); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів», (Львів, 2014 р.); Всеросійському форумі молодих вчених та студентів «Для студентської науки», (Москва, 2014 р.); Другому Євразійському форумі лідерів хлібопечення «Modern Bakery Moscow» (Москва, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Мікроелементи в харчуванні населення в умовах надзвичайних ситуацій: актуальні питання, проблеми, практичні рішення» (Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Технології бізнесу та сервісу: теорія і практика» (Белгород, 2014 р.).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 18 наукових праць, в т. ч.: 10 статей (8 – у фахових виданнях України, 2 – у спеціалізованих журналах), 5 патентів України на корисну модель та тези 3 доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури, який налічує 333 найменування, у тому числі 45 іноземних та 5 додатків. Роботу викладено на 127 сторінках друкованого тексту, вона містить 38 рисунків, 15 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, подано відомості про особистий внесок здобувача, апробацію розробленої біотехнології, публікації за матеріалами роботи, охарактеризовано структуру і обсяг дисертації.

У першому розділі «Сучасний стан та перспективи розробки біотехнології м'ясних продуктів» розглянуті актуальні тенденції та напрями сучасної м'ясопереробної індустрії, наведено здобутки прогресивних технологічних рішень з акцентом на розробку високоякісної, безпечної, екологічно чистої продукції. На основі аналітичного огляду літератури, визначено перспективність застосування біотехнологічних прийомів при виробництві м'ясних продуктів, збагачених дефіцитними нутрієнтами із врахуванням принципів «бар'єрних» технологій. Узагальнення теоретичних даних дало змогу сформулювати основні завдання експериментальних досліджень, спрямовані на досягнення поставленої мети дисертаційної роботи.

У другому розділі «Організація експериментальних досліджень» представлено методологічні аспекти наукової роботи, розроблено програму організації досліджень (рис.1), яка відображає основні напрями та логічний взаємозв'язок етапів комплексних експериментальних робіт, визначено об'єкт і предмети дослідження, охарактеризовано сировину та матеріали, що застосовуються у ході роботи, наведено стисло характеристику стандартних, загальноприйнятих та спеціальних методів досліджень і статистичної обробки експериментальних даних.

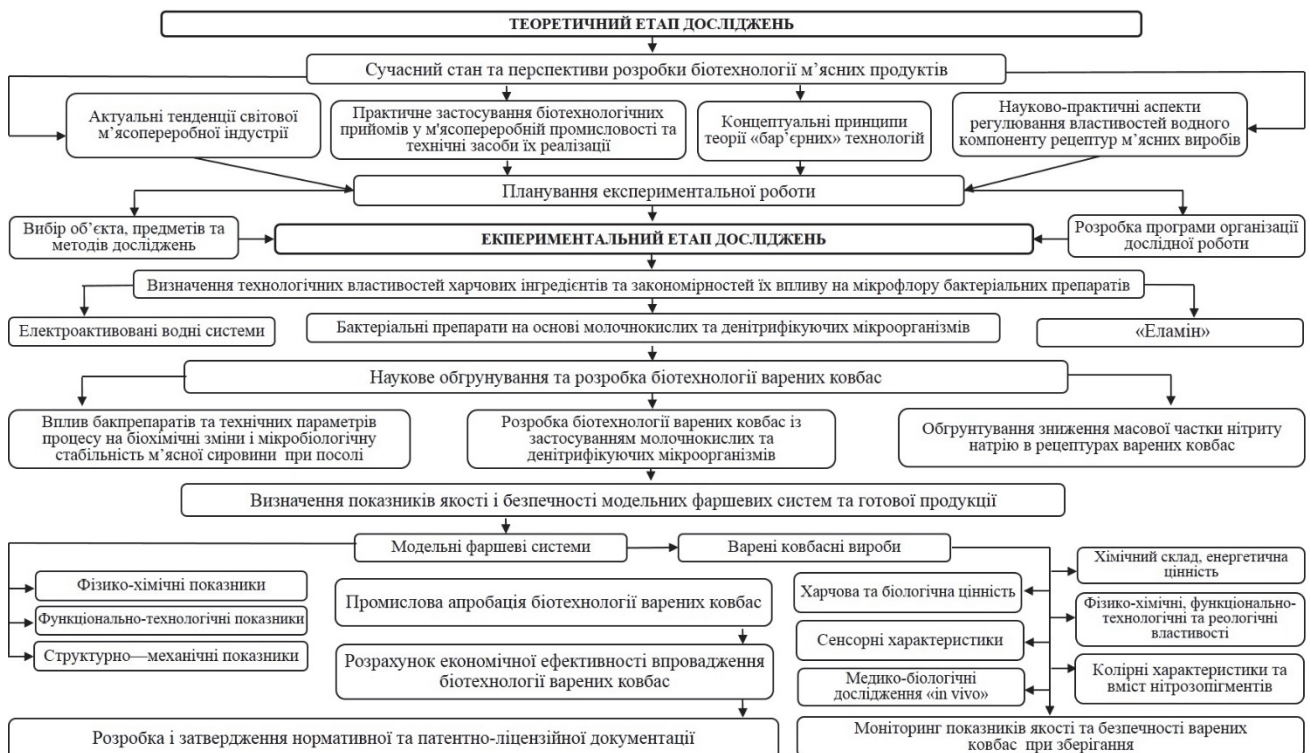


Рис. 1. Програма досліджень

У третьому розділі «Визначення технологічних властивостей харчових інгредієнтів та закономірностей їх впливу на мікрофлору бактеріальних препаратів» наведено порівняльний аналіз фізико-хімічних та органолептичних властивостей водопровідної та електроактивованої води. Визначені раціональні технічні параметри процесу електроактивації у мембранному електролізері, зокрема: сила струму 0,2 А, тривалість 10 хв, за яких досягається необхідний технологічний ефект, при найменших витратах енергії. На основі експериментальних даних обґрунтовано застосування електрохімічної активації як універсального способу регулювання фізико-хімічних властивостей води, яку використовують у технології м'ясних продуктів. За результатами проведених досліджень обґрунтовано застосовування католіту у рецептурі варених ковбас замість водопровідної води, що дозволить вилучити фосфати та аскорбінат натрію. Аноліт, як сильний природний антисептик, рекомендовано використовувати на стадії замочування ковбасних оболонок, для охолодження готових батонів, миття технологічного обладнання та приміщень. Для визначення характеру впливу католіту на мікрофлору бак препаратів були підготовлені окремі поживні середовища для молочнокислих бактерій (МКБ) – MRS (de Man, Rogosa and Sharpe), для стафілококів – м'ясо-пептонний бульйон. Контролем слугувало середовище на водопровідній воді (рН = 6,96, Eh = + 322 мВ), дослідні середовища готували на католіті (рН = 8,48, Eh = - 428 мВ). Здатність мікроорганізмів до росту оцінювали за накопиченням життєздатних клітин (рис. 2), зміною рН, Eh (рис. 3.) поживних середовищ. На основі отриманих даних зроблено висновок про

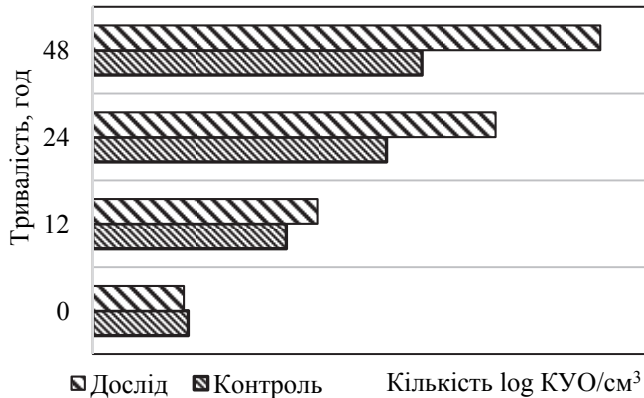


Рис. 2. Динаміка чисельності *L. sakei* на контрольних та дослідних поживних середовищах

інтенсифікацію росту *L. sakei*, при культивуванні на дослідних середовищах. Відповідно до результатів моніторингу (рис. 3 а), рН дослідних зразків зменшувався інтенсивніше за контроль і на 48 год. становив 3,95, і 4,32 відповідно. Це свідчить про підвищення кислотоутворюючої здатності МКБ.З даних (рис. 3 б), бачимо, що у випадку, коли поживне середовище (за рахунок католіту) на початок експерименту характеризується зниженим Eh (134 мВ), мікроорганізми *L. sakei*, не витрачають енергію на зміну фізико-хімічних властивостей середовища до оптимальних значень для їх розмноження, і розвиваються більш активно. При цьому на 48 год. Eh контролю становить 187 мВ, а досліді – 11 мВ. Цей ефект, пояснюється тим, що католіт з подрібненими кластерами і від'ємним значенням Eh краще проникає через біологічні мембрани та ефективно використовується в біохімічних реакціях. Це забезпечує сприятливі умови для розвитку молочнокислих бактерій. Виходячи з одержаних даних, висунута гіпотеза про можливість активізації росту молочнокислих бактерій *L. sakei* при використанні католіту.

