



**САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И
БИОБЕЗОПАСНОСТЬ/SANITATION, HYGIENE, ECOLOGY, VETERINARY AND SANITARY EXPERTISE AND
BIOSAFETY**

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.3>

EDN: МОНОСР

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МИКРОБНОЙ ПОРЧЕ МЯСА: УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ,
ВЫЯВЛЕНИЕ, МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ**

Обзор

Трубина Т.В.¹, Мартусевич А.К.^{2,*}, Демидова Т.Н.³¹ ORCID : 0009-0001-4876-9754;² ORCID : 0000-0002-0818-5316;^{1,2,3} Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород,
Российская Федерация² Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний
Новгород, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (cryst-mart[at]yandex.ru)

Предложена: 25.02.2026; Принята: 30.04.2026; Опубликована: 19.05.2026

Аннотация

Современная мясная промышленность, являясь крупнейшим сегментом пищевой отрасли, производит обширный ассортимент продукции. Учитывая, что мясо служит благоприятной средой для развития микроорганизмов и относится к скоропортящимся продуктам, несоблюдение технологических и санитарных режимов на этапах товародвижения повышает риски пищевых отравлений и распространения болезней, общих для человека и животных. Проведенный анализ состояния проблемы позволяет заключить, что микробная порча мяса представляет собой сложный многостадийный процесс, развитие которого детерминировано комплексом взаимосвязанных факторов. При этом установлено, что ключевыми детерминантами, лимитирующими рост микроорганизмов на поверхности и в структуре мяса, выступают абиотические (температура хранения, влажность, газовый состав атмосферы, величина pH и др.) и биотические факторы, включающие исходную обсемененность туш, видовой состав микроорганизмов и явление микробного антагонизма или синергизма. Таким образом, мясо как скоропортящийся продукт требует неукоснительного соблюдения режимов холодильного хранения на всем протяжении технологического цикла.

Ключевые слова: ветеринарно-санитарная экспертиза, мясо, мясные изделия, биобезопасность, микроорганизмы, микробиологическая порча.

**CURRENT UNDERSTANDING OF MICROBIAL CONTAMINATION OF MEAT: CAUSES, DETECTION AND
PREVENTIVE MEASURES**

Review article

Trubina T.V.¹, Martusevich A.K.^{2,*}, Demidova T.N.³¹ ORCID : 0009-0001-4876-9754;² ORCID : 0000-0002-0818-5316;^{1,2,3} Nizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L. Ya. Florentyev, Nizhny Novgorod, Russian
Federation² National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

* Corresponding author (cryst-mart[at]yandex.ru)

Suggested: 25.02.2026; Accepted: 30.04.2026; Published: 19.05.2026

Abstract

The modern meat industry, as the largest segment of the food sector, produces a wide range of products. Given that meat provides a favourable environment for the growth of microorganisms and is a perishable product, failure to comply with technological and sanitary requirements during distribution increases the risks of food poisoning and the spread of diseases common to both humans and animals. An analysis of the current state of the problem leads to the conclusion that microbial contamination of meat is a complex, multi-stage process, the development of which is determined by a complex of interrelated factors. It has been established that the key determinants limiting the growth of microorganisms on the surface and within the structure of meat are abiotic factors (storage temperature, humidity, gas composition of the atmosphere, pH, etc.) and biotic factors, including the initial microbial load of carcasses, the species composition of microorganisms, and the phenomenon of microbial antagonism or synergy. Thus, as a perishable product, meat requires strict adherence to cold storage regimes throughout the entire production cycle.

Keywords: veterinary and sanitary inspection, meat, meat products, biosafety, microorganisms, microbiological contamination.

