







ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТАРТОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ МЯСА: ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А.М. ТАЕВА *, Б.А. РСКЕЛДИЕВ , С.Н. ТУМЕНОВ ,
М.А. АБСАЛИМОВА , А.Х. БЕЙСЕМБАЕВА , Н.К. АБИЛЬМАЖИНОВА 

(Алматинский технологический университет,
Казахстан, 050012, г. Алматы, Толе би 100)

Электронная почта автора-корреспондента: a.taeva@atu.edu.kz*

Применение стартовых культур в технологии мясных продуктов снижает продолжительность процесса и улучшает органолептические показатели. Выбор стартовой культуры включает в себя различные этапы и является довольно сложным процессом: предварительная характеристика в лабораторных условиях; отбор наиболее перспективных штаммов; лабораторная проверка и окончательная проверка в крупномасштабной ферментации. В настоящее время выбор функциональной стартовой культуры включает еще один этап, связанный с оценкой функциональных свойств. В данной статье приводится пример использования поэтапного подхода для отбора перспективных стартовых культур с пробиотическими способностями. Исследователями были получены несколько видов чистых культур бактерий из базовой закваски и определены показатели ферментативной и технологической активностей. В выделенных штаммах исследовали протеолитическую активность, способность восстановления нитратов, количество слизи, изменение pH, влияние температуры на рост, количество соли, а также пробиотические признаки: устойчивость к антибиотикам, выживаемость в кислой среде, степень взаимодействия с водой (гидрофобность), степень взаимодействия с сальмонеллой и кишечной палочкой. Исследования проводились в сравнении с некоторыми коллекционными штаммами. В результате штаммы из базовой закваски были способны проводить ферментацию при низких температурах и обладали особой степенью биоактивности, в то время как для коллекционных штаммов были выявлены особые пробиотические характеристики по гидрофобности и выживаемости в условиях, имитирующих кишечник.

Ключевые слова: стартовая культура, мясные продукты, пробиотические бактерии.

ЕТКЕ АРНАЛҒАН ФУНКЦИОНАЛДЫ СТАРТЕР КУЛЬТУРАСЫ: ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ПРОБИОТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАНЫ ЗЕРТТЕУ

А.М. ТАЕВА*, Б.А. РСКЕЛДИЕВ, С.Н. ТУМЕНОВ,
М.А. АБСАЛИМОВА, А.Х. БЕЙСЕМБАЕВА, Н.К. АБИЛЬМАЖИНОВА

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы, Төле би 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: aigul_taeva@mail.ru*

Ет өнімдерінің технологиясында бастапқы микроорганиздерді қолдану процестің ұзақтығын төмендетеді және органолептикалық көрсеткіштерін жогарылатады. Бастапқы микроорганиздерді таңдау өте күрделі процесс — әртүрлі кезеңдерді қамтиды: зертханалық жағдайда алдын ала сипаттау; перспективалы штаммдарды таңдау; кең ауқымды ашытудағы зертханалық тексеру және соңғы тексеру. Қазіргі уақытта функционалды стартерлі ортаны таңдау функционалды қасиеттерді бағалауға байланысты тағы бір кезеңді қамтиды. Мақалада пробиотикалық қасиеттерді қамтитын бастапқы микроорганиздерді таңдау үшін кезең-кезеңмен тәсілді қолдану мысалы келтірілген. Зерттеушілер негізгі бастапқы таза бактериялық ортаның бірнеше түрін алып, ферментативті және технологиялық белсенділік көрсеткіштерін анықтады. Оқшауланған штаммдар протеолитикалық белсенділікті, нитраттарды қалпына келтіру қабілетін, шырыштың мөлшерін, pH өзгеруін, температураның өсуге әсерін, тұз мөлшерін, сондай-ақ антибиотиктерге төзімділік, қышқыл ортада өмір сүру, сумен әрекеттесу дәрежесі (гидрофобтылық), сальмонелла мен ішек таяқшасының өзара әрекеттесу дәрежесі сынды пробиотикалық белгілерді зерттеді. Зерттеулер кейбір коллекциялық штаммдармен салыстырмалы түрде жүргізілді. Нәтижесінде негізгі ашытқы штаммдары төмен температурада ашытуға қабілетті екені анықталып,

биоактивтіліктің ерекше дәрежесіне ие болды, ал коллекциялық штаммдар үшін гидрофобтылық пен ішек құрылысына ұқсас жағдайларда өмір сүрудің ерекше пробиотикалық сипаттамалары анықталды.