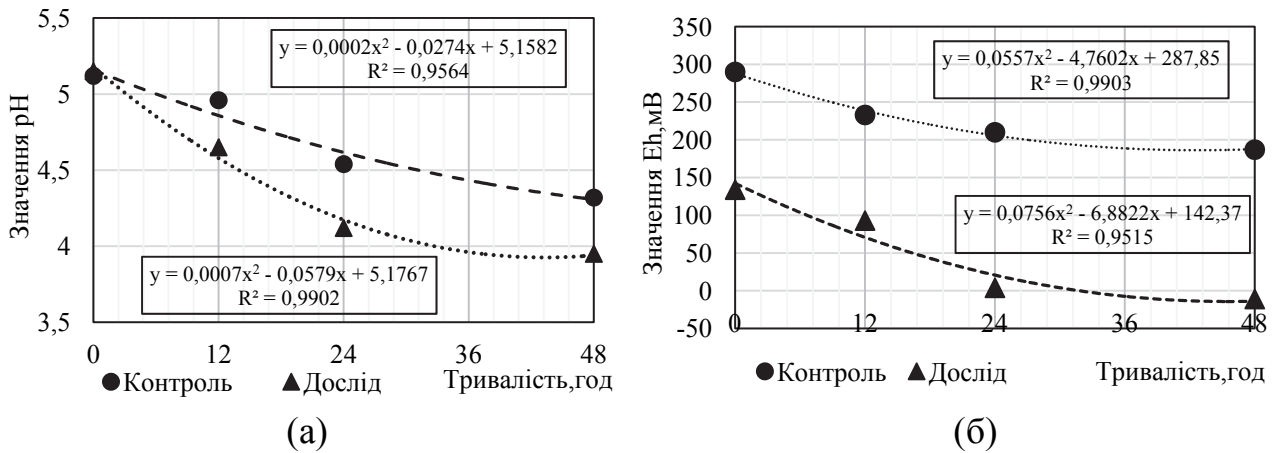


Рис. 3. Динаміка рН (а) і Eh (б) контрольних та дослідних середовищ під час росту *L. sakei*

Цю властивість перспективно застосовувати у технологічному процесі посолу м'ясної сировини, що і стало основою подальшої експериментальної роботи. Встановлено, що сухий концентрат морської капусти «Еламін» є перспективним біологічно активним інгредієнтом для використання у біотехнології варених ковбас, оскільки містить у своєму складі природній комплекс мікро- та макроелементів, зокрема значну кількість (111 мг/100 г) органічного йоду, а також біологічно активні вуглеводи. На основі досліджень визначено раціональне дозування сухого порошку «Еламін» у кількості 1г/1кг готового м'ясного продукту.

У четвертому розділі «Наукове обґрунтування та розробка біотехнології варених ковбас» представлені експериментальні дані обґрунтування раціональних технічних параметрів перемішування фаршевої маси під час посолу. У якості біотехнологічної основи формування необхідних властивостей готового продукту та потужного «бар'єрного» фактору для небажаної мікрофлори при посолі був обраний бакпрепарат В-2 SafePro, до складу якого залучено штами *L. sakei*. Досліджені біохімічні зміни та мікробіологічна стабільність м'ясної сировини при посолі під дією молочнокислих мікроорганізмів, католіту та «Еламіну». Посол проводили з дотриманням традиційної технології - протягом 48 годин, за $t = 4-6^{\circ} \text{C}$, в аеробних умовах. Про активність внесених МКБ судили за зміною рН, Eh та чисельності мікроорганізмів. Розподіл посолочних інгредієнтів у м'ясній системі кількісно характеризує величина вологозв'язуючої здатності (ВЗЗ), так як кількість зв'язаної вологи в м'ясі збільшується пропорційно до прискорення контакту посолочних речовин з білками. Встановлена залежність зміни ВЗЗ м'ясної сировини (рис. 4 а) та витрат електроенергії (рис. 4. б) від тривалості і частоти перемішування. За результатами досліджень встановлені раціональні технічні параметри процесу перемішування фаршу: частоту обертання 50 об/хв, тривалість - 6 хвилин. За даних параметрів досягається найвища ефективність перемішування, що підтверджується мінімальною затратою електроенергії для досягнення необхідного технологічного ефекту – високого рівня (64,45 %) вологозв'язуючої здатності м'ясної сировини.

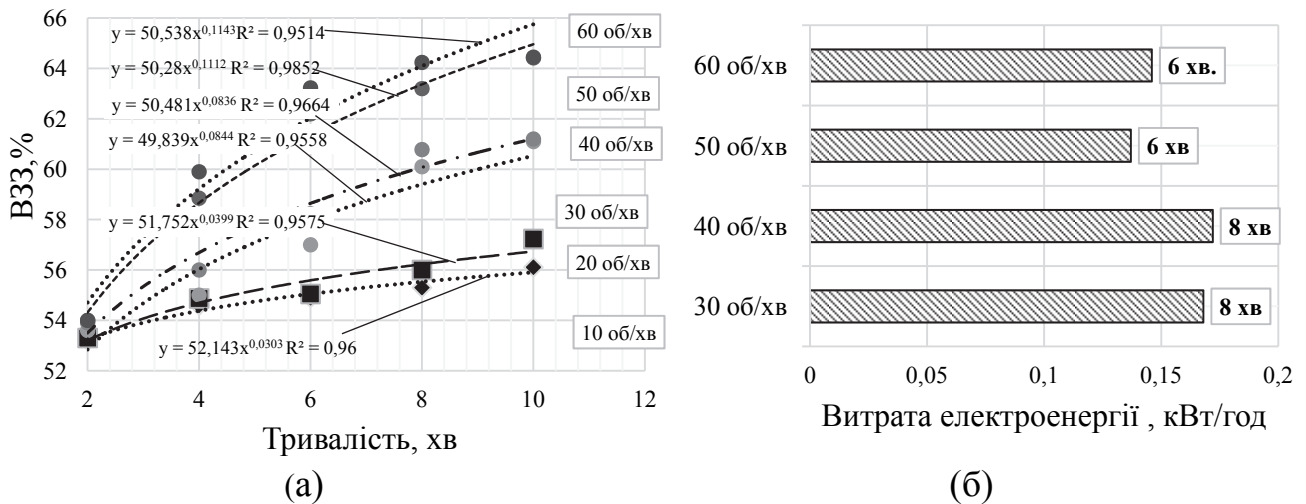


Рис. 4. Залежність зміни V33 (а) та витрат електроенергії (б) від тривалості та частоти перемішування фаршу

Встановлено, що під час посолу склад мікрофлори у всіх зразках змінювався як якісно, так і кількісно. Санітарно-показова мікрофлора була представлена лише коліформами (БГКП), коагулазопозитивний *Staphylococcus ssp.* та сальмонели не були виявлені. Згідно з одержаними даними значення рН у контролі має тенденцію до зниження, однак менш інтенсивну ніж у досліді. Так, у дослідних зразках рН змінюється з 6,03 до 5,58 (на 24 год.) і на кінець експерименту становить 5,51, в той же час активна кислотність контрольного зразка на 48 год. дослідження складає 5,70. Такий перебіг фізико-хімічних змін сировини пояснюється активністю молочнокислої мікрофлори, яка у процесі життєдіяльності ферментує цукор (додатково внесений у розсіл) та вуглеводи м'яса з утворенням карбонових кислот (в т.ч. молочної), що призводить до зниження рН середовища. Зазначимо, що діапазон рН м'ясної сировини 5,5-5,8 є найбільш бажаним, оскільки відбувається часткова денатурація білків, тендеризація м'язової тканини та утворення речовин, які обумовлюють смак і аромат «зрілого» м'яса. Значення Eh контрольних зразків зростає з 168 до 312 мВ через 48 год. витримки у посолі, що у певній мірі обумовлюється розвитком санітарно-показової мікрофлори та проходженням окисних процесів. Зниження Eh дослідної м'ясної системи на перших годинах росту пояснюється антиоксидантними властивостями католіту, що сприятливо впливає на розвиток МКБ. Подальше зниження Eh відбувається за рахунок комплексної взаємодії католіту та молочнокислих мікроорганізмів, які у процесі життєдіяльності зменшують Eh, продукуючи антиоксиданти. Одержані результати (рис. 5 а) свідчать про швидкий ріст МКБ у дослідних зразках. Так, кількість заквашувальної мікрофлори збільшується протягом 48 год. майже на два порядки з 6,33 до 8,21 log КУО/г, на відміну від контрольних.

