

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНДУСТРИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

УДК 609:637.564

DOI: 10.18413/2408-9346-2015-1-3-37-44

*Баль-Прилипко Л.В.
Леонова Б.И.*

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ ПУТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Баль-Прилипко Лариса Вацлавовна, декан факультета пищевых технологий и управления качеством продукции, доктор технических наук, профессор
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Полковника Потехина, д. 16, г. Киев, 03041, Украина
E-mail: bplv@mail.ru

Леонова Богдана Игоревна, кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии мясных, рыбных и морепродуктов
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Полковника Потехина, д. 16, г. Киев, 03041, Украина
E-mail: webmed89@mail.ru

Аннотация

В статье представлены результаты масштабного аналитического скрининга касательно основных путей применения бактериальных препаратов в производстве мясных изделий. Охарактеризованы требования к бакпрепаратам, сформулированы основные критерии выбора стартовых культур для использования в разных технологических целях. На основе комплексных теоретических данных обосновано, что бактериальные препараты в производстве мясных изделий применяются с целью ферментативного преобразование структуры сырья, формирования специфического аромата, стабильного цвета, обеспечения безопасности. Использование основ прикладной биотехнологии путем генетического преобразования микроорганизмов открывает широкие возможности для конструирования высокопродуктивных штаммов с заданными характеристиками.

Ключевые слова: биотехнология, бактериальные препараты, ферментированные мясные продукты, цветообразование, ароматические соединения, бактериоцины, нитрит натрия.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE FOODSERVICE INDUSTRY

UDC 910.14(470.325):796.5

DOI: 10.18413/2408-9346-2015-1-3-37-44

*Bal'-Prilipko L.V.,
Leonova B.I.*

THE ANALITICAL SCREENING OF BACTERIAL PREPARATIONS APPLICATION IN THE PRODUCTION OF MEAT PRODUCTS

Bal'-Prilipko Larisa Vatslavovna, *Dean of the Faculty of Food Technology
and Quality Control of Agroindustrial Complex,
Doctor of Technical Sciences, Professor*

National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine
16 Polkovnika Potekhina St., Kiev, 03041, Ukraine
E-mail: bplv@mail.ru

Leonova Bogdana Igorevna, *PhD in Technical Sciences, Assistant Lecturer
Department of Technology of Meat, Fish and Seafood*

National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine
16 Polkovnika Potekhina St., Kiev, 03041, Ukraine
E-mail: webmed89@mail.ru

АБСТРАКТ

The article presents some results of a large-scale analytical screening regarding the fundamental ways of bacterial preparations application in the manufacture of meat products. The authors describe the requirements for bacterial preparations, formulate the basic criteria for selection of starter cultures for the use in various technological purposes. Based on the comprehensive theoretical data, the authors conclude that bacterial preparations in the manufacture of meat products are applied with the purpose of the enzymatic transformation of the structure of raw material, forming a specific flavor, stable color, and ensuring safety. Using the foundations of applied biotechnology through a genetic transformation of microorganisms offer great opportunities for developing high-productive strains with desired characteristics.

Keywords: biotechnology; bacterial preparations; fermented meat products; color development; aromatics; bacteriocins; sodium nitrite.

Введение. Расширение ассортимента отечественных качественных и безопасных продуктов является первоочередной задачей мясоперерабатывающей промышленности Украины. На фоне современных тенденций мировой пищевой индустрии перед ведущими специалистами отрасли возникает ряд важных задач, при решении которых перспективно руководствоваться принципами актуальных европейских концепций, таких как: «Clean Label», «Hurdle technology», «Functional foods development», «Organic» и др., главными приоритетами которых является целенаправленное применение прогрессивных достижений биотехнологии для минимизации использования в составе продуктов химических пищевых добавок и ингредиентов при сохранении высокого уровня качества и безопасности. Описанные выше положения обуславливают необходимость комплексного биотехнологического подхода к решению насущных проблем отрасли.

Наиболее актуальным и перспективным для мясоперерабатывающей промышленности является применение бактериальных препаратов различной технологической направленности [1,2]. Современная биотехнология прямо или косвенно связана с генной инженерией – созданием новых форм микроорганизмов путем непосредственного изменения их генетической системы для получения высокоэффективных штаммов.

Стартовые культуры (бактериальные препараты), используемые в мясной промышленности, представляют собой микроорганизмы различных видов, в том числе лактобациллы, педиококки, стафилококки, микрококки, дрожжи и мицелиальные грибы.