Негізгі сөздер: бастапқы микроорганизмдер, ет өнімдері, пробиотикалық бактериялар.

FUNCTIONAL STARTER CULTURES FOR MEAT: A STUDY OF TECHNOLOGICAL AND PROBIOTIC CHARACTERISATION

A.M. TAYEVA*, B.A. RSKELDIYEV, S.N. TUMENOV,
M.A. ABSALIMOVA, A.KH. BEISEMBAYEVA, N.K. ABILMAZHINOVA

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi 100)
Corresponding author e-mail: aigul_taeва@mail.ru*

The use of starter cultures in meat product technology reduces process time and improves organoleptic performance. The selection of starter cultures involves various stages and is a rather complex process: preliminary characterization in laboratory conditions; selection of the most promising strains; laboratory verification and final verification in large-scale fermentation. Nowadays, the selection of a functional starter culture includes another step related to the evaluation of functional properties. This paper presents an example of using a stepwise approach to select promising starter cultures with probiotic abilities. Researchers obtained several types of pure bacterial cultures from a basic starter and determined indicators of enzymatic and technological activities. Proteolytic activity, nitrate reduction capacity, amount of mucus, pH change, temperature effect on growth, amount of salt, as well as probiotic traits: antibiotic resistance, survival in acidic medium, degree of interaction with water (hydrophobicity), degree of interaction with Salmonella and Escherichia coli were investigated in the isolated strains. The studies were carried out in comparison with some collection strains. As a result, strains from the base inoculate were capable of fermentation at low temperatures and exhibited a particular degree of bio activity, while specific probiotic characteristics in terms of hydrophobicity and survival under gut-mimicking conditions were identified for the collection strains.

Keywords: starter culture, meat products, probiotic bacteria.

Введение

В настоящее время некоторые ферментированные продукты производятся в больших масштабах в результате применения современных технологий, автоматизации производства и биотехнологий в области генетического манипулирования функциональными микроорганизмами [1].

Использование стартовых культур – препаратов, развивающих в ферментируемом субстрате оптимальную метаболическую деятельность и обеспечивающих безопасность пищевых продуктов, увеличение сроков хранения, является также эффективным с точки зрения технико-экономических показателей [2]. В качестве биологических катализаторов в производстве ферментированных мясных продуктов используют молочнокислые бактерии. (МКБ) Изучение влияния молочнокислых бактерий на гидролиз белковых веществ и жиров, на распад азотистых веществ и жиров, на органолептические показатели, на конечные показатели качества мясных продуктов – это задачи, которые решают ученые в области пищевых технологий. В технологии мясных продуктов молочнокислые бактерии используются для не только для улучшения сенсорных свойств, а также

для увеличения продолжительности сроков хранения. И, очевидно, что сроки хранения увеличиваются за счет жизнедеятельности микроорганизмов, а точнее, за счет подавления ими в сырье гнилостных и санитарно-показательных бактерий [3].

Ученые установили, что при применении МКБ улучшаются функционально-технологические показатели мясного сырья и качественные показатели готовых продуктов за счет консервирующей способности микроорганизмов оптимизировать физико-химические показатели [4]. Очевидно, что применение МКБ положительно влияет на повышение пищевой ценности, улучшение микробиологических и органолептических свойств. Установлено, что молочнокислые бактерии в составе мясных продуктов придают им функциональные свойства. Экономический эффект от применения молочнокислых бактерий показывает, что исследования, направленные на определение функциональности стартовых культур, актуальны и важны в производстве ферментированных мясных продуктов [5].

Перед исследователями стоит основная задача по выбору штаммов, которые способствовали бы сохранению традиционных орга-

нолептических показателей колбасных изделий и дополнительно повышению безопасности пищевых продуктов [6]. Наиболее часто идентифицируемые виды МКБ в традиционных колбасах - *Lactobacillus sakei*, *Lb. curvatus* и *Lb. plantarum* [7].

Современные тенденции в питании выдвигают на первый план использование пробиотиков в ежедневном рационе человека. Лечебно-профилактическое действие пробиотиков используется во всем мире для оздоровления населения. В отчетах Всемирной организации здравоохранения имеются статистические данные о положительном экономическом эффекте от применения пробиотиков в лечении желудочно-кишечных инфекций, распространенных в развивающихся странах [8].