Динаміка зміни чисельності МАФAM під час посолу (рис. 5 б), як показового маркера мікробіологічної безпечності, видно, що у контрольному зразку вже на 6 год. посолу чисельність перевищує аналогічний показник дослідних зразків майже в 2,5 рази. Водночас, у дослідних зразках спостерігається пригнічення небажаної мікрофлори.

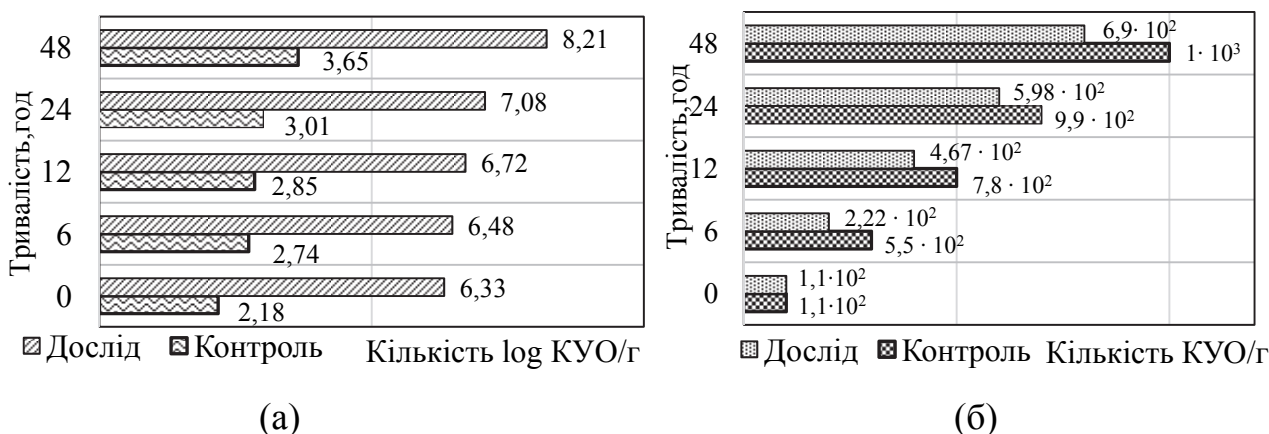


Рис. 5. Динаміка чисельності МКБ (а) і МАФAM (б) контрольних та дослідних зразків м'ясної сировини при посолі

Так після 12 год. посолу розвиток МАФAM сповільнюється і змінюється з $5,98 \times 10^2$ лише до $6,9 \times 10^2$ КУО/г на кінець посолу, тоді як у контрольних зразках відзначається інтенсивний ріст МАФAM протягом усього періоду експерименту (від $1,1 \times 10^2$ до 1×10^3 КУО/г).

Аналізуючи отримані дані встановлено, що при застосуванні біотехнологічних прийомів та біологічно активних харчових інгредієнтів у м'ясній системі створено низку додаткових дієвих «бар'єрів», порівняно з традиційним посолом, при якому головними консервуючими складовими виступають кухонна сіль та температура.

На основі теорії «бар'єрних» технологій вченого Л. Ляйтнера розроблено схему «бар'єрних» факторів при посолі м'ясної сировини (рис.6).

МКБ проявляють високу антагоністичну дію по відношенню до санітарно-показової мікрофлори внаслідок створення сприятливих умов для їх розвитку (зокрема Eh, pH).

Саме розвиток МКБ зумовлює певну біологічну рівновагу в біоценозі м'ясної системи, що і виступає одним з вирішальних факторів для стабілізації рівня мікробіологічної безпечності. Мікробний антагонізм поряд з дією кухонної солі, зниженими температурою, pH і Eh чинить не

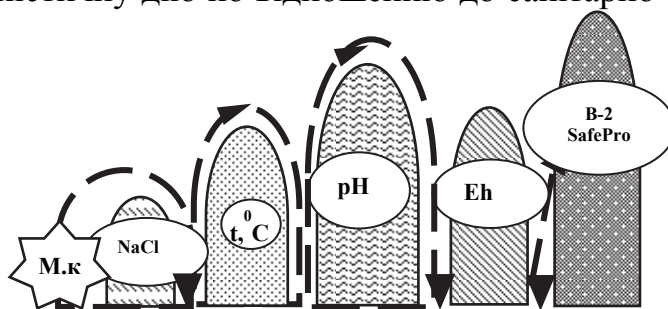


Рис. 6. Схематичне зображення створених «бар'єрних» факторів при посолі м'ясної сировини (м.к.- мікробна клітина)

селективну, а комплексну дію «бар'єрних» факторів на небажану мікрофлору. Також важливим припущенням, є синергізм між католітом і МКБ. Так як, електроактивована вода є багатофункціональним антиоксидантом і здатна багатократно підсилювати дію ферментних та неферментних антиоксидантів, які є продуктами метаболізму молочнокислих бактерій. Визначено, що у дослідних зразках м'ясної сировини покращуються функціонально-технологічні властивості: підвищується ВЗЗ (рис. 7 а) та пластичність. Це пояснюється протеолітичною активністю МКБ та накопиченням продуктів їх метаболізму.

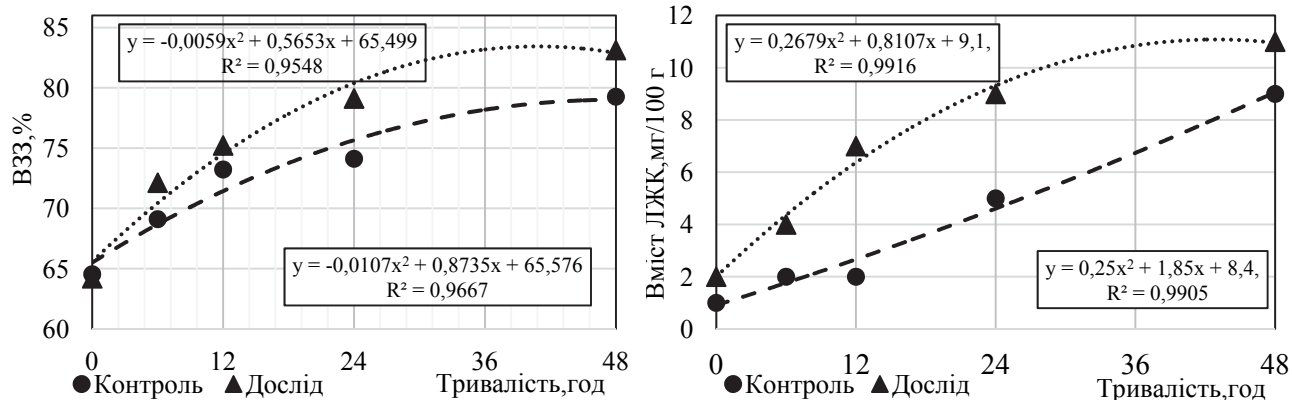


Рис. 7. Динаміка ВЗЗ (а) і накопичення летких жирних кислот (б) у контрольних та дослідних зразках м'ясої сировини при посолі

Проведені експериментальні дослідження динаміки накопичення вільних амінокислот і летких жирних кислот (ЛЖК) у м'ясній сировині при посолі засвідчили їх інтенсивніше утворення у дослідних зразках. Аналіз динаміки накопичення вільних амінокислот дає підставу стверджувати, що основна роль в їх утворенні належить протеолітичним ферментам, як м'ясної сировини, так і тими, що продукують *L. sakei*. Також варто зауважити, що посилення протеолітичної активності ферментів залежить від кислотності середовища, яка має знаходитися в межах 5,4 - 5,6.