Практическая реализация биотехнологических приемов в пищевой промышленности в той или иной степени требует применения специальных технических средств. Так, промышленное производство биопрепаратов представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных физических, химических, биофизических, биохимических, физико-химических процессов и требует использования разнотипного оборудова-

ния, которое связано между собой материальными, энергетическими потоками, образует технологические линии [3]. Например, биореакторы (ферментеры) составляют основу производства биопрепаратов, их разделяют на три основные группы (рис.):

- реакторы с механическим перемешиванием;
- барботажные колонны, через которые для перемешивания содержимого пропускают воздух;
- эрлифтные реакторы с внутренней или внешней циркуляцией.

Следует заметить, что важной операцией, которая реализуется в биореакторах, является перемешивание, так как его чрезмерная интенсивность может вызвать механическое повреждение биологических объектов, а недостаточная – повлечь за собой избыточные энергозатраты [4].

Направленность биотехнологического процесса зависит от состава питательного субстрата и условий протекания реакций, которые обусловлены характеристиками штаммов микроорганизмов или ферментных препаратов, их сочетаний, применяемых в конкретной технологии [5].

Специфические штаммы микроорганизмов в биотехнологии мясных продуктов могут выполнять различные функции:

- гарантировать высокий уровень микробиологической безопасности вследствие ингибирования развития технически вредной и патогенной микрофлоры;
- осуществлять биохимические преобразования исходных компонентов, изменяя физико-химические свойства сырья и формируя заданные качественные характеристики готовых продуктов;
- повышать пищевую ценность и биодоступность изделий;
- повышать экологическую безопасность продукции за счет исключения или минимизации химических добавок (усилителей вкуса, консервантов, фиксаторов цвета и т.д.);
- предоставлять мясным изделиям лечебно-профилактические, включая пробиотические, свойства.

