

## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ/FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.50>

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ШТАММА МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НИЗКОСОРТНОГО МЯСНОГО СЫРЬЯ

Научная статья

Пономарев В.Я.<sup>1</sup>, Юнусов Э.Ш.<sup>2,\*</sup>, Китаевская С.В.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-1320-4881;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-7847-7229;<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-2211-8742;<sup>1, 2, 3</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (ed.yunusov[at]gmail.com)

## Аннотация

Исследована способность перспективного штамма молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* 131 к ферментированию мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани, применительно к технологии сырокопченых и сыровяленых колбас. Установлено, что использование штамма *Lactobacillus plantarum* 131 позволяет эффективно воздействовать на структурные компоненты говядины второго сорта. В процессе ферментации штамм показал хорошую выживаемость и способность к росту на контрольных и опытных образцах ферментированных колбас, была выявлена способность к интенсивному кислотообразованию, а также исследуемый штамм проявил высокую протеолитическую активность, подтвержденную физико-химическими исследованиями и анализом текстурного профиля. По результатам исследования штамм *Lactobacillus plantarum* 131 может быть рекомендован для использования в качестве стартовой культуры для ферментирования сырья с повышенным содержанием соединительной ткани, при составлении микробных композиций в качестве источника протеаз.

**Ключевые слова:** молочнокислые микроорганизмы, стартовые культуры, низкосортное мясное сырье, протеолиз.

## APPLICATION OF A PROMISING STRAIN OF LACTIC BACTERIA FOR PROCESSING LOW-GRADE MEAT RAW MATERIALS

Research article

Ponomarev V.Y.<sup>1</sup>, Yunusov E.S.<sup>2,\*</sup>, Kitaevskaya S.V.<sup>3</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-1320-4881;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-7847-7229;<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-2211-8742;<sup>1, 2, 3</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

\* Corresponding author (ed.yunusov[at]gmail.com)

## Abstract

The ability of the promising strain of lactic bacteria *Lactobacillus plantarum* 131 to ferment meat raw materials with a high content of connective tissue was studied in relation to the technology of raw smoked and dry-cured sausages. It was established that the use of the *Lactobacillus plantarum* 131 strain allows for effective action on the structural components of second-grade beef. During fermentation, the strain showed good survivability and growth capacity on control and experimental samples of fermented sausages, demonstrated the ability to form acid intensively, and exhibited high proteolytic activity, confirmed by physicochemical studies and texture profile analysis. Based on the results of the study, *Lactobacillus plantarum* 131 can be recommended for use as a starter culture for fermenting raw materials with a high connective tissue content and for use in microbial compositions as a source of proteases.

**Keywords:** lactic microorganisms, starter cultures, low-grade meat raw materials, proteolysis.

## Введение

Колбасные изделия, в том числе и ферментированные колбасы, являются одним из древнейших видов кулинарной продукции. Традиционные для каждого региона мясные изделия отражают такие особенности региона производства, как доступность сырья, климатические условия, а также культурные и религиозные особенности.

Если рассматривать ферментированные мясoproductы, их количество превышает несколько десятков, а с учетом локальных разновидностей — сотни наименований. Данные виды мясoproductов различаются видом сырья, способом измельчения, а также длительностью и условиями созревания [1].

В настоящее время технологический процесс производства ферментированных мясoproductов достаточно хорошо изучен и имеется значительная теоретическая база, дающая представление о физико-химических, биохимических и микробиологических процессах, протекающих в мясном сырье в процессе ферментации, копчения, созревания и сушки [2].

Производство сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов относится к числу наиболее трудоемких технологических процессов, обусловленных спецификой обработки мясного сырья, не подвергающегося термической обработке [3]. При созревании мясного сырья протекают с различной степенью интенсивности гликолитические и окислительные процессы, а также протеолитические и липолитические изменения компонентов мышечной ткани [4].

При традиционном способе производства ферментированных колбас создаются условия, благоприятствующие селективному росту адаптированной микрофлоры. Ранее использовался технологический прием, когда в рецептуру фарша вносилась порция предварительно ферментированного мяса, что позволяло получить продукты с лучшей консистенцией и другими органолептическими показателями. Логическим развитием этой практики стало использование отдельных штаммов молочнокислых микроорганизмов, что впервые было показано на примере микроорганизмов рода *Lactobacillus* [5]. В настоящее время практика использования как отдельных штаммов молочнокислых микроорганизмов, так и их различных комбинаций в виде стартовых культур получила широкое распространение [6].