Активна кислотність середовища у дослідних зразках досягає оптимальних значень на 12 год. посолу, що узгоджується з максимальним накопиченням смако-ароматичних сполук. Аналізуючи результати (рис.7 б), встановлено, що у дослідних зразках спостерігається інтенсивніше накопичення ЛЖК порівняно з контрольними. Так, на 48 год. посолу різниця у вмісті ЛЖК між контролем та дослідом становила 22 %. У зв'язку з тим, що процес утворення ЛЖК має ферментативний характер, дана тенденція пояснюється тим, що, гідроліз ліпідів відбувається під дією не лише тканинних ферментів (як і контролю), але і ліпаз, утворених внаслідок життєдіяльності *L. sakei*.

Одним із завдань дисертаційної роботи було зниження дозування нітриту натрію у рецептурі вареної ковбаси за рахунок внесення денітрифікуючих мікроорганізмів у складі Vactoferm CS-300. Оптимізацію кількості бактеріального препарату здійснювали методом математичного моделювання на основі повного факторного експерименту (ПФЕ) типу 2^2 . Попередньо проведені дослідження та аналітичний пошук дозволили визначити діапазон варіювання вхідних параметрів: кількість внесеного нітриту натрію (x_1) змінювали у діапазоні від 2,5 до 7,5 г/100 кг, дозування бактеріального препарату Vactoferm CS-300 (x_2) - у межах від 10 г/100 кг до 30 г/100 кг.

Основними критеріями оптимізації (функціями відгуку), що характеризують ефективність використання NaNO_2 в реакції кольороутворення м'ясних продуктів, обрано: кількість нітрозопігментів (y_1), залишковий вміст нітриту натрію у продукті (y_2), стійкість кольору (y_3). Поверхні відгуку взаємодії варійованих факторів представлені на рисунках 8,9.

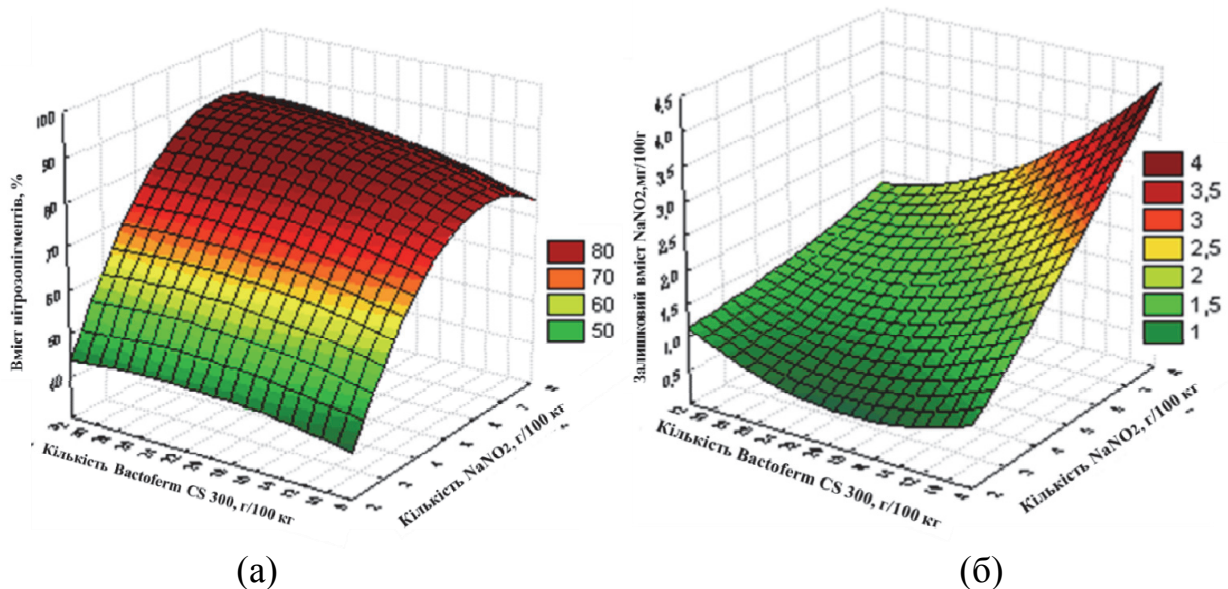


Рис. 8. Поверхні відгуку залежності вмісту нітрозопігментів (а) і залишкового NaNO_2 (б) у варених ковбасах від дозування нітриту натрію та бакпрепарату Vactoferm CS-300

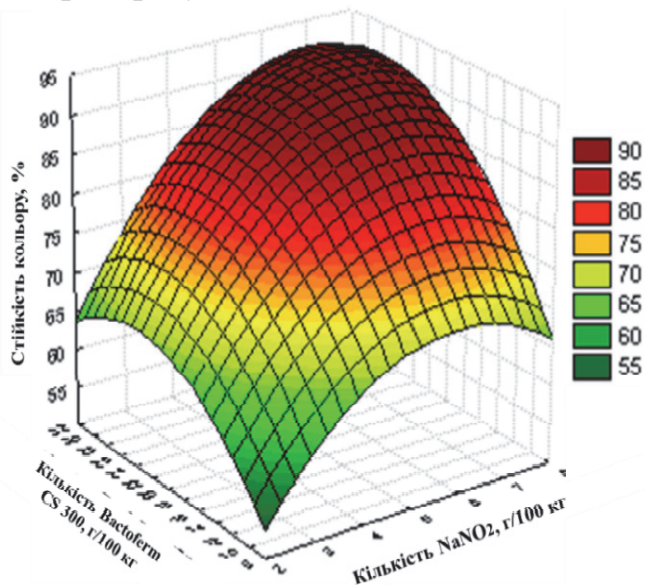


Рис. 9. Поверхня відгуку залежності стійкості кольору варених ковбас від дозування NaNO_2 та бакпрепарату Vactoferm CS-300

Аналіз поверхонь відгуку рис. 8, 9 щодо взаємодії факторів показує, що нижній рівень x_1 , що дорівнює 33,3 % від традиційної дози NaNO_2 (2,5 г/100 кг) при будь-якому значенні x_2 , є недостатнім для стабільного кольору продукту (y_3). Оскільки нітрозопігментів (y_1) накопичується не більше 53,1 % від загального вмісту пігментів. На основі математичних моделей оптимізовано дозування NaNO_2 та бакпрепарату Vactoferm CS-300 в залежності від найбільш значимого, з точки зору технології варених ковбас фактору – стійкості кольору (y_3), а також знайдено значення функцій відгуку для y_1 , y_2 при оптимальних x_1 , x_2 . Оптимальні значення умов даного експерименту, отримані методом Бокса-Вілсона, мають такі фізичні величини: кількість NaNO_2 – 5 г/100 кг, кількість Vactoferm CS-300- 25 г/100 кг. Одержані дані були застосовані при розробці змін до нормативної документації з виробництва варених ковбас.

На основі проведених комплексних досліджень удосконалено технологічну та апаратурно - технологічну (рис. 10) схеми виробництва варених ковбас з реалізацією біотехнології.