Введение

Известно, что мясная индустрия представляет собой один из наиболее значимых сегментов пищевой промышленности в целом, обеспечивая производство широкого спектра продуктов как пищевого, так и кормового назначения. При этом ключевой особенностью функционирования данной отрасли промышленности служит необходимость обеспечения специальных условий реализации технологии на всех этапах, что обусловлено, с одной стороны, возможностью быстрой порчи мяса и мясопродуктов и, с другой стороны, целесообразностью тщательного ветеринарного контроля исходного сырья во избежание развития антропозоонозных инфекций у потребителей и сотрудников [8]. Следовательно, принципиальную значимость приобретает оптимизация и поддержание высокого уровня безопасности на всех стадиях производства, хранения и реализации мясной продукции, что рассматривается как немаловажная функция системы государственного ветеринарного надзора.

Многими исследователями показан многофакторный характер возникновения микробной контаминации мяса и мясопродуктов, причем в качестве наиболее значимых причин ее появления выделяют:

- исходную бактериальную и/или вирусную загрязненность мясного сырья (преимущественно возбудителями энтеральных инфекций и инвазий);
- слабый надзор за используемыми предприятиями-производителями пищевыми добавками натурального или синтетического происхождения;
- сравнительно малый спектр удобных технологий скрининга мяса и мясопродуктов на наличие микробного обсеменения, доступный для выполнения не только в лабораторных, но и в полевых условиях;
- обеспечение бесперебойного и полноценного функционирования самой службы ветеринарного контроля;
- определение ответственности по мониторингу зоонозных заболеваний между службой по борьбе с болезнями животных и регулирующими органами отечественного здравоохранения;
- формирование национальных и мировых стандартов обеспечения продовольственной безопасности и государственного продовольственного суверенитета, основанных на внедрении и использовании жестких ГОСТов, регламентирующих сферы производства и продажи мяса и мясопродуктов;
- необходимость опережающего повышения квалификации всех участников производственно-торговой цепочки, непосредственно контактирующих с сырьем, полуфабрикатами и мясной продукцией и т.д. [9].

Поскольку одной из ведущих причин заболеваемости и летальности населения являются патогенные микроорганизмы, главной целью законодательства любой страны при регламентировании деятельности пищевой промышленности является обеспечение максимального безвредного производства. Это достигается посредством обнаружения и своевременного мониторинга риск-факторов, ассоциированных с компонентным составом и физико-химическими характеристиками пищевых продуктов.

Для обеспечения продовольственной безопасности населения были сформированы единые национальные критерии безопасности пищевых продуктов, заложенные в действующую правовую базу ветеринарно-санитарного надзора. Однозначно продемонстрировано, что самыми значимыми микроорганизмами, обладающими при энтеральном пути проникновения в организм патогенными свойствами, являются *Salmonella*, *Campylobacter* и *Escherichia Coli*. Бактериологическая оценка качества мясной продукции даже только по этим возбудителям дает возможность интегрально оценить правильность осуществления этапов производства и реализации (от стадии убоя животного до продажи или утилизации мясопродуктов), что минимизирует риск продажи контаминированной продукции.

Целью данного обзора является анализ процедур и методов проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса с позиций современных лабораторных технологий с учетом требований актуальных нормативных актов (с акцентом на выявление микробной порчи мяса).

Особенности ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов

К стандартной методике тестирования качества мяса и мясопродуктов относятся органолептические, физико-химические, микробиологические способы, в настоящее время рассматриваемые как базисные лабораторные технологии ветеринарно-санитарной экспертизы [1]. В процессе органолептической проверки мясных изделий выполняют анализ комплекса показателей (внешний вид, окраску, структуру, консистенцию, запах, объемную долю жировой ткани и сухожилий, характер бульона) [2].

Лабораторные методы оценки характеристик мяса и мясной продукции преимущественно базируются на детекции процессов деградации протеинового компонента, а также выявлении уровня летучих жирных кислот [3]. Необходимо точно установить, было ли здоровым животное, из которого получено анализируемое мясо [4]. Способ обнаружения остаточных веществ белкового распада в мясном бульоне основан на белковой коагуляции, происходящей в процессе варки мяса и дальнейшей протеин-селективной фильтрацией в присутствии 5% водного раствора CuSO_4 . Если в бульоне присутствуют остаточные вещества белкового распада, полипептиды, реакция с сульфатом меди приводит к образованию желеобразного осадка.