Специфический вкус и аромат ферментированных мясopодуkтов, а также их консистенция является результатом целенаправленных изменений в мясном сырье под действием ферментов мышечной ткани, микроорганизмов (автохтонной микрофлоры или микрофлоры стартовых культур), инициируемые рецептурными ингредиентами (соль, специи) и условиями окружающей среды в процессе созревания и сушки [7]. Преобладающей микрофлорой ферментированных мясных продуктов являются молочнокислые микроорганизмы, которые быстро развиваются в процессе ферментации мясного сырья, достигая количества  $10^8$ – $10^9$  КОЕ/г, и их количество остается практически неизменным до конца процесса созревания и сушки. Именно эта группа микроорганизмов обеспечивает санитарное благополучие готового продукта, так как синтезирует органические кислоты (молочную и уксусную) и тем самым снижает pH сырья, ингибирует развитие патогенной микрофлоры и ускоряет процесс обезвоживания продукта за счет снижения влагоудерживающей способности мышечных белков [8].

К сырию для производства ферментированных мясных продуктов предъявляется ряд требований, связанных с санитарным состоянием мясного сырья, типом холодильной обработки, а также с морфологическим составом тканей, в частности, содержанием соединительной ткани [9]. Наилучшим видом мясного сырья для производства ферментированных мясopодуkтов считается охлажденное мясо, полученное со следующих частей туши: длиннейшая мышца спины, мясо из задней части туши для говядины, а также грудинка, корейка и лопатка для свинины [10]. Выбор данного сырья обусловлен минимальным содержанием соединительной ткани в указанных частях туши, в среднем около 5–10%, что позволяет получить продукт с плотной, однородной структурой и хорошей разжевываемостью [11].

Вовлечение в технологический процесс сырья с большим содержанием соединительной ткани позволило бы значительно снизить себестоимость готового продукта, а также расширить сырьевую базу для производства ферментированных мясopодуkтов.

Однако использование сырья с повышенным содержанием соединительной ткани значительно ухудшает сенсорные характеристики готового продукта. Решению данной задачи может способствовать использование штаммов молочнокислых микроорганизмов, обладающих высокой протеолитической активностью, в качестве стартовых культур [12]. Поиск, идентификация и адаптация подобных штаммов молочнокислых микроорганизмов является важной задачей, позволяющей использовать сырье с высоким содержанием соединительной ткани при производстве ферментированной мясной продукции.

Целью данного исследования являлось изучение влияния штамма молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*, обладающего протеолитическим потенциалом, на свойства мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани с перспективой его использования при производстве ферментированных колбас.

### Методы и принципы исследования

В качестве объектов исследования использовалось мясное сырье — говядина высшего сорта с содержанием соединительной ткани 3–4% (образец 1), а также говядина 2 сорта с содержанием соединительной ткани 10% (образец 2). Мясное сырье было получено в результате жиловки спинной части туши для высшего сорта и лопаточной части туши для второго сорта [13]. Отобранные образцы мясного сырья измельчались на бытовой мясорубке и составлялась усредненная проба.

Для воздействия на мясное сырье был выбран штамм *Lactobacillus plantarum* 131 (Регистрационный номер коллекции ВКПМ: В-5494) из коллекции БРЦ ВКПМ Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Клетки штамма *Lactobacillus plantarum* 131 представляют собой палочки, расположенные одиночно, парами, короткими цепочками. Колонии белого цвета, округлой формы. Данный штамм проявляет активность в интервале температур 15–45 °C и диапазоне pH 5,5–6,2, устойчив к щелочной реакции среды и способен к росту в кислой среде.

Штамм *Lactobacillus plantarum* 131 осуществляет гомоферментативное брожение, является продуцентом внеклеточных протеаз, что делает его перспективным для производства пищевой продукции, в том числе и ферментированных колбас из сырья с повышенным содержанием соединительной ткани [14].