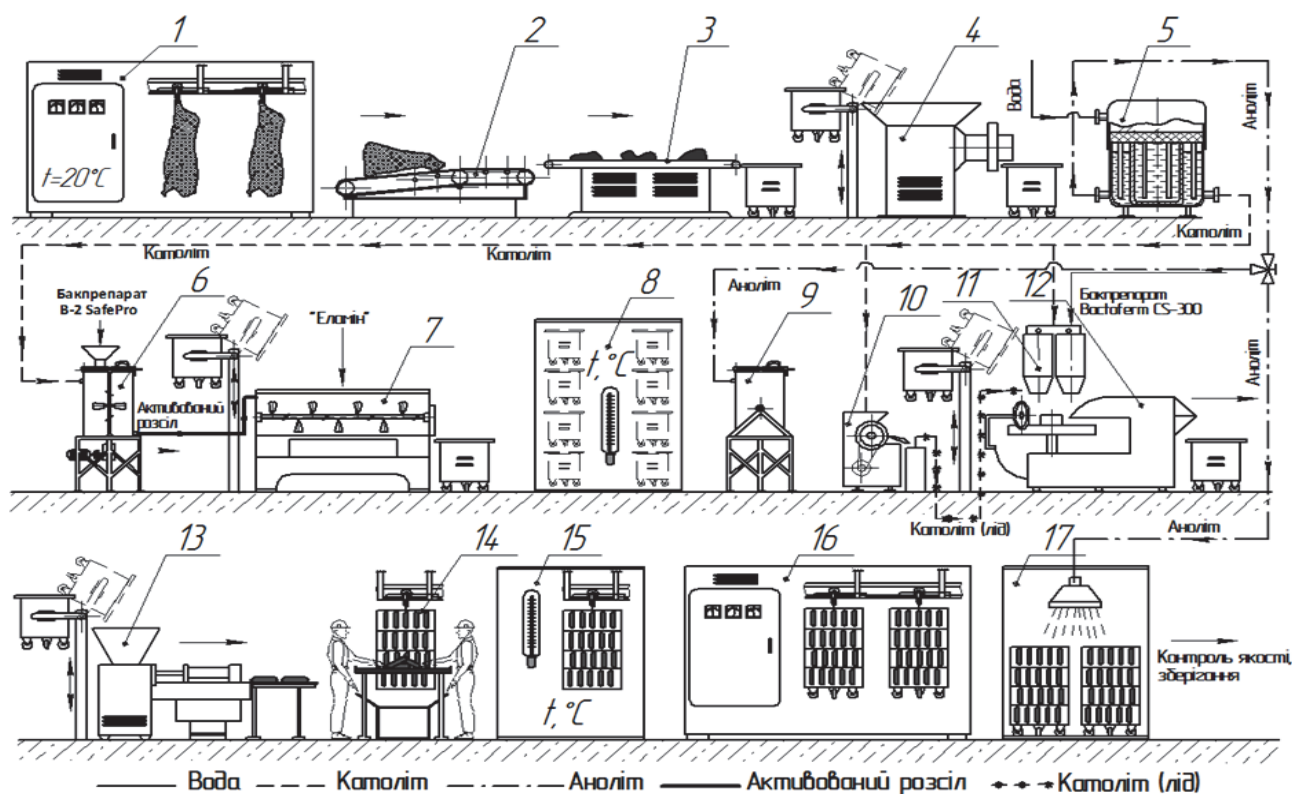


Рис. 10. Апаратурно-технологічна схема виробництва варених ковбас з реалізацією розробленої біотехнології: 1 – камера розморожування; 2 – транспортер півтуш; 3 – стіл для обвалювання і жилування; 4 – вовчок для первинного подрібнення; 5 – електроактиватор води; 6 – ємність для приготування розсолу; 7 – фаршмішалка; 8 – камера дозрівання; 9 – ємність для підготовки оболонки; 10 – льодогенератор; 11 – дозатори для сухих інгредієнтів; 12 – кутер; 13 – шприц; 14 – стіл в'язки батонів; 15 – камера осадки; 16 – термокамера; 17 – камера для охолодження батонів.

В п'ятому розділі «Визначення показників якості і безпеки модельних фаршевих систем та готової продукції» представлено результати експериментальних досліджень комплексних властивостей фаршів і готових варених ковбас. Виявлено покращення фізико-хімічних, функціонально-технологічних та структурно-механічних властивостей дослідних фаршевих систем порівняно з контрольними.

Так, у дослідних зразках підвищується ВЗЗ на 6,6 %, емульгуюча здатність на 5 %, стабільність емульсії на 7,1 %, гранична напруга зсуву на 30,74 % та пластичність на 15,6 %. Це можна пояснити внесенням до їх складу води у електроактивованому стані. Внаслідок чого формування м'ясної системи, вірогідно, відбувається на більш високому енергетичному рівні за рахунок наявності додаткової енергії зв'язку, що сприяє створенню «ущільненої» матриці. Важливим аспектом є те, що заміна фосфатів католітом та виключення аскорбіату натрію не позначається негативно, а навпаки чинить позитивну дію на фізико-хімічні та реологічні властивості фаршу дослідних зразків.

Дослідна система характеризувалася вираженими антиоксидантними властивостями – Eh становив - 34 мВ. Одержані дані, щодо загального

хімічного складу варених ковбас дають підстави характеризувати зразки як високоякісні. Вміст вологи у дослідних зразках перевищував аналогічний показник контролю на 6 %, що корелює із результатами визначення функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем, зумовлює соковитість продукту, і пояснюється тим, що активована водна складова більш міцно зв'язана з білками м'яса. Порівняльний аналіз даних з визначення масової частки залишкового нітриту натрію показав, що в дослідних зразках його рівень нижче на 36 % ніж у контролі, це зумовлено застосуванням оптимізованої кількості Vactoferm CS-300.

Відповідно до результатів визначення вмісту макро- та мікроелементів, дослідні зразки варених ковбас на 61,33 % задовольняють середню добову потребу організму людини у йоді. За результатами вивчення структурно-механічних властивостей варених ковбас, дослідні зразки мали більш щільну, пружну консистенцію порівняно з контрольними, що підтверджується зменшенням ступеня penetрації на 25 % та підвищенням граничної напруги зсуву на 58 %. Зображення мікроструктури варених ковбас, отримані растровою електронною мікроскопією представлені на рис 11. Їх порівняльний аналіз, показав, що усі зразки ковбас мали щільну білкову матрицю. Однак, будова мікроструктури дослідних зразків мала інший характер ніж контроль. Так, їх білкова матриця була добре структурована по всьому полю зору з щільною, гладкою, однорідною поверхнею, що корелює з даними відносно визначення стабільності емульсії, ВЗЗ, виходу. Оскільки візуальна оцінка кольору продукції є суб'єктивною, практичний інтерес представляють інструментальні дослідження колірних характеристик зразків варених ковбас. Результати оцінки колірних характеристик готової продукції представлено в таблиці 1.

Виходячи з результатів досліджень (табл. 1), встановлено, що застосування бакпрепаратів та католіту у біотехнології варених ковбас позитивно впливає на формування комплексу колірних характеристик готового продукту, інтенсифікує процеси розпаду нітриту натрію та утворення нітрозопігментів, підвищує стабільність кольору при зберіганні та зменшує ризик потрапляння залишкового нітриту натрію в організм людини. Так, у дослідних зразках варених ковбас спостерігалось більш інтенсивне (L), насичене (C), червоне (a) забарвлення. Індекс червоності (H), який кількісно характеризує стан м'язового пігменту міоглобіну, перевищує аналогічний показник контрольного на 61 %. Розрахунково-експериментальні значення колірних характеристик зразків варених ковбас узгоджуються з даними подальших досліджень щодо вмісту нітрозопігментів та стійкості забарвлення (рис. 12).

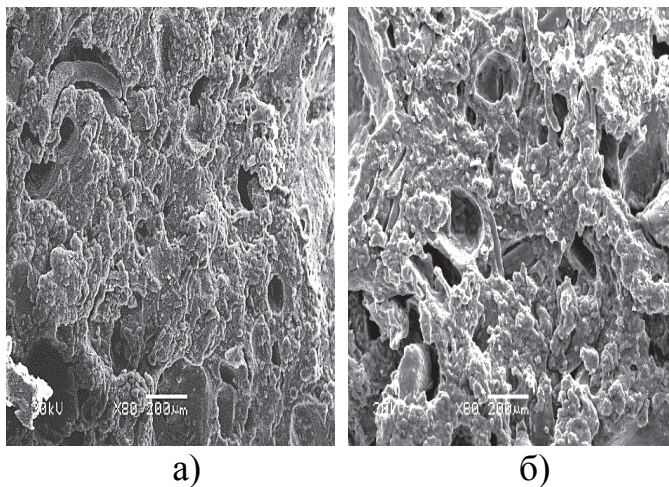


Рис. 11. Мікроструктура дослідних (а) та контрольних (б) зразків варених ковбас (збільшення у 80 разів)

Колірні характеристики контрольних та дослідних зразків варених ковбас ($n=3, p \geq 0,95$)

Назва показника	Зразки	
	Контрольний	Дослідний
Інтенсивність кольору (L)	107,58	108,14
Червоність (a)	4,4	6,2
Rednex index або індекс червоності (H)	0,458	0,738
Насиченість кольору (C)	111	109

Дана тенденція пов'язана з високою відновною активністю м'ясної системи (від'ємним Eh), що виступає у якості протектора окисних змін кольору.