Наличие в мясе летучих жирных кислот детектируется с использованием дезаминирования аминокислот. Итогом этого процесса является синтез аммиака и низкомолекулярных жирных кислот.

Анализ характеристик мясопродуктов с применением микроскопической техники имеет стандартизированный порядок проведения, значение и результаты. Данный метод исследования основан на выявлении точного количества бактерий и определения стадии порчи продукта.

Условия микробной порчи мяса и мясопродуктов

Факторы, от которых зависит рост численности микробов на поверхности мяса и в его структуре, включают несколько позиций:



- Компонентный состав мяса. Известно, что все бактерии в разной степени нуждаются в питательных веществах — воде, двуокиси углерода, кислороде, минеральных элементах, азоте, аминокислотных соединениях, витаминах, пуринах и т. д. Мясо является основным источником перечисленных веществ среди всех продуктов, поэтому служит идеальной средой для размножения разнообразных видов бактерий [5].

- Температура. Бесспорно, что температурные условия непосредственно определяют скорость процесса размножения микроорганизмов на поверхности мяса. Для каждого вида бактерий существует минимальный и максимальный температурный предел. Так, большая часть микроорганизмов активно размножается в температурном диапазоне 17–38°C [6]. Мясные продукты, обработанные и хранившиеся не охлажденными, часто содержат термофильные бактерии [7]. При хранении мясопродуктов в охлажденном виде в них могут присутствовать психрофильные бактерии. Если мясопродукт хранили в температурных условиях, оптимальных для нескольких групп микроорганизмов, может развиваться гетерогенная флора. Если мясо сохраняется при низких температурах, численность микроорганизмов растет медленно, при этом наблюдается развитие лишь незначительной части микрофлоры [8].

- Кислород. В зависимости от данного фактора микроорганизмы условно делятся на физиологические подгруппы. Критерием разделения служит влияние кислорода на их развитие: безусловные анаэробы, способные размножаться только при отсутствии кислорода; безусловные аэробы — бактерии, растущие исключительно при наличии кислорода; условные анаэробы, их развитие возможно как при наличии, так и при отсутствии кислорода. При упаковке мяса в вакуумную непроницаемую пленку возможно развития анаэробных бактерий, а при отсутствии упаковки на его поверхности возможно развитие многочисленных аэробных микроорганизмов [9].

- Воздействие кислотности среды — фактор, играющий важнейшую роль в процессе роста бактериальных клеток. Оптимальная среда для размножения в большинстве своем известных бактерий — нейтральная. При медленном понижении pH сначала наблюдается гибель гнилостных микроорганизмов, при дальнейшем закислении среды погибают молочнокислые стрептококки и палочки.

- Уровень влажности. Бактерии обладают способностью к поглощению нутриентов из водных растворов, причем это возможно даже при их росте на плотных средах (в частности, на поверхности мяса) [10].

- Соль. Соль и ряд других ингредиентов для посола способствуют задержке размножения микроорганизмов, приводящих к порче свежего мяса. Свойства других посоленных ингредиентов также связаны с изменениями активности воды или pH.

Мясо низкого качества, которое попадает на производство, может стать причиной сбоя технологического процесса. В результате продукт, полученный из такого мясного сырья, не будет соответствовать необходимым стандартам качества [11].

Меры по предупреждению обсеменения мяса патогенной микрофлорой

1. Предубойный этап: ветеринарный осмотр, санация кожных покровов животных, контроль кормов и воды.
2. Первичная переработка: асептическая съемка шкур, лигирование пищевода и прямой кишки при нутровке, санитарная обработка инструмента и рук персонала.
3. Физическая обработка: опаливание (для свиней), туалет туш, применение воды высокого давления.
4. Холодильное хранение: быстрое охлаждение до +4°C в толще мышц, поддержание стабильного температурного режима, исключение дефростации.
5. Санитарный режим: регулярная дезинфекция оборудования и помещений, разделение потоков сырья, соблюдение гигиены персоналом.
6. Лабораторный анализ: бактериологический мониторинг смывов и готовой продукции (КМАФАнМ, БГКП, патогенная микрофлора) [12].