Использование в технологии пищевых продуктов отдельных штаммов лактобацилл (*Lactobacillus*), бифидобактерий (*Bifidobacterium*), пропионовокислых бактерий (*Propionibacterium*) показало, что вышеназванные штаммы проявляют функциональные свойства и тем самым доказывают социальную значимость этого направления исследований [9].

По мнению исследователей, основными критериями выбора функциональных стартовых культур являются адгезионная способность штаммов (в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта), устойчивость к кислой среде (кислота и желчь ЖКТ) и отсутствие патогенности [10, 11].

Использование функциональных стартовых культур с «дополнительной функцией» является новой целью для ферментирования мяса, однако, некоторые ученые в своих работах опубликовали результаты исследований по применению пробиотических штаммов в колбасных изделиях [12, 13].

Выделение и отбор стартовых культур проводятся последовательно и состоят из нескольких этапов. Вначале выделяют заинтересовавшие исследователей штаммы, идентифицируют и описывают их, далее в зависимости от цели и направления исследования отбирают. После исследования качественных показателей штаммы используют в микробиологической и пищевой промышленности. В настоящее время выбор функциональной стартовой культуры включает еще один этап, связанный с оценкой функциональных свойств [14].

В данной работе приводится пример использования поэтапного подхода для отбора перспективных стартовых культур с пробиотическими способностями. В качестве объек-

тов исследования были использованы некоторые штаммы, выделенные из базовой закваски. Показатели исследуемых штаммов сравнивались с показателями некоторых коллекционных штаммов.

Материалы и методы исследований

В данном исследовании использовались разные штаммы:

- Пять штаммов молочнокислых бактерий (обозначенных от образец 1 до образец 2), выделенных из коммерческого препарата и идентифицированных как *Lb. sakei* с использованием подхода, предложенного Бевилаквы и др. [15];

- *Lb. plantarum*, перспективный пробиотический штамм.

Штаммы хранили при низкой температуре, равной -20°C в питательной среде, специально созданной для выращивания молочнокислых бактерий, в которую также добавляли 33%-ный глицерин. Перед использованием штаммы выдерживали в питательной среде при температуре 35°C в течение 24 часов.

Штаммы из коммерческой стартовой культуры были охарактеризованы по следующим признакам:

а) Гидролиз аргинина для выделения аммиака и углекислого газа проводили на специальном субстрате, который состоял из 5 г/л триптона, 2 г/л дигидроортофосфата калия, 42,5 г/л дрожжевого экстракта, 0,5 г/л глюкозы, 3 г/л гидрохлорида аргинина. Эксперимент проводили в нейтральной среде с введением в раствор до 7 лог кое/мл, затем выдержали при температуре 30°C в течение 96 ч. Качественную пробу на аммиак проводили, добавив 1 каплю реактива Несслера.

б) Восстановление нитратов: исследование проводили в нитратном растворе, рН был отрегулирован от 7,0 до 7,5. Образцы вводили в количестве до 7 лог кое/мл и выдерживали в течение 72 часов при температуре 30°C . Восстановление нитрата до нитрита определяли качественно.

в) Ферментативная активность: проводили в растворе MRS, дополненном глюкозой (2%) и вводили образцы в количестве до 7 лог кое/мл. Выделение газа из глюкозы определяли с помощью пробирки Дарема, после выдерживания при температуре 30°C в течение 7 дней.

г) Определение наличия слизи проводили на специальной питательной среде (агар с добавлением 5% сахарозы). Штаммы наносили на поверхность агара и выдерживали при температуре 30°C в течение 7 дней.

д) Протеолитическая активность: штаммы высевали на поверхность питательной среды, состоящей из агара и 5% сухого обезжиренного молока, выдерживали при температуре 30°C в течение 7 дней.

ж) Липолитическая активность: оценивали на питательной среде агара, дополненной 2% трибутирина. После введения штамма выдерживали при температуре 30°C в течение 7 дней.