В качестве образца для сравнения была выбрана коммерческая закваска на основе штамма *L. plantarum* (MEATFERM SLP 1U, Biochem s.r.l., Италия). Данная закваска рекомендована для производства ферментированных колбас, способствует увеличению срока годности готового продукта, подавляет развитие патогенной микрофлоры и *Listeria monocytogenes*.

Для оценки технологических и текстурных показателей в подготовленное мясное сырье вносились закваски в дозировке 0,05%, фарши набивались в фиброузную оболочку.

Полученные образцы колбас подвергались осадке и сушке при температуре  $12 \pm 2$  °C и влажности воздуха  $75 \pm 0,1\%$  в течение 20 суток.

Микробиологические показатели определяли согласно методике [15], определение количества молочной кислоты проводили спектрофотометрически [16], определение pH производили в водном экстракте продукта с использованием pH метра [17].

Физико-химические показатели (содержание белка, влаги, жира) определяли методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «ИнфраЛИОМ ФТ-12» [18].

Анализ профиля текстуры (ТРА) образцов проводился на анализаторе текстуры «Структурометр СТ-2» [19], [20].

Все исследования проводились минимум в трех повторностях, с последующей статистической обработкой данных.

### Результаты и обсуждение

Для оценки перспектив использования штамма *L. plantarum* 131 в качестве заквасочной культуры для производства ферментированных колбас нами были проведены исследования по оценке влияния молочнокислых микроорганизмов на основные показатели мясного сырья в процессе созревания и сушки. Результаты исследования представлены в таблице 1. Проводился микробиологический анализ, в ходе которого определяли количество жизнеспособных клеток в процессе ферментации. Определяли количество образующейся в процессе ферментации молочной кислоты и изменение pH, показателей, которые определяют эффективность воздействия молочнокислых микроорганизмов на сырье и возможность их использования в качестве закваски при производстве ферментированных колбас.

Таблица 1 - Изменение основных показателей ферментированных колбас при созревании и сушке

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.50.1>

Образцы	Показатель	Длительность эксперимента, сут					
		1	3	6	9	15	20
MEATFERM SLP 1U							
Образец 1	рН	6,0±0,2	5,3±0,2	5,0±0,2	4,8±0,2	4,8±0,2	4,7±0,2
	Молочная кислота, мг/г	8,5±0,1	14,9±0,1	15,5±0,1	17,7±0,1	18,5±0,1	20,2±0,1
	МКБ, lg КОЕ/г	5,7±0,1	9,3±0,1	9,5±0,1	9,9±0,1	9,7±0,1	8,0±0,1
	Белок, %	17,94±0,3	18,24±0,3	18,67±0,3	18,95±0,3	19,45±0,3	20,12±0,3
	Влага, %	55,5±0,5	53,1±0,5	51,8±0,5	49,8±0,5	44,2±0,5	39,5±0,5
	Жир, %	18,6±0,7	20,1±0,7	22,3±0,7	23,2±0,7	28,1±0,7	31,4±0,7
Образец 2	рН	5,9±0,2	5,4±0,2	5,1±0,2	4,9±0,2	4,8±0,2	4,8±0,2
	Молочная кислота, мг/г	8,6±0,1	14,8±0,1	15,1±0,1	17,4±0,1	18,1±0,1	19,8±0,1
	МКБ, lg КОЕ/г	5,8±0,1	9,2±0,1	9,4±0,1	9,8±0,1	9,8±0,1	8,0±0,1
	Белок, %	20,15±0,3	19,54±0,3	21,22±0,3	22,01±0,3	22,84±0,3	23,05±0,3
	Влага, %	59,2±0,5	56,8±0,5	51,4±0,5	46,7±0,5	44,2±0,5	41,3±0,5
	Жир, %	18,7±0,7	19,8±0,7	21,2±0,7	22,4±0,7	27,9±0,7	30,5±0,7
L. plantarum 131							
Образец 1	рН	5,9±0,2	4,9±0,2	4,9±0,2	4,7±0,2	4,7±0,2	4,6±0,2
	Молочная кислота, мг/г	8,6±0,1	15,3±0,1	16,5±0,1	18,8±0,1	19,3±0,1	20,8±0,1
	МКБ, lg КОЕ/г	6,8±0,1	9,3±0,1	9,5±0,1	9,8±0,1	9,5±0,1	8,0±0,1
	Белок, %	17,55±0,3	17,95±0,3	18,22±0,3	18,50±0,3	19,11±0,3	20,04±0,3
	Влага, %	54,5±0,5	53,2±0,5	49,6±0,5	45,1±0,5	43,4±0,5	39,1±0,5
	Жир, %	18,4±0,7	19,5±0,7	22,3±0,7	24,5±0,7	26,4±0,7	30,8±0,7
Образец 2	рН	5,9±0,2	4,8±0,2	4,8±0,2	4,7±0,2	4,6±0,2	4,6±0,2
	Молочная кислота, мг/г	8,6±0,1	15,5±0,1	16,8±0,1	19±0,1	19,6±0,1	21,5±0,1
	МКБ, lg КОЕ/г	7,1±0,1	9,4±0,1	9,6±0,1	9,9±0,1	9,4±0,1	7,9±0,1
	Белок, %	20,20±0,3	20,85±0,3	21,05±0,3	21,37±0,3	21,86±0,3	22,13±0,3
	Влага, %	59,0±0,5	54,3±0,5	50,22±0,5	46,4±0,5	43,8±0,5	39,9±0,5
	Жир, %	18,3±0,7	21,1±0,7	23,8±0,7	25,4±0,7	27,8±0,7	31,2±0,7