Современная нормативная база в сфере регулирования хранения и продажи мясной продукции

В Российской Федерации основополагающими документами, регламентирующими процесс хранения и продажи мясной продукции, являются:

- СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов».
- СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней».
- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99 г.
- Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» № 29-ФЗ от 02.01.00 г.

Кроме того, с 2015 года в России все предприятия пищевой промышленности и общественного питания обязаны внедрить систему ХАССП (анализ рисков и критические контрольные точки). Это организационная структура производства, состоящая из документов, производственных процессов и ресурсов. Система ХАССП является эффективным инструментом управления, который используется для защиты предприятия при продвижении на рынке пищевых продуктов и защите производственных процессов от биологических (микробиологических), химических, физических и других рисков загрязнения.

Система ХАССП должна разрабатываться с учетом 7 принципов:

1. Проведение анализа опасных факторов (рисков) на всех этапах жизненного цикла продукции.
2. Определение критических контрольных точек (ККТ).
3. Задание критических пределов для каждой ККТ.
4. Разработка системы мониторинга, позволяющей обеспечить контроль ККТ на основе планируемых мер или наблюдений.
5. Определение корректирующих действий, которые следует предпринять в случае, когда результаты мониторинга указывают на отсутствие управления в конкретной ККТ.
6. Разработка процедуры верификации, для подтверждения результативности работы системы ХАССП.



7. Разработка документации в отношении всех процедур и записей, соответствующих принципам ХАССП и их применению.

Методы ХАССП включают:

1) Анализ рисков и опасностей. Предусматривает использование *диаграммы анализа рисков*, с помощью которой экспертным путём оценивают тяжесть последствий от реализации опасного фактора. Также оценивают вероятность реализации опасного фактора, исходя из 4 возможных вариантов оценки. Затем строят границу допустимого риска на качественной диаграмме с координатами «вероятность реализации опасного фактора — тяжесть последствий».

2) Определение потенциальных дефектов продукции по отношению к производственным факторам (ККТ): для определения критических контрольных точек предусматривает использование *метода «Дерева принятия решений»*.

3) Предупреждающий (превентивный) контроль, а не последующий (реагирующий): предусматривает составление *перечня предупреждающих действий в виде таблицы*, в которой также указываются контролируемые на данной операции признаки риска или контролируемые параметры для идентификации опасного фактора.

В соответствии с решением Комиссии Таможенного Союза Евразийского Экономического Сообщества №880 от 9 декабря 2011 года, в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации с 1 июля 2013 года вступает в силу технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Согласно этому регламенту, внедрение принципов ХАССП для организаций, участвующих в цепи создания пищевой продукции, становится обязательным.

Стандарты на основе принципов ХАССП:

- ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования».

- ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции».

- ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».

Заключение

Таким образом, выполненный нами анализ современного состояния проблемы позволяет заключить, что микробная порча мяса представляет собой сложный многостадийный процесс, развитие которого детерминировано комплексом взаимосвязанных факторов [13], [14]. Установлено, что ключевыми факторами, лимитирующими рост микроорганизмов на поверхности и в структуре мяса, выступают:

- Абиотические факторы (температура хранения, влажность, газовый состав атмосферы, величина рН и др.), которые либо ингибируют, либо ускоряют пролиферацию бактериальной микрофлоры.

- Биотические факторы, включающие исходную обсемененность туш, видовой состав микроорганизмов (психротрофные, протеолитические, сахаролитические) и явление микробного антагонизма или синергизма.