Результаты и их обсуждение

Фундаментальным и критическим шагом для определения профиля мясной стартовой культуры было изучение совокупности признаков и свойств микроорганизмов и технологических характеристик. Полученные результаты показали, что молочнокислые бактерии с гетероферментативной кислотообразующей способностью образуют большое количество отверстий и ухудшают вид на разрезе колбасных изделий, а также уксусная кислота, образованная в процессе ферментации, способствует ухудшению вкуса. Таким образом, использование молочнокислых бактерий с гомоферментативной кислотообразующей способно-

стью в технологии колбасных изделий создает оптимальный метаболизм для стартовой культуры. К другим ферментативным свойствам выделенных штаммов относится гидролитическая способность по отношению к аминокислотам и это свойство является важным в производстве ферментированных мясных продуктов [6].

Штаммы, выделенные из базовой закваски, обладали способностью к точечному гидролизу аргинина с выделением аммония. Ферментативная активность штаммов в виде образования слизи была установлена в образцах 2, 3, 5. Протеолитическая способность штаммов не выявлена.

На рисунке 1 показано влияние штаммов на кислотность ферментированного объекта в течение 24 часов. Выделенные штаммы снизили рН на 0,5 при температуре 15°C, а при повышении температуры на 10 °С (т.е. при 25°C) вызвали изменение рН на 1,5±0,07. Применение в эксперименте коллекционных штаммов при температуре 15°C не изменило рН среды.

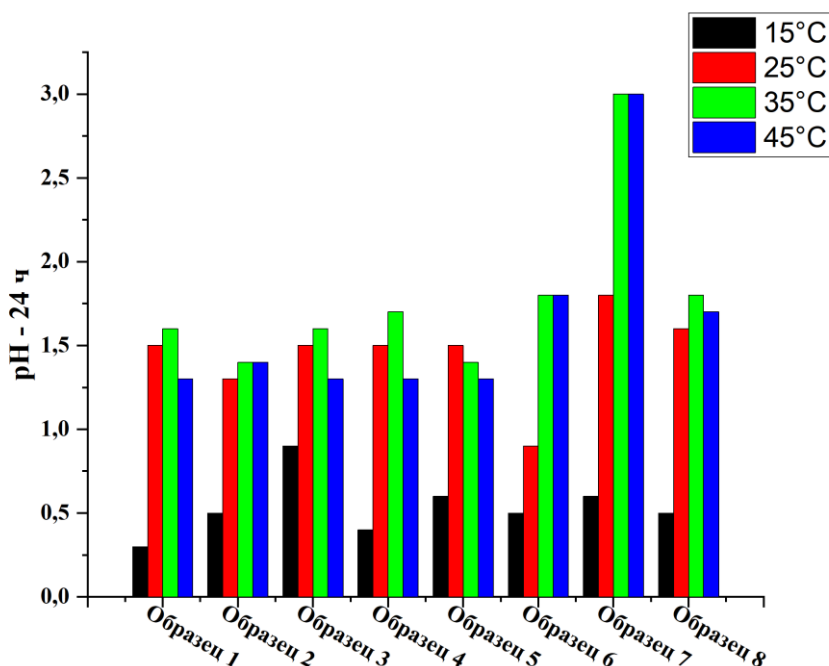


Рисунок 1. Влияние штаммов на кислотность образцов, выдержанных 24 часа при разных температурах.

На рисунке 2 показано влияние температуры на рост штаммов. Показано, что через 24 часа значительный рост исследованных штаммов не установлен при температурах 10°C и

15°C, тогда как при 45°C рост штаммов зависел от вида.

Итак, увеличение роста штаммов в 2 раза было обнаружено в образцах 3, 4, 5 и во всех коллекционных штаммах при температу-

ре 15°C, а в образцах 1 и 2 – практически не наблюдалось. Однако, через 48 часов (рис. 2Б) установлено значительное увеличение роста штаммов при температуре 15°C для всех выделенных штаммов и некоторых коллекционных

штаммов (*Lb. plantarum* и *Lb. sakei*). Кроме того, образцы 1, 4 и 5 показали рост штаммов на более чем 25% при 10°C, что доказывает большое влияние температуры на рост штаммов.