Штамм *L. plantarum* 131 показал хорошую выживаемость в образцах ферментированных колбас, независимо от количества соединительной ткани в мясном сырье. На 9 сутки эксперимента популяция достигла 9,8–9,9 lg КОЕ/г, незначительно снизившись к концу сушки. Использование коммерческой стартовой культуры показало аналогичные изменения популяции во всех исследуемых образцах.

В процессе ферментации было отмечено снижение pH и накопление молочной кислоты, причем наблюдаемые изменения были более выражены для штамма *L. plantarum* 131, особенно в первые сутки эксперимента. Данный эффект особенно важен при производстве ферментированных колбас, так как быстрое накопление молочной кислоты и связанное с ним снижение pH позволяет подавлять рост патогенной микрофлоры и является гарантией сохранности качества ферментированных колбас [21].

Оценка физико-химических показателей образцов продукции в процессе сушки показала, что оба штамма молочнокислых бактерий эффективно воздействуют на мясное сырье и позволяют достичь требуемых регламентируемых показателей в установленные сроки. В образцах колбас из мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани, полученных с использованием опытного штамма *L. plantarum* 131, было отмечено более интенсивное снижение влажности в процессе созревания по сравнению с коммерческой заквасочной культурой, а также меньшее количество белка, что может быть связано с активным кислотообразованием в процессе ферментации, а также с действием протеолитических ферментов.

Основным препятствием к использованию сырья с повышенным содержанием соединительной ткани при производстве ферментированных колбас является его изначальная жесткость. В конце созревания и сушки готовая продукция из такого сырья может обладать худшими сенсорными свойствами, в частности повышенной твердостью и худшей разжевываемостью по сравнению с колбасами, выработанными из мясного сырья высшего сорта. Использование стартовых культур, обладающих протеолитическим потенциалом и способных синтезировать в процессе ферментации протеолитические ферменты, позволит снизить жесткость готового продукта и улучшить восприятие продукта у потребителя [12].

Для оценки эффективности воздействия исследуемых штаммов молочнокислых микроорганизмов на мясное сырье были проведены исследования по анализу текстурного профиля колбасных изделий. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Анализ профиля текстуры образцов колбасных изделий

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.50.2>

Наименование показателя	MEATFERM SLP 1U		<i>L. plantarum</i> 131	
	Образец 1	Образец 2	Образец 1	Образец 2
Твердость (Hardness), g	3211,45±25,07	3324,36±22,26	3225,37±24,63	3286,38±18,65
Упругость (Springiness), %	88,68±0,84	83,25±0,91	87,36±0,54	84,42±0,49
Когезия (Cohesiveness), %	76,24±0,67	78,63±0,86	77,32±0,62	77,96±0,75
Пережевываемость (Chewiness), g	2171,24±16,93	2176,11±15,48	2178,63±22,13	2162,89±25,18

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что использование штамма *L. plantarum* 131 благоприятно влияет на текстурный профиль продуктов, выработанных из мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани.