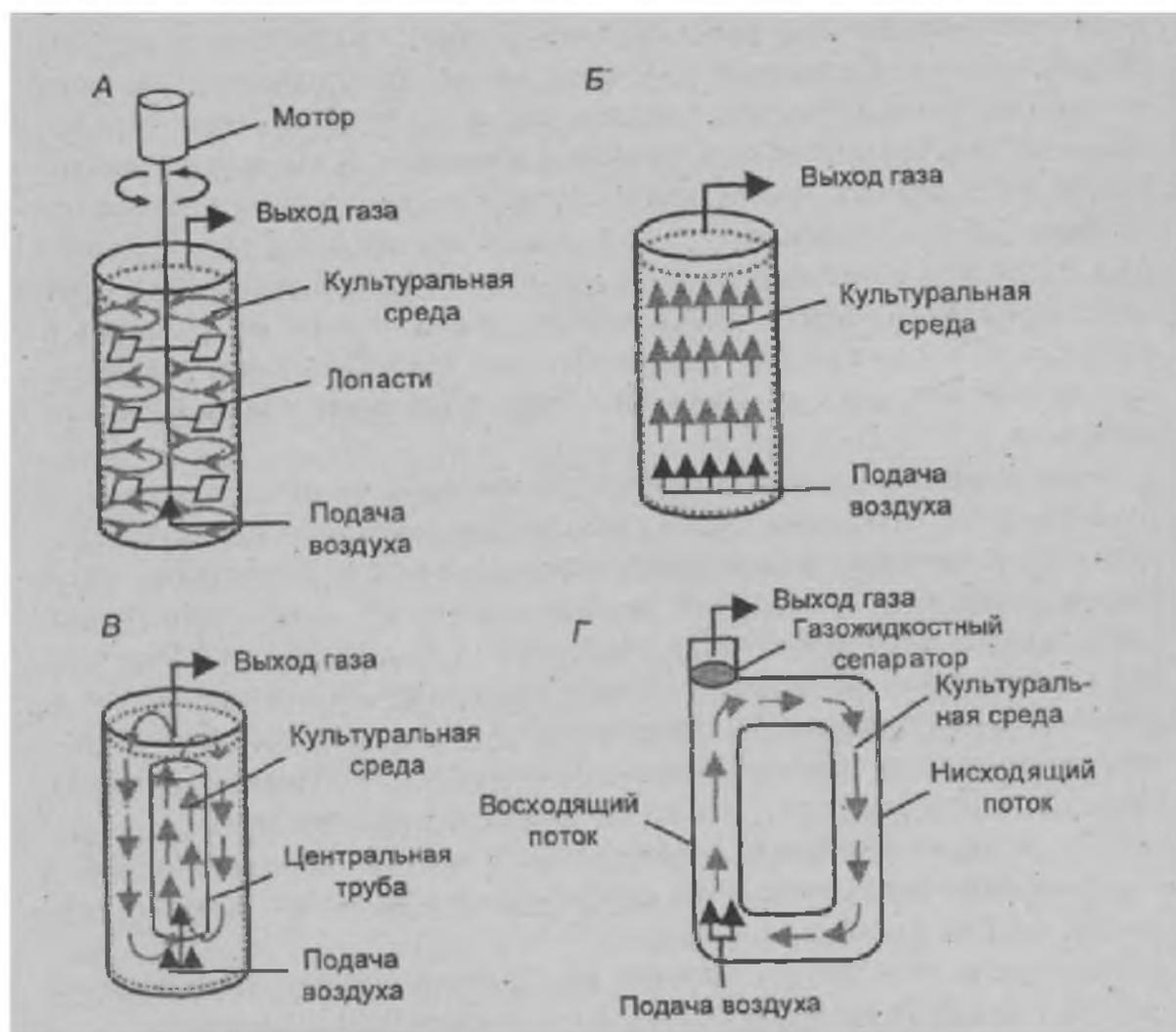


Рис. Схемы биореакторов различных типов с указанным стрелками направлением потока культуральной среды: А - реакторы с механическим перемешиванием, Б - барботажная колонна, В - эрлифный реактор с внутренней циркуляцией, Г - эрлифный реактор с внешней циркуляцией.

Fig. Schemes of different types of bioreactors with specified by arrows direction of flow of culture medium: А - reactors with mechanical stirring in column В - bubbling column, G - erlif reactor with internal circulation G - erlif reactor with external circulation

Стартовые культуры выпускаются в жидком, замороженном и сухом (сублимированном) виде, которые после восстановления в воде становятся активными. Бакпрепараты вносят в мясной фарш в начале куттерования. Присутствие их в фарше позволяет уменьшить длительность созревания и сократить технологический процесс производства сырокопченых колбас с 45 до 20 суток.

Качество бакпрепаратов определяется содержанием жизнеспособных клеток, их устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, соблюдением

условий и способов их упаковки (желательно хранить упакованными под вакуумом или в инертной газовой атмосфере) и хранения (при низких температурах). Существенно влияет на качество состав питательных сред, на которых они выращены, и правильно подобранные защитные среды, обеспечивающие выживаемость клеток в препаратах продолжительное время. Количество жизнеспособных клеток может достигать $10^{10} - 10^{12}$ КОЕ/г.

Для бактерий основным технологическим свойством является способность сбрасывать углеводы до молочной кислоты, в результате

чего осуществляется ферментация мясного сырья. Под их действием происходит расщепление белковых компонентов с образованием пептидов и свободных аминокислот, в результате чего продукт размягчается и имеет соответствующую консистенцию и легко усваивается. Образование ароматических соединений способствует формированию характерного вкуса и запаха. Важным свойством стартовых культур является антагонизм – подавление роста микроорганизмов, вызывающих порчу продукта, а также нежелательной молочнокислой микрофлоры, которая, наряду с молочной кислотой, образует побочные продукты: уксусную кислоту, углекислый газ, этиловый спирт и другие, которые вредят процессу ферментации мясного сырья [1,2].

Отбор микроорганизмов для мясной коллекции начинается с выбора высококачественных, полностью удовлетворяющих вкусы и пристрастия потребителя, мясных изделий, микрофлора которых сформирована естественным путем, а затем полностью исследована. Микроорганизмы отбираются по их технологическим свойствам. В дополнение к специфическим технологическим характеристикам проверяют их безопасность и конкурентоспособность. Только после полной комплексной оценки отобранные микроорганизмы рассматриваются в качестве стартовых бактериальных культур для мясной промышленности.

Для использования в промышленности стартовая культура должна обладать рядом следующих свойств:

- отсутствием патогенности и токсичности;
- генетической стабильностью;
- высокой скоростью роста при культивировании и способностью синтезировать нужные метаболиты в необходимом количестве;
- устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды (при изменении рН среды, температурного оптимума роста и т.д.).

Другим из обязательных критериев отбора безопасных стартовых культур является отсутствие у них способности образовывать биогенные амины сверх допустимой нормы в течение всего технологического цикла, а также в процессе хранения.