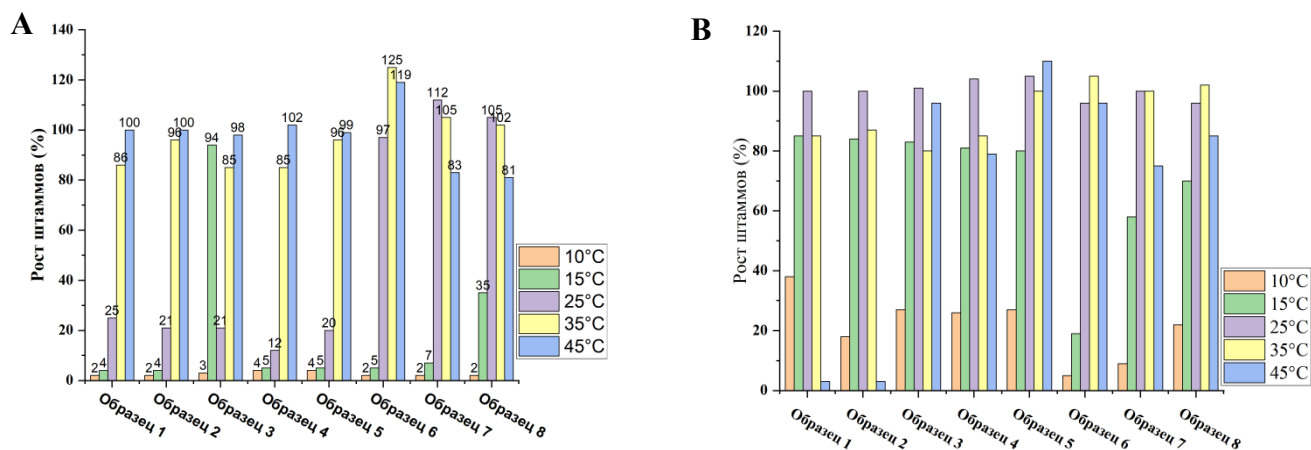


Рисунок 2. Влияние температуры на рост штаммов: А - через 24 ч, Б - через 48 ч.

Нами исследовано влияние концентрации соли на рост штаммов. На рисунке 3 показано, что в образцах 1 и 5 установлен рост штаммов на (55±15,0) % при концентрации

соли 5%. На рисунке также показано, что при концентрации соли 8,5% через 48 часов наблюдался рост штаммов до (55±5,0) %.

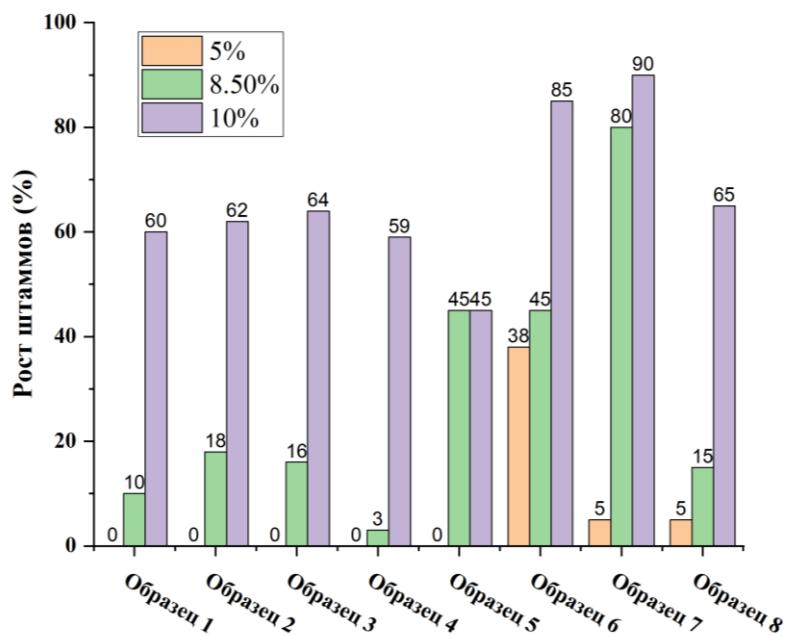


Рисунок 3. Влияние концентрации соли на рост штаммов.

Влияние температуры на рост и жизнедеятельность выделенных штаммов коррелируют с результатами многих авторов. Что касается влияния соли, то выделенные нами

штаммы показали значительное отклонение от ожидаемого результата, так как они оказались более чувствительными и способными расти при концентрации соли (8,5±1,5) %.

На следующем этапе были установлены функциональные свойства штаммов, основанные на изучении антимикробной активности, адгезионной способности, гидрофобности, устойчивости в кислой среде, устойчивости к антибиотикам.