В образцах, полученных с использованием штамма *L. plantarum* 131, было выявлено значимое снижение показателя твердости образцов и снижение усилия пережевываемости по сравнению с образцами, полученными с использованием коммерческой стартовой культуры, что подтверждает целесообразность использования стартовых культур с протеолитическим потенциалом для обработки низкосортного сырья.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что штамм молочнокислых бактерий *L. plantarum* 131 является потенциально перспективным для использования в составе стартовых культур при производстве ферментированных продуктов. В качестве положительных моментов можно выделить его способность к росту на мясном сырье, интенсивное кислотообразование и синтез протеолитических ферментов, позволяющих использовать мясное сырье с повышенным содержанием соединительной ткани при выработке ферментированных колбас.

Поиск заквасочных микроорганизмов с протеолитическим потенциалом является перспективным направлением исследований, позволяющим повысить конверсию низкосортного мясного сырья при производстве пищевых продуктов. В дальнейшей перспективе предполагается разработать комплексную стартовую культуру, обладающую протеолитическим и пробиотическим потенциалом с целью получения эффективной микробной композиции для производства ферментированной мясной продукции.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Carballo J. Sausages: Nutrition, Safety, Processing and Quality Improvement / J. Carballo // Foods. — 2021. — Vol. 10. — P. 890. — DOI: 10.3390/foods10040890.
2. Comi G. Lactic acid bacteria: Variability due to different pork breeds, breeding systems and fermented sausage production technology / G. Comi, A. Muzzin, M. Corazzin [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 338.
3. Barbieri F. Metabolism of *Lactobacillus sakei* Chr82 in the presence of different amounts of fermented sugars / F. Barbieri, L. Laghi, F. Gardini [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 720.
4. Agüero N.L. Technological characterisation of probiotic lactic acid bacteria as starter cultures for dry-fermented sausages / N.L. Agüero, L.S. Frizzo, A.C. Ouwehand [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 596.
5. Rodríguez-González M. Biochemical changes during the manufacture of Galician chorizo sausage as affected by the addition of autochthonous starter cultures / M. Rodríguez-González, S. Fonseca, J.A. Centeno [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 1813.
6. Cullere M. Fat inclusion level, NaCl content and LAB starter cultures in the manufacturing of Italian-type ostrich salami: Weight loss and nutritional traits / M. Cullere, E. Novelli, A. Dalle Zotte // Foods. — 2020. — № 9. — P. 476.
7. Martuscelli M. Safety, quality and analytical authentication of halal meat products, with particular emphasis on salami: A review / M. Martuscelli, A. Serio, O. Capezio [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 1111.
8. Laranjo M. The Use of Starter Cultures in Traditional Meat Products / M. Laranjo, M. Elias, M.J. Fraqueza // Journal of Food Quality. — 2017. — Art. 9546026. — DOI: 10.1155/2017/9546026.