Высокое микробиальное число, которым характеризуются ферментированные продукты, часто неминуемо приводит к значительному накоплению биогенных аминов (БА), особенно таких, как тирамин, 2-фенилэтиламин, триптамин, кадаверин, путресцин и гистамин. Однако нужно отметить, что количество биогенных аминов в продукте одного и того же типа может сильно различаться. Эти различия зависят от многих факторов: качественно-количественного состава микробиальной флоры, физико-химических параметров, гигиенических условий, сопутствующих технологическому процессу, наличия предшественников биогенных аминов – соответствующих аминокислот.

Потенциальная роль микроорганизмов с аминоксидазной активностью, используемых в ферментации продуктов питания, заключается в прекращении или снижении аккумуляции биогенных аминов в пище. Поэтому аминоксидазная активность рассматривается как важная характеристика при селекции стартовых культур, используемых при производстве ферментированных продуктов [3,4].

При использовании мицелиальных грибов для ферментации мясного сырья особое внимание уделяется поиску штаммов, не способных производить микотоксины – вторичные метаболиты мицелиальных грибов, которые представляют собой токсичные химические вещества, вызывающие нарушения обменных процессов у животных и человека, снижение их иммунитета, повышение восприимчивости к инфекционным заболеваниям. Мицелиальные грибы вида *Penicillium camembertii* могут производить два типа микотоксинов – циклопиазонивую кислоту и ругуловазины А и В. Синтез любого микотоксина зависит не только от вида гриба, но также и от штамма, то есть может быть не только видоспецифическим, но и штаммоспецифическим признаком. В связи с этим исследования по отбору штаммов мицелиальных грибов, не способных образовывать микотоксины, являются обязательными.

Одно из важнейших действий стартовых бактериальных культур – это продление срока годности ферментированных продуктов, так как мясные изделия являются ско-

ропортящимися продуктами. Определенные режимы влажности, температуры и циркуляции воздуха в камерах хранения готовых изделий поддерживаются с целью предотвращения развития патогенных бактерий и микроорганизмов, вызывающих порчу, которые, в большинстве своем, неустойчивы к низким температурам, действию кислот и другим факторам. Штаммы, применяемые для мясной промышленности, могут оказывать существенное влияние на продолжительность срока хранения и качество ферментированных продуктов питания путем подавления нежелательной микрофлоры. Один из возможных способов действия молочнокислых микроорганизмов, результатом которого является подавление нежелательной и становление определенной микрофлоры, это выделение антибактериальных веществ, таких как органические кислоты, диоксид углерода, пероксид водорода, диацетил, а также бактериоцинов. Этим объясняется их комплексное антимикробное действие, что дает возможность использовать их в качестве природных консервантов продуктов питания. Наши исследования сконцентрированы на поиске штаммов – продуцентов белковоподобных антибактериальных веществ – бактериоцинов, которые, несомненно, имеют перспективы промышленного применения.

Как известно, розово-красный цвет, характерный для мясных изделий, обусловлен взаимодействием оксида азота, образующегося в результате реакции нитрита натрия с миоглобином мяса. Изделия из мяса, посоленные без нитрита натрия, не приобретают не только розовой окраски, но и типичных аромата и вкуса, свойственных тому или иному мясному продукту. Нитриты обладают способностью ингибировать рост микрофлоры и образование токсинов в мясных продуктах. Кроме того, нитриты, добавленные в соленые изделия, оказывают антиокислительное действие на липиды [5-9].

Наряду с этим, нитрат при повышенных концентрациях является мутагенным и токсичным веществом, нитрозирует амины с образованием нитрозаминов и способен вызывать метмиоглобинурию.

При соблюдении технологических регламентов внесения нитритов их уровень в ко-

нечной продукции не будет превышать установленных гигиенических нормативов. Учитывая то, что колбасные изделия занимают существенное место в структуре потребления мясных продуктов, они являются основными источниками поступления нитритов в организм человека. Вместе с тем, использование нитритов имеет и отрицательные последствия, связанные с возможным образованием токсичной группы соединений – нитрозосоединений (НС). НС вызывают злокачественные опухоли полости рта, пищевода, желудка, кишечника, печени, поджелудочной железы, почек, центральной и периферической нервной системы, кожи, сердца и кроветворной ткани). В настоящее время установлено, что НС образуются как *in vitro*, так и *in vivo* в организме человека и животных из присутствующих предшественников – нитратов, нитритов, аминов и амидов.