Результаты по определению степени взаимодействия штаммов с водой, показали, что штаммы можно разделить 4 группы:

1 группа - *Lactobacillus sakei* показал промежуточную тенденцию между изолятами

из коммерческого препарата и коллекционными штаммами.

2 группа – штаммы со средней степенью взаимодействия с водой ($16 \pm 0,8$) % (образцы 1, 3, 4, 5);

3 группа - штаммы с низкой степенью взаимодействия с водой (гидрофобные), образец 2;

4 группа - коллекционные штаммы с высокой степенью взаимодействия с водой (гидрофильные), 2 штамма *Lactobacillus plantarum*.

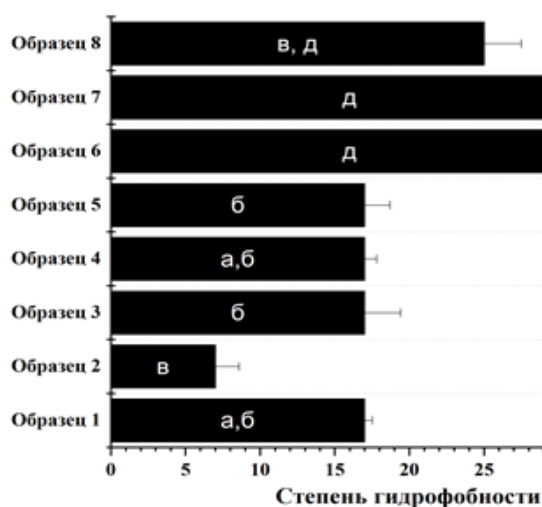


Рисунок 4. Степень взаимодействия штаммов с водой (%):

Заклучение, выводы

В данной статье приводится пример возможной технологической схемы для обоснования выбора перспективных стартовых культур с пробиотическими свойствами, предназначенных для мясного сырья. Выбор стартовых культур основан на определении следующих показателей: антимикробная активность, адгезионная способность, устойчивость к кислой среде, устойчивость к антибиотикам. Кроме того, выбор штаммов обосновывается исследованиями влияния штаммов на кислотность ферментированного объекта, влияния температуры на рост штаммов, влияния концентрации соли на рост штаммов.

Сравнительная характеристика выделенных и коллекционных штаммов показала, что последние обладают классическими свойствами стартовой культуры, предназначенной для мяса, и могут осуществлять ферментацию при низких температурах.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Данная статья профинансирована Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан по гранту №АР23488862 в рамках «Конкурса на грантовое финансирование научных и (или) научно-технических проектов на 2024-2026 годы». Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эргашев А. Ш. и др. Роль гельминтов в канцерогенезе//современная наука: Актуальные вопросы и достижения. – 2019. – С. 62.
2. Ребезов М. Б. и др. Способ производства деликатесного продукта из мяса индейки. – 2016.
3. Прянишников В. В. Современные технологии производства ферментированных мясных продуктов//Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – №. 5. – С. 30-37.
4. Решетник Е. И., Шарипова Т. В., Максимюк В. А. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности. – 2016.
5. Тариченко А. И. Биотехнология продуктов питания из сырья животного. – 2018.
6. Talon R. et al. Safety improvement and preservation of typical sensory qualities of traditional

dry fermented sausages using autochthonous starter cultures //International Journal of Food Microbiology. – 2008. – Т. 126. – №. 1-2. – С. 227-234.

7. Ünlü G., Nielsen B., Ionita C. Production of antilisterial bacteriocins from lactic acid bacteria in dairy-based media: a comparative study //Probiotics and antimicrobial proteins. – 2015. – Т. 7. – С. 259-274.

8. Mafra J. F. et al. Probiotic characterization of a commercial starter culture used in the fermentation of sausages //Food Science and Technology. – 2020. – Т. 41. – С. 240-246.

9. Gaucher F. et al. Adaptation of beneficial Propionibacteria, lactobacilli, and Bifidobacteria improves tolerance toward technological and digestive stresses //Frontiers in microbiology. – 2019. – Т. 10. – С. 841.

10. Munekata P. E. S. et al. Autochthonous probiotics in meat products: Selection, identification, and their use as starter culture //Microorganisms. – 2020. – Т. 8. – №. 11. – С. 1833.

11. Gheziel C. et al. Evaluating the probiotic potential of Lactobacillus plantarum strains from Algerian infant feces: towards the design of probiotic starter cultures tailored for developing countries //Probiotics and antimicrobial proteins. – 2019. – Т. 11. – С. 113-123.