9. Hwang J. Effect of Starter Cultures on Quality of Fermented Sausages / J. Hwang, Yu. Kim, Ye. Seo [et al.] // Food Sci Anim Resour. — 2023. — № 43 (1). — P. 1–9. — DOI: 10.5851/kosfa.2022.e75.
10. Laranjo M. Role of Starter Cultures on the Safety of Fermented Meat Products / M. Laranjo, M.E. Potes, M. Elias // Front. Microbiol. — 2019. — № 10. — P. 853. — DOI: 10.3389/fmicb.2019.00853.
11. Jung Y.S. Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of commercial dry fermented sausages / Y.S. Jung, H.H. Yoon // J East Asian Soc Diet Life. — 2020. — № 30. — P. 306–315.
12. Wikandari P. Isolation and Utilization of Protease Lactic Acid Bacteria as Meat Tenderizer / P. Wikandari, D. Panggayuh, IG.N. Oka Dhana. — 2019. — DOI: 10.2991/snk-19.2019.15.
13. Горлач Е.А. Повышение качества и биологической ценности мясных изделий / Е.А. Горлач, Н.А. Третьяков // Известия СПбГАУ. — 2018. — № 4 (53). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kachestva-i-biologicheskoy-tsennosti-myasnyh-izdeliy> (дата обращения: 14.11.2025).
14. Noskova S. The study of antibacterial, fungicidal and cytotoxic properties of antagonist microorganisms / S. Noskova, N. Moroz, S. Sukhikh [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2020. — № 613. — Art. 012095. — DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012095.
15. Kitaevskaya S. Research of fermentation processes of protein substrates by consortiums of lactic acid bacteria / S. Kitaevskaya, V. Ponomarev, E. Yunusov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2022. — Vol. 978. — Art. 012052. — DOI: 10.1088/1755-1315/978/1/012052.
16. Borshchevskaya L. Spectrophotometric determination of lactic acid / L. Borshchevskaya, T. Gordeeva, A. Kalinina [et al.] // Journal of Analytical Chemistry. — 2016. — Vol. 71. — P. 755–758. — DOI: 10.1134/S1061934816080037.
17. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. — Москва: Колос, 2001.
18. М 04-89-2019 Мясо и мясная продукция. Методика измерений массовой доли жира, белка и влаги методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «ИнфраЛЮМ ФТ-12» / ЛЮМЭКС-МАРКЕТИНГ. — URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16/items/667925> (дата обращения: 07.11.2025)
19. Черных В.Я. Информационно-измерительная система на базе прибора «Структурометр СТ-2» для контроля реологических характеристик пищевых сред / В.Я. Черных // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов. Четвертая научно-практическая конференция с международным участием. — Москва: ФГБНУ НИИХП, 2015. — С. 24–29.
20. Sorapukdee S. Application of Collagenolytic Proteases from *Bacillus subtilis* B13 and *Bacillus siamensis* S6 for Tenderizing Goat Meat during Wet Aging / S. Sorapukdee, W. Samritphol, P. Sangsawad [et al.] // Food Sci Anim Resour. — 2024. — № 44 (2). — P. 430–442. — DOI: 10.5851/kosfa.2023.e79.
21. Tang K.X. Effect of starter cultures on taste-active amino acids and survival of pathogenic *Escherichia coli* in dry fermented beef sausages / K.X. Tang, T. Shi, M. Ganzle // European Food Research and Technology. — 2018. — Vol. 244. — № 12. — P. 2203–2212.