В последнее время возрастает число исследований и патентов, посвященных изысканию способов снижения остаточного нитрита в готовом продукте. В этом отношении можно выделить следующие основные направления: уменьшение количества добавляемого в фарш нитрита; применение одновременно с нитритом редуцирующих веществ; использование различных добавок, интенсифицирующих процесс образования окраски и снижения остаточного нитрита; замена нитритов и нитратов пищевыми красителями и другими соединениями.

До некоторого времени механизм формирования окраски продукта рассматривался исключительно в химическом аспекте. Однако, принимая во внимание способность многих бактерий денитрифицировать нитриты, нельзя не учитывать возможность их влияния на накопление необходимого количества окиси азота.

Характерная особенность денитрифицирующих бактерий – наличие наряду с обычной дыхательной системой окислительно-восстановительной. Различие между дыханием и восстановлением нитритов заключается в том, что при дыхании микроорганизмы активируют молекулярный кислород, а при денитрификации кислород нитритов, и переносят на него водород, образующийся в результате дегидрирования субстрата. Дени-

трификация идет как в анаэробных, так и в аэробных условиях. Пока в среде присутствуют нитриты, необходимая для жизнедеятельности денитрифицирующих бактерий энергия возникает за счет переноса электронов или атомов водорода с молекул редуцирующих веществ (донаторов водорода) на молекулы нитрита (акцептора водорода) [7-9].

В качестве денитрифицирующих культур используются микроорганизмы из семейства микрококков: *Staphylococcus carnosus*; *Staphylococcus xylosus*; *Micrococcus varians*. Это грамположительные, каталазоположительные кокки которые не имеют никаких факторов вирулентности и доказали свою безопасность за долгие годы безупречной службы в качестве стартовых культур для мясной промышленности. Поиск микроорганизмов с высокой денитрифицирующей активностью является одной из задач при отборе промышленно-ценных штаммов.

Заключение. Вышеизложенные данные свидетельствуют о том, что активное развитие биотехнологических приемов в мясной промышленности в значительной степени связано с актуальностью применения бактериальных препаратов стартовых культур. Добавленные специфические микроорганизмы (амино-негативные, способные синтезиро-

вать бактериоцины) действуют как сильные конкуренты в отношении предотвращения распространения микроорганизмов, вызывающих порчу, и патогенов. Микроорганизмы, обладающие аминоксидазными ферментами, снижают содержание биогенных аминов, находящихся первоначально в сырье, а также накапливающихся в процессе ферментации и хранения. Одновременно защитные культуры помогают сохранять вкус и аромат продукта (микроорганизмы с глутаматдегидрогеназной активностью), формировать цвет естественным путем (денитрифицирующие микроорганизмы) и предохранять от окисления (каталазоположительные кокки и микроорганизмы с антиоксидантными свойствами).

Дрожжи и мицелиальные грибы являются сильными антагонистами зеленых плесеней порчи, поэтому они используются в качестве биологической защиты поверхности мясных изделий.

Для создания штаммов с желаемым генотипом наиболее эффективным современным методом на сегодняшний день является способ введения в микробные клетки определенных генов, полученных с использованием технологий рекомбинантных ДНК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bover-Cid S, Holzappel WH. Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria. *Int J Food Microbiol.* 1999. Dec 1;53(1): 33-41.
2. Bover-Cid S, Hugas M, Izquierdo-Pulido M, Vidal-Carou MC. Reduction of biogenic amine formation using a negative amino acid-decarboxylase starter culture for fermentation of Fuet sausages. *J Food Prot.* 2000a Feb;63(2): 237-43.
3. Прищеп Т. П. Основы фармацевтической биотехнологии: Учебное пособие / Т. П. Прищеп, В. С. Чучалин, К. Л. Зайков, Л. К. Михалева. Ростов н/Д.: Феникс; Издательство НТЛ, 2006. 256 с.
4. Сазыкин Ю. О. Биотехнология: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведе-
- ний / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева – М. : Издательский центр «Академия», 2008. 348 с.
5. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии / В. В. Бирюков. М. : «Колос», 2004. 296 с.
6. Баль-Прилипко Л. В. Зниження вмісту нітриту натрію у варених ковбасах за допомогою денітрифікуючих мікроорганізмів / Л. В. Баль-Прилипко, Б. І. Леонова // *Biotechnologia Acta.* 2015. № 3. С. 110-115.
7. Fadda S., Vignolo G., Oliver G. Tyramine degradation and tyramine/histamine production by lactic acid bacteria and *Kocuria* strains *Biotechnology Letters*, Volume 23, Number 24, December 2001, pp. 2015-2019(5).