Органолептична оцінка готових продуктів показала, що досліджувані зразки варених ковбас були високої якості та відповідали вимогам чинної нормативної документації. Однак, дослідні зразки відрізнялись від контролю більш щільною, пружною консистенцією, характеризувались приємним «глибоким» смаком, благородним ароматом, властивим кольором. Дослідження варених ковбас при зберіганні проводили за такими показниками: рН, Eh, активність води a_w , кислотне, перекисне та тіобарбітурове числа, санітарно-показова мікрофлора. В результаті дослідження виявлено, що використання біотехнологічних прийомів сприяє сповільненню окисних змін ліпідів, пригніченню розвитку небажаної мікрофлори та стабілізації фізико-хімічних показників готової продукції при зберіганні.

Підвищення рівня мікробіологічної безпеки відбувається за рахунок оптимально підбраної комбінації «бар'єрів», які застосовували протягом усього технологічного процесу (в т. ч. для охолодження ковбасних батонів). Біологічну цінність та безпечність варених ковбас, виготовлених за розробленою біотехнологією, визначали у досліді «*in vivo*» на лабораторних тваринах. Результати досліджень засвідчили відсутність негативного впливу від вживання дослідних зразків на організм лабораторних тварин.

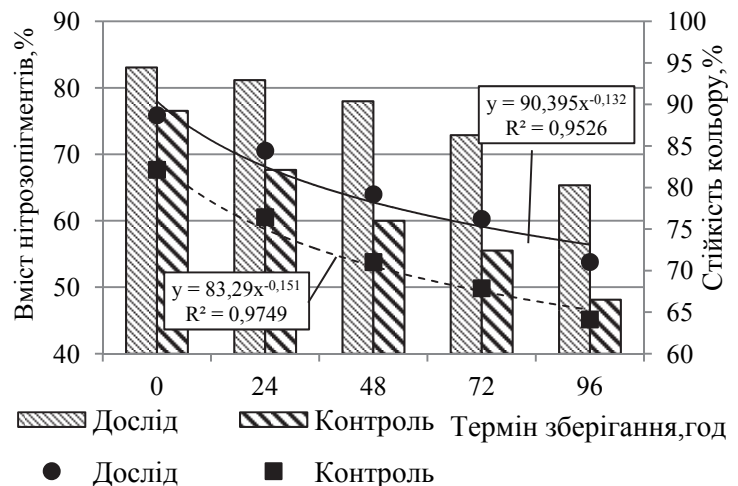


Рис. 12. Динаміка кількості нітрозопігментів і стійкості кольору контрольних та дослідних зразків варених ковбас при зберіганні

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналітичних досліджень встановлено, що у науково-технічній літературі відсутні системні дані щодо використання біотехнологічних прийомів у технології варених ковбас. Сформульовано і експериментально підтверджено робочу гіпотезу згідно з якою, розробка біотехнології варених ковбас із застосуванням бактеріальних препаратів та біоактивних інгредієнтів дозволить покращити показники якості, безпечності готової продукції та мінімізувати вміст хімічних добавок (фосфатів, ізоаскорбінату натрію, нітриту натрію) у складі готових виробів.

2. Експериментально встановлено, що електрохімічно активовані водні системи, отримані за встановлених раціональних параметрів електролізу: сили струму 0,2 А і тривалості 10 хв, дозволяють покращити фізико-хімічні властивості води, зокрема знизити загальну жорсткість, вміст хлоридів, нітратів, мікробне число. При цьому католіт набуває виражених відновних властивостей ($E_h = -430$ мВ) та досягає заданого значення рН - 8,5. Це дає змогу виключити фосфати з рецептури варених ковбас без погіршення функціонально-технологічних характеристик фаршевих систем та готової продукції.

3. Визначено можливість активізації розвитку біомаси *L. sakei* у складі бакпрепарату В-2 SafePro, при застосуванні католіту із рН = 8,5, $E_h = -430$ мВ. Про що свідчить інтенсивніший ріст ($9,28 \log$ КУО/см³ проти $8,48 \log$ КУО/см³ на 48 год. експерименту) та підвищення кислотоутворюючої здатності МКБ (рН 3,95 проти 4,32 на 48 год. експерименту) при культивуванні на дослідних середовищах у порівнянні з контролем.

4. Експериментально обґрунтовані раціональні технічні параметри перемішування м'ясного фаршу при посолі: частота обертання 50 об/хв, тривалість - 6 хвилин. При яких досягається необхідний технологічний ефект – високий рівень вологозв'язуючої здатності 64,45 %, що супроводжується мінімальною витратою електроенергії - 1,3 Вт·кг/год.

5. У результаті проведених досліджень встановлено закономірності впливу комплексу створених «бар'єрних» факторів (мікробний антагонізм, кухонна сіль, знижені температура, рН, E_h) на небажану мікрофлору під час посолу м'ясної сировини при використанні бакпрепарату В-2 SafePro, католіту та «Еламіну». Зокрема, відмічено пригнічення росту МАФМ (на кінець експерименту чисельність становила $6,9 \times 10^2$ КУО/г – у досліді, проти 1×10^3 КУО/г – у контролі); покращення функціонально-технологічних (пластичність, ВЗЗ) і смако-ароматичних (накопичення ЛЖК, вільних амінокислот) властивостей сировини та готового продукту.

6. Дослідним шляхом обґрунтовано зниження дозування нітриту натрію у рецептурі варених ковбас з 7 до 5 г/100 кг, за рахунок додавання оптимізованої кількості (25 г /100 кг) нітритредукуючого бакпрепарату Vastoferm CS-300, що мінімізує канцерогенний і мутагенний вплив сполуки на організм людини.

7. На основі результатів комплексних досліджень встановлено, що реалізація розробленої біотехнології дає можливість покращити показники якості та безпечності готової продукції. Зокрема, дозволяє: підвищити екологічність продукту за рахунок виключення з рецептури фосфатів, аскорбінату натрію та зниження залишкової кількості нітриту натрію при збереженні необхідних колірних характеристик; забезпечити стабільність фізико-хімічних і мікробіологічних показників при зберіганні; збагатити продукт органічною формою йоду. Високий ступінь перетравності (27,33 мг тирозину/г білку) та відсутність токсичного впливу на живі організми доведено експериментами «in vitro» та «in vivo».

8. Експериментальні дані підтверджено промисловою апробацією біотехнології. Розроблені та затверджені у встановленому порядку зміни до технологічної документації, проведено патентно-ліцензійні роботи, розрахована економічна ефективність: чистий прибуток збільшується на 7807,1 грн/т, рентабельність підвищується на 13 % у порівнянні з класичною технологією.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях

1. Баль-Прилипко Л. В., Використання біоконсервантів для м'ясних продуктів / Л. В. Баль-Прилипко, Н. Г. Машенцева, Б. І. Леонова // Продовольча індустрія АПК-2012.- №2.- С. 21-24. *(Здобувач провів масштабний літературний пошук, розробив методологію досліджень, брав участь у дослідній роботі, узагальнив результати, підготував матеріали до публікації).*

2. Баль-Прилипко Л. В. Динаміка зміни фізико-хімічних властивостей багатокомпонентних розсолів для м'ясних продуктів / Б. І. Леонова, Л. В. Баль-Прилипко / Продовольча індустрія. – 2012. – №4. – С. 9-12. *(Здобувач провів комплексні дослідження активованих водних систем, обрав та проаналізував інгредієнти для розсольних композицій, розробив рецептуру багатокомпонентного розсолу, брав участь в експериментальних дослідженнях, провів математичну обробку дослідних даних, підготував матеріали до публікації).*

3. Баль-Прилипко Л. В. Дослідження перспективних функціональних інгредієнтів для м'ясних продуктів /С. Д. Мельничук, Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова, В. П. Назаров // Продовольча індустрія АПК. – 2013. – № 4. – С. 17–20. *(Здобувач провів літературний пошук, проаналізував та обрав перспективні функціональні інгредієнти, брав активну участь в експериментальних дослідженнях, узагальнив результати, підготував матеріали до публікації).*

4. Баль-Прилипко Л. В. Порівняння водопровідної води та активованих водних середовищ за фізико-хімічними і показниками безпечності/ Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – № 3. – С. 4–9. *(Здобувач провів літературний пошук, розробив методологію досліджень, брав активну участь у проведенні дослідної роботи, провів статистичну обробку отриманих даних, узагальнив результати, зробив наукові висновки, підготував матеріали до публікації).*

5. Леонова Б. І. Дослідження впливу активованих водних систем на мікрофлору бактеріальних препаратів / Б. І. Леонова // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – №4. – С.11–14.