**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Carballo J. Sausages: Nutrition, Safety, Processing and Quality Improvement / J. Carballo // Foods. — 2021. — Vol. 10. — P. 890. — DOI: 10.3390/foods10040890.
2. Comi G. Lactic acid bacteria: Variability due to different pork breeds, breeding systems and fermented sausage production technology / G. Comi, A. Muzzin, M. Corazzin [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 338.
3. Barbieri F. Metabolism of *Lactobacillus sakei* Chr82 in the presence of different amounts of fermented sugars / F. Barbieri, L. Laghi, F. Gardini [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 720.
4. Agüero N.L. Technological characterisation of probiotic lactic acid bacteria as starter cultures for dry-fermented sausages / N.L. Agüero, L.S. Frizzo, A.C. Ouwehand [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 596.
5. Rodríguez-González M. Biochemical changes during the manufacture of Galician chorizo sausage as affected by the addition of autochthonous starter cultures / M. Rodríguez-González, S. Fonseca, J.A. Centeno [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 1813.
6. Cullere M. Fat inclusion level, NaCl content and LAB starter cultures in the manufacturing of Italian-type ostrich salami: Weight loss and nutritional traits / M. Cullere, E. Novelli, A. Dalle Zotte // Foods. — 2020. — № 9. — P. 476.
7. Martuscelli M. Safety, quality and analytical authentication of halal meat products, with particular emphasis on salami: A review / M. Martuscelli, A. Serio, O. Capezio [et al.] // Foods. — 2020. — № 9. — P. 1111.
8. Laranjo M. The Use of Starter Cultures in Traditional Meat Products / M. Laranjo, M. Elias, M.J. Fraqueza // Journal of Food Quality. — 2017. — Art. 9546026. — DOI: 10.1155/2017/9546026.
9. Hwang J. Effect of Starter Cultures on Quality of Fermented Sausages / J. Hwang, Yu. Kim, Ye. Seo [et al.] // Food Sci Anim Resour. — 2023. — № 43 (1). — P. 1–9. — DI: 10.5851/kosfa.2022.e75.
10. Laranjo M. Role of Starter Cultures on the Safety of Fermented Meat Products / M. Laranjo, M.E. Potes, M. Elias // Front. Microbiol. — 2019. — № 10. — P. 853. — DOI: 10.3389/fmicb.2019.00853.
11. Jung Y.S. Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of commercial dry fermented sausages / Y.S. Jung, H.H. Yoon // J East Asian Soc Diet Life. — 2020. — № 30. — P. 306–315.
12. Wikandari P. Isolation and Utilization of Protease Lactic Acid Bacteria as Meat Tenderizer / P. Wikandari, D. Panggayuh, IG.N. Oka Dhana. — 2019. — DOI: 10.2991/snk-19.2019.15.
13. Gorlach Ye.A. Povyshenie kachestva i biologicheskoi tsennosti myasnykh izdelii [Improving the quality and biological value of meat products] / E.A. Gorlach, N.A. Tretyakov // Izvestiya SPbGAU [Proceedings of St. Petersburg State Agrarian University]. — 2018. — № 4 (53). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kachestva-i-biologicheskoy-tsennosti-myasnyh-izdeliy> (accessed: 14.11.2025). [in Russian]
14. Noskova S. The study of antibacterial, fungicidal and cytotoxic properties of antagonist microorganisms / S. Noskova, N. Moroz, S. Sukhikh [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2020. — № 613. — Art. 012095. — DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012095.
15. Kitaevskaya S. Research of fermentation processes of protein substrates by consortiums of lactic acid bacteria / S. Kitaevskaya, V. Ponomarev, E. Yunusov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2022. — Vol. 978. — Art. 012052. — DOI: 10.1088/1755-1315/978/1/012052.
16. Borshchevskaya L. Spectrophotometric determination of lactic acid / L. Borshchevskaya, T. Gordeeva, A. Kalinina [et al.] // Journal of Analytical Chemistry. — 2016. — Vol. 71. — P. 755–758. — DOI: 10.1134/S1061934816080037.
17. Antipova L.V. Metodi issledovaniya myasa i myasnykh produktov [Methods for testing meat and meat products] / L.V. Antipova, I.A. Glotova, I.A. Rogov. — Moscow: Kolos, 2001. [in Russian]
18. M 04-89-2019 Myaso i myasnaya produktsiya. Metodika izmerenii massovoi doli zhira, belka i vlagi metodom spektroskopii v blizhnei infrakrasnoi oblasti s ispolzovaniem analizatora «InfraLYuM FT-12» [M 04-89-2019 Meat and meat products. Methodology for measuring the mass fraction of fat, protein and moisture using near-infrared spectroscopy with the InfraLUM FT-12 analyser] / LUMEX-MARKETING. — URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16/items/667925> (accessed: 07.11.2025) [in Russian]
19. Chernikh V.Ya. Informatsionno-izmeritelnaya sistema na baze pribora «Strukturometr ST-2» dlya kontrolya reologicheskikh kharakteristik pishchevikh sred [Information and measurement system based on the 'Structurometer ST-2' device for monitoring the rheological characteristics of food media] / V.Ya. Chernikh // Upravlenie reologicheskimi svoistvami pishchevikh produktov. Chetvertaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnim uchastiem [Control of the rheological properties of food products. Fourth scientific and practical conference with international participation]. — Moscow: FSBSI NIIKhP, 2015. — P. 24–29. [in Russian]
20. Sorapukdee S. Application of Collagenolytic Proteases from *Bacillus subtilis* B13 and *Bacillus siamensis* S6 for Tenderizing Goat Meat during Wet Aging / S. Sorapukdee, W. Samritphol, P. Sangsawad [et al.] // Food Sci Anim Resour. — 2024. — № 44 (2). — P. 430–442. — DOI: 10.5851/kosfa.2023.e79.
21. Tang K.X. Effect of starter cultures on taste-active amino acids and survival of pathogenic *Escherichia coli* in dry fermented beef sausages / K.X. Tang, T. Shi, M. Ganzle // European Food Research and Technology. — 2018. — Vol. 244. — № 12. — P. 2203–2212.