Обобщение данных специальной литературы подтверждает, что мясо как скоропортящийся продукт требует неукоснительного соблюдения режимов холодильного хранения на всем протяжении технологического цикла — от переработки сырья до реализации готовой продукции [15].

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Позднякова М.А., Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии, Нижний Новгород Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.3.1>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Pozdnyakova M.A., Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology, Nizhny Novgorod Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.69.3.1>

Список литературы / References

1. Poissonnier C. The role of the OIE in information exchange and the control of animal diseases, including zoonoses / C. Poissonnier, M. Teissier // Rev. Sci. Tech. — 2013. — № 32 (2). — P. 447–445.
2. Chen J. Chitosan as a bioactive preservative in seafood and meat products: Meta-analysis on microbial safety, physicochemical stability, and organoleptic quality / J. Chen, E. Wu, H. Dong et al. // Food Chem. — 2026. — Vol. 498. — Pt. 2. — P. 147171.
3. Сахно Н.В. Ветеринарная экология / Н.В. Сахно, О.В. Тимохин, Ю.А. Ватников. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 372 с.
4. Госманов Р.Г. Частная ветеринарно-санитарная микробиология и вирусология / Р.Г. Госманов, Р.Х. Равилов, А.К. Галиуллин. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 316 с.
5. Филатова В.И. Микробиологический контроль пищевой продукции животного происхождения / В.И. Филатова // Международный вестник ветеринарии. — 2022. — № 1. — С. 104–109.
6. Сахарова О.В. Общая микробиология и общая санитарная микробиология / О.В. Сахарова, Т.Г. Сахарова. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 224 с.
7. Шепелин А.П. Микробиологический контроль качества пищевой продукции / А.П. Шепелин, И.А. Дятлов, О.В. Полосенко // Бактериология. — 2017. — № 2. — С. 39–47.
8. Li H. Control of pathogenic and spoilage bacteria in meat and meat products by high pressure: Challenges and future perspectives / H. Li, X. Sun, X. Liao et al. // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. — 2020. — № 19 (6). — P. 3476–3500.