6. Баль-Прилипко Л. В. Аналіз концептуальних принципів «бар'єрних» технологій/ Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» Збірник наукових праць. - Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – X .: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 48 (1090) – С.154-161. *(Здобувач провів масштабний літературний пошук, провів порівняльний аналіз існуючих способів збереження якості харчових продуктів, визначив перспективні напрями застосування принципів «бар'єрних» технологій, узагальнив результати, підготував матеріали до публікації).*

7. Леонова Б.І. М'ясна сировина під дією молочнокислих бактерій / Б. І. Леонова // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – №5. – С.

8. Баль-Прилипко Л. В. Біотехнологія варених ковбас із застосуванням молочнокислих та денітрифікуючих мікроорганізмів/ Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова // Продовольча індустрія АПК. – 2014. – № 6. – С. 13–18. *(Здобувач провів літературний пошук, розробив удосконалену рецептуру та апаратурно-технологічну схему виробництва варених ковбас, провів комплексні дослідження, узагальнив результати, підготував матеріали до публікації).*

Статті в інших виданнях

9. Баль-Прилипко Л. В. Проблема йододифіциту в Україні: сучасний стан та шляхи вирішення / Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова // Мясное дело. – 2013. – №1. – С. 30 – 31. *(Здобувач провів масштабний літературний пошук, експериментальні дослідження, узагальнив результати, підготував матеріали до публікації).*

10. Баль-Прилипко Л. В. Біотехнології виробництва м'ясних продуктів. Сучасний стан / Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова // Biotechnologia Acta. – 2014. – № 5. – С. 114-119. *(Здобувач провів масштабний літературний пошук, узагальнив отримані аналітичні дані, сформулював основні висновки, підготував матеріали до публікації).*

Патенти на корисну модель

11. Пат. 68510 Україна МПК А23В 4/10 (2006.01), А23В 4/20 (2006.01), Засіб пролонгуючої дії для варених ковбасних виробів «ОБОЛАР-ПРО» / Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б. І., Перехейда М. Ф., Корнієвська О. О.; заявник і патентовласник НУБіП України. – заявка № u 2011 11478; заявл. 28.09.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. №6. *(Здобувач приймав участь у дослідженнях, провів патентний пошук, підготовку опису корисної моделі та оформлення заявки на патент).*

12. Пат. 73605 Україна МПК А23L 1/00 (2012.01) Композиція білково-жирової наноструктурованої емульсії для м'ясних продуктів / Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б. І., Прасол Д. Ю., Гармаш О. М.; заявник і патентовласник НУБіП України. – заявка № u 2012 04691; заявл. 17.04.2012; опубл. 25.09.2012, Бюл. №18. *(Здобувач приймав участь у дослідженнях, провів*

патентний пошук, підготовку формули корисної моделі та оформлення заявки на патент).

13. Пат. 75919 Україна МПК А23L 1/31 (2006.01), А23L 1/317 (2006.01) Спосіб виробництва вареної ковбаси пролонгованого терміну зберігання / Мельничук С.Д., Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б. І., Гармаш О. М.; заявник і патентовласник НУБіП України. – заявка № и 2012 02302; заявл. 27.02.2012; опубл. 25.12.2012, Бюл. №24. *(Здобувач брав участь у дослідженнях, провів патентний пошук, підготовку опису корисної моделі та оформлення заявки на патент).*

14. Пат. 85453 Україна МПК А23L 1/31 (2006.01), А23L 1/314 (2006.01), А23L 1/317 (2006.01) Спосіб виробництва вареної ковбаси, збагаченої йодом / Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б. І., Гаврилюк О. В., Максін В. І., Мельніченко В.М., Ярошук А. П.; заявник і патентовласник НУБіП України. – заявка № и 2013 04123; заявл. 02.04.2013; опубл. 25.11.2013, Бюл. №22. *(Здобувач приймав участь у дослідженнях. провів патентний пошук, підготовку опису корисної моделі та оформлення заявки на патент).*

15. Пат. 89633 Україна МПК А23L 1/31 (2006.01), А23L 1/314 (2006.01), А23L 1/317 (2006.01), А23L 1/29 (2006.01) Спосіб виробництва м'ясних продуктів / Баль-Прилипко Л. В., Чагаровський О. П., Леонова Б. І., Рибачук О. І., Грек Д. О.; заявник і патентовласник НУБіП України.- заявка № и 2013 14115; заявл. 04.12.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8. *(Здобувач приймав участь у дослідженнях, провів патентний пошук, підготовку формули корисної моделі та оформлення заявки на патент).*

Матеріали і тези конференцій

16. Баль-Прилипко Л.В. Перспективи застосування та властивості електроактивованих водних систем для гарантії якості і безпеки м'ясопродуктів [Баль-Прилипко Л. В., Леонова Б. І., Гаврилюк О. М, Грек Д. Н,] // 5 секція «Процеси та обладнання для підвищення якості води та очищення стічних вод на підприємствах харчової промисловості»: ІV Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості», 28-29 березня, 2013: збірник матеріалів. – Одеса:ОНАХТ, 2013.-С.96–98. *(Здобувач провів масштабний літературний пошук, узагальнив отримані аналітичні та дослідні дані, сформулював основні висновки, підготував матеріали до публікації).*

17. Использование функциональных ингредиентов в рецептуре пищевых продуктов: материалы Всероссийского форума молодых ученых и студентов [«Для студенческой науки»], (Москва, 2-10 апр. 2014) / Л. В. Баль-Прилипко, Б. И. Леонова // МГУТиУ им. К.Г. Разумовского. – Москва, 2014. – С. 58-62. *(Здобувач провів масштабний літературний пошук, узагальнив отримані аналітичні дані, сформулював основні висновки, підготував матеріали до публікації).*

18. Определение свойств фаршевых мясных систем, произведенных с использованием биотехнологических приемов: материалы Международной научно-практической конференции [«Технологии бизнеса и сервиса: теория и практика »], (Белгород, 26 нояб. 2014) / Л. В. Баль-Прилипко, Б. И. Леонова //

НИУ «БелГУ»- Белгород, 2014 – С.14-19. (Здобувач провів масштабний літературний пошук, розробив методологію досліджень, брав активну участь в експериментальних дослідженнях, узагальнив результати, підготував матеріали до публікації.)

АНОТАЦІЯ

Леонова Б. І. Розробка біотехнології варених ковбас із застосуванням молочнокислих та денітрифікуючих мікроорганізмів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2015.