8. Mathur S, Singh R. *Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria-a review*. Int J Food Microbiol. 2005 Dec 15;105(3):281-95. Epub 2005 Nov 8.
9. Miyoshi A, Rochat T, Gratadoux JJ, Le Loir Y, Oliveira SC, Langella P, Azevedo V. *Oxidative stress in Lactococcus lactis*. Genet Mol Res. 2003 Dec 30; 2(4):348-59. Review.
10. Report of the *Thirty-second Session of the Codex Committee on Food Hygiene Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Twenty-fourth Session Geneva, 2-7 July 2001*.
11. Баль-Прилипко Л.В. Свойства мясных фаршевых систем с применением современных биотехнологических приемов / Л. В. Баль-Прилипко, Б.И. Леонова // Сетевой научно-практический журнал «Научный результат». Серия: «Технология бизнеса и сервиса». Б.: 2015. № 1 С.33-39.
12. Біотехнологічні прийоми у сучасній м'ясопереробній промисловості: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Новітні тенденції у харчових технологіях та якості і безпечність продуктів»], (Львів, 10-11 квіт. 2014): / Л.В. Баль-Прилипко, Б.І. Леонова, О.М. Гармаш, Е.Р. Старкова // Ліга прес. Львів, 2014. С. 62-64.

REFERENCES

1. Bover-Cid S, Holzapfel WH. *Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria*. Int J Food Microbiol. 1999. Dec 1;53(1):33-41.
2. Bover-Cid S, Hugas M, Izquierdo-Pulido M, Vidal-Carou MC. *Reduction of biogenic amine formation using a negative amino acid-decarboxylase starter culture for fermentation of Fuet sausages*. J Food Prot. 2000a Feb; 63(2): 237-43.
3. Prschep T.P *Fundamentals of Pharmaceutical Biotechnology: Uchebnoe posobye / T.P Prschep, V.S Chuchalin, K.L Zaikov, L.K Mikhaleva*. Rostov-on-Don: Phoenix; YTL Publishing, 2006. 256 p.
4. Sazykin Y.O *Biotechnology: a textbook for university students. Proc. institutions / Y.O Sazykin, S.N Orekhov, I.I Chakaleva*. M.: Publishing Center «Academy», 2008. 348 p.
5. Biryukov V.V *Fundamentals of Industrial Biotechnology / V.V Biryukov*. M.: «Kolos», 2004. 296 p.
6. Bal-Prylypko L.V *Reducing the Sodium Nitrite Content in Cooked Sausages by Using the Denitrifying Microorganisms / L.V Bal-Prylypko, B.I Leonova // Biotechnologia Acta*. 2015. № 3. Pp. 110-115.
7. Fadda S., Vignolo G., Oliver G. *Tyramine degradation and tyramine/histamine production by lactic acid bacteria and Kocuria strains* *Biotechnology Letters*, Volume 23, Number 24, December 2001, pp. 2015-2019(5).
8. Mathur S, Singh R. *Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria-a review*. Int J Food Microbiol. 2005 Dec 15;105(3):281-95. Epub 2005 Nov 8.
9. Miyoshi A, Rochat T, Gratadoux JJ, Le Loir Y, Oliveira SC, Langella P, Azevedo V. *Oxidative stress in Lactococcus lactis*. Genet Mol Res. 2003 Dec 30;2(4):348-59. Review.
10. Report of the *Thirty-second Session of the Codex Committee on Food Hygiene Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Twenty-fourth Session Geneva, 2-7 July 2001*.
11. Bal-Prilipko L.V *The Properties of Minced Meat Systems with Application of Modern Biotechnological Methods / L.V Bal-Prilipko, B.I Leonova // Network scientific and practical journal «Scientific results» Series: «Technology and service business.» B.: 2015. № 1. Pp.33-39.*
12. *Biotechnological Techniques in the Modern Meat Industry: materials of VI All-Ukrainian Scientific Conference [«New trends in food technology and food quality and safety»] (Lviv, 10-11 Apr. 2014): / L.V Bal-Prylypko, B.I Leonov, A.N Garmash, E.R Starkova // League press. Lviv, 2014. Pp. 62-64.*