9. Плешакова В.И. Вирусные болезни птиц / В.И. Плешакова, И.Г. Алексеева, Н.А. Лещёва и др. — Омск: Омский ГАУ, 2021. — 149 с.
10. Барышников П.И. Лабораторная диагностика вирусных болезней животных / П.И. Барышников, В.В. Разумовская. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 672 с.
11. Ожередова Н.А. Санитарная микробиология / Н.А. Ожередова, А.Ф. Дмитриев, В.Ю. Морозов. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 176 с.
12. Хишов А.С. Микробиологическая контаминация продовольственного сырья и готовой пищевой продукции (аналитический обзор) / А.С. Хишов, Т.В. Балагула, О.И. Лаврухина // Техника и технология пищевых производств. — 2023. — № 53 (3). — С. 486–503.
13. Xu M.M. Microbial biopreservatives for controlling the spoilage of beef and lamb meat: their application and effects on meat quality / M.M. Xu, M. Kaur, C.J. Pillidge et al. // Crit Rev Food Sci Nutr. — 2022. — № 62 (17). — P. 4571–4592.
14. Toomik E. Microbial spoilage mechanisms of vacuum-packed lamb meat: A review / E. Toomik, L. Rood, J.P. Bowman et al. // Int J Food Microbiol.. — 2023. — № 387. — P. 110056.
15. Mortazavi S.M.H. The pathogenic and spoilage bacteria associated with red meat and application of different approaches of high CO₂ packaging to extend product shelf-life / S.M.H. Mortazavi, M. Kaur, A. Farahnaky // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2023. — № 63 (12). — P. 1733–1754.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Poissonnier C. The role of the OIE in information exchange and the control of animal diseases, including zoonoses / C. Poissonnier, M. Teissier // Rev. Sci. Tech. — 2013. — № 32 (2). — P. 447–445.
2. Chen J. Chitosan as a bioactive preservative in seafood and meat products: Meta-analysis on microbial safety, physicochemical stability, and organoleptic quality / J. Chen, E. Wu, H. Dong et al. // Food Chem. — 2026. — Vol. 498. — Pt. 2. — P. 147171.
3. Saxno N.V. Veterinarnaya e'kologiya [Veterinary ecology] / N.V. Saxno, O.V. Timoxin, Yu.A. Vatnikov. — Saint Petersburg: Lan', 2022. — 372 p. [in Russian]
4. Gosmanov R.G. Chastnaya veterinarno-sanitarnaya mikrobiologiya i virusologiya [Private veterinary and sanitary microbiology and virology] / R.G. Gosmanov, R.X. Ravilov, A.K. Galiullin. — Saint Petersburg: Lan', 2019. — 316 p. [in Russian]
5. Filatova V.I. Mikrobiologicheskij kontrol' pishhevoj produkcii zhivotnogo proisxozhdeniya [Microbiological control of food products of animal origin] / V.I. Filatova // International Journal of Veterinary Medicine. — 2022. — № 1. — P. 104–109. [in Russian]
6. Saxarova O.V. Obshhaya mikrobiologiya i obshhaya sanitarnaya mikrobiologiya [General microbiology and general sanitary microbiology] / O.V. Saxarova, T.G. Saxarova. — Saint Petersburg: Lan', 2019. — 224 p. [in Russian]
7. Shepelin A.P. Mikrobiologicheskij kontrol' kachestva pishhevoj produkcii [Microbiological quality control of food products] / A.P. Shepelin, I.A. Dyatlov, O.V. Polosenko // Bacteriology. — 2017. — № 2. — P. 39–47. [in Russian]
8. Li H. Control of pathogenic and spoilage bacteria in meat and meat products by high pressure: Challenges and future perspectives / H. Li, X. Sun, X. Liao et al. // Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. — 2020. — № 19 (6). — P. 3476–3500.
9. Pleshakova V.I. Virusny'e bolezni pticz [Viral diseases of birds] / V.I. Pleshakova, I.G. Alekseeva, N.A. Leshhèva et al. — Омск: Омский ГАУ, 2021. — 149 p. [in Russian]
10. Bary'shnikov P.I. Laboratornaya diagnostika virusny'x boleznej zhivotny'x [Laboratory diagnostics of viral diseases of animals] / P.I. Bary'shnikov, V.V. Razumovskaya. — Saint Petersburg: Lan', 2022. — 672 p. [in Russian]
11. Ozheredova N.A. Sanitarnaya mikrobiologiya [Sanitary microbiology] / N.A. Ozheredova, A.F. Dmitriev, V.Yu. Morozov. — Saint Petersburg: Lan', 2020. — 176 p. [in Russian]
12. Xishov A.S. Mikrobiologicheskaya kontaminaciya prodovol'stvennogo sy'r'ya i gotovoj pishhevoj produkcii (analiticheskij obzor) [Microbiological contamination of food raw materials and finished food products (analytical review)] / A.S. Xishov, T.V. Balagula, O.I. Lavruxina // Machinery and technology of food production. — 2023. — № 53 (3). — P. 486–503. [in Russian]
13. Xu M.M. Microbial biopreservatives for controlling the spoilage of beef and lamb meat: their application and effects on meat quality / M.M. Xu, M. Kaur, C.J. Pillidge et al. // Crit Rev Food Sci Nutr. — 2022. — № 62 (17). — P. 4571–4592.
14. Toomik E. Microbial spoilage mechanisms of vacuum-packed lamb meat: A review / E. Toomik, L. Rood, J.P. Bowman et al. // Int J Food Microbiol.. — 2023. — № 387. — P. 110056.
15. Mortazavi S.M.H. The pathogenic and spoilage bacteria associated with red meat and application of different approaches of high CO₂ packaging to extend product shelf-life / S.M.H. Mortazavi, M. Kaur, A. Farahnaky // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2023. — № 63 (12). — P. 1733–1754.