Дисертаційна робота присвячена розробці науково обґрунтованої біотехнології варених ковбас із застосуванням сучасних бактеріальних препаратів та біологічно активних харчових інгредієнтів. На основі дослідних даних визначено перспективність застосування електрохімічної активації як дієвого методу водопідготовки для доведення основних показників безпечності та якості питної води до рівнів вимог нормативної документації. Визначено, що католіт забезпечує сприятливі умови для розвитку біомаси молочнокислих бактерій, за рахунок аномальних співвідношень параметрів Eh/pH та не чинить негативного впливу на ріст нітритредукуючого штаму *S. carnosus* у складі бакпрепарату Vactoferm CS-300. Встановлено, що сухий концентрат морської капусти «Еламін» є перспективним інгредієнтом для використання у біотехнології варених ковбас. Встановлено, що молочнокислі бактерії у поєднанні з католітом і «Еламіном» позитивно впливають на формування функціонально-технологічних та смако-ароматичних властивостей м'ясної сировини під час посолу. Виявлено, що застосування запропонованого біотехнологічного підходу під час посолу м'ясної сировини дозволяє підвищити мікробіологічну стабільність процесу. На основі отриманих експериментальних даних обґрунтована можливість зниження дозування нітриту натрію, при одночасному додаванні оптимізованої кількості Vactoferm CS-300. Експериментально встановлена можливість виключення з рецептури ковбасних виробів фосфатів, ізоаскорбінату натрію, зниження кількості внесення нітриту натрію та покращення колірних характеристик варених ковбас при реалізації розробленої біотехнології. Здійснено промислову апробацію та впровадження біотехнології варених ковбас в умовах вітчизняних м'ясопереробних підприємств. Розроблені зміни до технологічної документації, проведено патентно-ліцензійні роботи, розрахована економічна ефективність.

Ключові слова: біотехнологія, якість, безпечність, варені ковбаси, бактеріальні препарати, молочнокислі бактерії, денітрифікація, біоконсервація, екологічність.

АННОТАЦИЯ

Леонова Б. И. Разработка биотехнологии вареных колбас с применением молочнокислых и денитрифицирующих микроорганизмов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 - биотехнология. - Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2015.

Диссертация посвящена разработке научно обоснованной биотехнологии вареных колбас с применением современных бактериальных препаратов и биологически активных пищевых ингредиентов. Опытным путем обнаружено несоответствие качества питьевой воды большинства регионов Украины требованиям нормативной документации, в том числе касательно уровня общей жесткости. На основе экспериментальных данных обоснована перспективность применения электрохимической активации, как действенного метода водоподготовки для доведения основных показателей безопасности и качества питьевой воды до нормативного уровня. Определено, что католит обеспечивает благоприятные условия для развития биомассы молочнокислых бактерий, за счет аномальных соотношений параметров Eh/pH и не оказывает негативного влияния на рост нитритредуцирующего штамма *S. carnosus* в составе бакпрепарата Vactoferm CS-300. Установлено, что сухой концентрат морской капусты «Эламин» является перспективным ингредиентом для применения в биотехнологии вареных колбас. Определены рациональные технические параметры перемешивания мясного фарша в лопастной мешалке: частота вращения 50 об/мин, продолжительность – 6 минут, при которых достигается необходимая эффективность процесса, что подтверждается минимальной затратой электроэнергии для достижения желаемого технологического эффекта - высокого уровня влагосвязывающей способности мясного сырья. Выявлено, что применение предложенного биотехнологического подхода при посоле мясного сырья позволяет повысить микробиологическую стабильность процесса за счет рационального сочетания «барьерных» факторов: микробного антагонизма молочнокислых бактерий, пониженных pH, Eh и температуры, действия поваренной соли, которые оказывают комплексное действие сдерживающих факторов по отношению к нежелательной микрофлоре. Установлено, что молочнокислые бактерии в сочетании с католитом и «Эламином», положительно влияют на формирование функционально-технологических свойств мясного сырья при посоле, в частности повышается влагосвязывающая способность и пластичность фарша, также наблюдается накопление свободных аминокислот, летучих жирных кислот, и образование органических кислот (в т.ч. молочной), которые формируют традиционные вкусо-ароматические характеристики готовой продукции. На основе полученных экспериментальных данных обоснована возможность снижения дозировки нитрита натрия (до 5 г / 100 кг), при одновременном добавлении оптимизированного количества (25 г / 100 кг) Vactoferm CS-300. Проанализировав результаты комплексных исследований качественных свойств фаршевые систем, можно констатировать положительное

влияние биологически активных ингредиентов и бактериальных препаратов на физико-химические и функционально-технологические характеристики опытных образцов по сравнению с контрольными. О чем свидетельствует повышение влагосвязывающей и эмульгирующей способностей, стабильности эмульсии, пластичности и предельного напряжения сдвига фарша. В соответствии с результатами исследования содержания макро- и микроэлементов в 100 г вареных колбас, изготовленных по разработанной биотехнологиями, содержится 0,092 мг органического йода, что на 61,33 % удовлетворяет среднюю суточную потребность организма человека в этом дефицитном элементе. Доказана возможность исключения из рецептуры вареных колбас фосфатов, изоаскорбината натрия; снижения количества внесенного и остаточного нитрита натрия при улучшении цветовых характеристик вареных колбас в результате реализации разработанной биотехнологии. Результаты исследования содержания токсичных элементов показали, что контрольные и опытные образцы колбас по данным показателям соответствуют требованиям действующей нормативной документации. В ходе комплексных исследований определено, что большей доступностью к действию пищеварительных ферментов характеризуются опытные образцы колбас, как по влиянию моноэнзимов, так и по общей перевариваемости. Вероятно, данная тенденция объясняется комплексным воздействием бактериальных препаратов (ферментацией), поваренной соли и католита на белковую составляющую, о чем также свидетельствуют результаты исследований мясного сырья и модельных фаршевые систем. Органолептическая оценка готового продукта, проведена с использованием профильного метода, показала, что исследуемые образцы вареных колбас были высокого качества. Однако, опытные образцы отличались более плотной, упругой и однородной консистенцией, естественным цветом. Также характеризовались приятным «глубоким» вкусом и благородным ароматом, что может объясняться более интенсивным накоплением ЛЖК и свободных аминокислот в процессе посола под действием молочнокислой микрофлоры. Биологическую ценность и безопасность вареных колбас, изготовленных по разработанной биотехнологиями, определяли в опытах «in vivo» на лабораторных животных. Результаты экспериментов показали отсутствие негативного влияния употребления опытных образцов колбасных изделий на организм экспериментальных животных. Осуществлено промышленную апробацию и внедрение биотехнологии вареных колбас в условиях отечественных мясоперерабатывающих предприятий. Разработаны изменения к технологической документации, проведены патентно-лицензионные работы, рассчитана экономическая эффективность.

Ключевые слова: биотехнология, качество, безопасность, вареные колбасы, бактериальные препараты, молочнокислые бактерии, денитрификация, биоконсервация, экологичность.

ANNOTATION**Leonova B. I Development of biotechnology of cooked sausages with application of lactic and denitrifying microorganisms. - Manuscript.**

The thesis on completing the scientific degree of a Candidate of Technical Sciences in specialty 03.00.20 - biotechnology. - National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, 2015.

The thesis is devoted to development of scientifically based biotechnology of cooked sausages with application of modern bacterial preparations and bioactive food ingredients. Based on the experimental data substantiated prospects of application of electrochemical activation as an effective method for bring main indicators of safety and quality of drinking water to the required level. Determined that the catholyte provides favorable conditions for the development of lactic acid bacteria biomass, due to the anomalous ratios parameters Eh/ pH and no negative impact on the growth of *S. carnosus* consisting in Bactoferm CS-300. Established that concentrate of dry seaweed "Elamin" is perspective ingredient for using in biotechnology of cooked sausages. The application of the proposed biotechnological approach in salting of raw meat can increase microbiological stability of the process. Found that lactic bacteria combined with catholyte and "Elamin" positively influence to the formation of functional, technological and aroma properties of raw meat during salting process. Based on the experimental data, substantiated the possibility of reducing the dosage of sodium nitrite, while adding an optimized amount of Bactoferm CS-300. Proved the possibility of exclusion from the recipes phosphate, sodium erythorbate, with reducing the number of sodium nitrite and improve the color characteristics of cooked sausages when implementing of developed biotechnology. Is carried out industrial approbation and implementation biotechnology of cooked sausages in the conditions of national meat processing plants. Developed changes to the technical documentation, organized licensing, calculated economic efficiency.

Key words: biotechnology, quality, safety, cooked sausage, bacterial preparations, lactic acid bacteria, denitrification, biopreservation, environmental friendliness.

Підписано до друку 17.03.15 Формат 60x84\16
Ум. друк. арк. 1,4
Наклад 100 прим. Зам. № 7261

Віддруковано у редакційно-видавничому центрі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55