12. Nachay K., Malochleb M. Ingredients solve product development challenges //Food Technol. – 2019. – Т. 73. – С. 53-85.

13. Hu L. (ed.). Food Safety: Rapid Detection and Effective Prevention of Foodborne Hazards. – CRC Press, 2018.

14. Heperkan D. Microbiota of table olive fermentations and criteria of selection for their use as starters //Frontiers in microbiology. – 2013. – Т. 4. – С. 143.

15. Bevilacqua, A., Campaniello, D., Speranza, B., Sinigaglia, M. and Corbo, M.R. (2014) Selection of Promising Probiotic Strains for Foods: Proposal for a Possible Flow-Chart with a Special Focus on the Dark Side of Probiotics. In: Roma, A., Ed., Probiotics in Health and Disease, Nova Publishers, Washington DC, 1-22.

REFERENCES

1. Ergashev A. SH. i dr. Rol' gel'mintov v kancerogeneze [The role of helminths in carcinogenesis] //Sovremennaya nauka: Aktual'nye voprosy i dostizheniya. – 2019. – S. 62.

2. Rebezov M. B. i dr. Sposob proizvodstva delikatesnogo produkta iz myasa indejki (Method of production of delicacy product from turkey meat). – 2016.

3. Pryanishnikov V. V. Sovremennyye tekhnologii proizvodstva fermentirovannykh myasnykh produktov [Modern technologies of fermented meat products production] //Racional'noe pitanie, pishchevyye dobavki i biostimulyatory. – 2016. – №. 5. – S. 30-37.

4. Reshetnik E. I., Sharipova T. V., Maksimyuk V. A. Metodologiya proektirovaniya produktov pitaniya s trebuemym kompleksom pokazatelej pishchevoj cennosti [Methodology of designing food products with the required complex of nutritional value indicators]. – 2016.

5. Tarichenko A. I. Biotekhnologiya produktov pitaniya iz syr'ya zhitvnogo [Biotechnology of food products from animal raw materials]. – 2018.

6. Talon R. et al. Safety improvement and preservation of typical sensory qualities of traditional dry fermented sausages using autochthonous starter cultures //International Journal of Food Microbiology. – 2008. – Т. 126. – №. 1-2. – С. 227-234.

7. Ünlü G., Nielsen B., Ionita C. Production of antilisterial bacteriocins from lactic acid bacteria in dairy-based media: a comparative study //Probiotics and antimicrobial proteins. – 2015. – Т. 7. – С. 259-274.

8. Mafra J. F. et al. Probiotic characterization of a commercial starter culture used in the fermentation of sausages //Food Science and Technology. – 2020. – Т. 41. – С. 240-246.

9. Gaucher F. et al. Adaptation of beneficial Propionibacteria, lactobacilli, and Bifidobacteria improves tolerance toward technological and digestive stresses //Frontiers in microbiology. – 2019. – Т. 10. – С. 841.

10. Munekata P. E. S. et al. Autochthonous probiotics in meat products: Selection, identification, and their use as starter culture //Microorganisms. – 2020. – Т. 8. – №. 11. – С. 1833.

11. Gheziel C. et al. Evaluating the probiotic potential of Lactobacillus plantarum strains from Algerian infant feces: towards the design of probiotic starter cultures tailored for developing countries //Probiotics and antimicrobial proteins. – 2019. – Т. 11. – С. 113-123.

12. Nachay K., Malochleb M. Ingredients solve product development challenges //Food Technol. – 2019. – Т. 73. – С. 53-85.

13. Hu L. (ed.). Food Safety: Rapid Detection and Effective Prevention of Foodborne Hazards. – CRC Press, 2018.

14. Heperkan D. Microbiota of table olive fermentations and criteria of selection for their use as starters //Frontiers in microbiology. – 2013. – Т. 4. – С. 143.

15. Bevilacqua, A., Campaniello, D., Speranza, B., Sinigaglia, M. and Corbo, M.R. (2014) Selection of Promising Probiotic Strains for Foods: Proposal for a Possible Flow-Chart with a Special Focus on the Dark Side of Probiotics. In: Roma, A., Ed., Probiotics in Health and Disease, Nova Publishers, Washington DC, 1-22.