
COMPUTER ENGINEERING AND INFORMATION SYSTEMS / ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР / ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Industrial Transport of Kazakhstan
ISSN 1814-5787 (print)
ISSN 3006-0273 (online)
Vol. 21. Is. 4. Number 84 (2024). Pp. 54–69
Journal homepage: <https://prom.mtgu.edu.kz>
<https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.005>
UDC 656.2

EFFICIENCY OF HANDLING PERISHABLE GOODS IN THE TRANSPORTATION PROCESS

K.A. Gibadullin^{1}, Mukhindi Mose²*

¹International University of Transport and Humanities, Almaty, Kazakhstan;

²State Yangtze University of engineering and technology, Hubei, China.

E-mail: gibadullin.kayum@mtgu.edu.kz

Kayum Gibadullin — master student, International University of Transport and Humanities, Almaty, Kazakhstan

E-mail: gibadullin.kayum@mtgu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-2650-3196>;

Mukhindi Mose — senior lecturer, State Yangtze University of engineering and technology, Hubei, China

E-mail: muhindimozeh1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-2190-9107>.

© K.A. Gibadullin, Mukhindi Mose

Abstract. This study investigates the impact of storage and transportation conditions on the quality of meat products. The relevance of the research is determined by the need to ensure the safety and consumer properties of products, given the insufficient study of the combined effects of microbiological, chemical, and physical factors. The aim of the study is to identify the main factors affecting the quality of meat products and to develop a set of control methods that allow reliable assessment of product shelf life and safety. The following objectives were set to achieve this aim: characterization of the studied materials, identification of quality deterioration factors, development of a comprehensive methodology for microbiological, chemical, and organoleptic analysis, experimental research, and formulation of recommendations for optimizing storage and transportation conditions. The results showed that the quality deterioration of meat products is caused by the combined influence of microbiological, chemical, and physical factors. The proposed control methods allowed for accurate determination of shelf life and assessment of consumer properties. The conclusion confirms the proposed hypothesis regarding the necessity of a comprehensive approach to quality control of meat products. The practical significance lies in the possibility of applying the results in the food industry to improve safety, maintain product quality, and minimize losses during storage and transportation.

Keywords: meat products, quality, microbiological control, chemical analysis, storage, transportation.

For citation: K.A. Gibadullin, Mukhindi Mose. Efficiency of Handling Perishable Goods in the Transportation Process//Industrial Transport of Kazakhstan. 2024. Vol. 21. No. 84. Pp. 54–69. (In Russ.). <https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.005>.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

ТАСЫМАЛДАУ БАРЫСЫНДА ТЕЗ БҰЗЫЛАТЫН ЖҮКТЕРДІ ӨНДЕУ ҮДЕРІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

К.А. Гибадуллин^{1}, Мухинди Мозе²*

¹Халықаралық көліктік-гуманитарлық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Мемлекеттік Янцзы инженерлік және технологиялық университеті, Хубэй, Қытай.

E-mail: gibadullin.kayum@mtgu.edu.kz

Каюм Гибадуллин — магистрант, Халықаралық көліктік-гуманитарлық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: seisenqozha.aslan@mtgu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-2650-3196>;

Мухинди Мозе — аға оқытушы, Мемлекеттік Янцзы инженерлік және технологиялық университеті, Хубэй, Қытай

E-mail: muhindimozeh1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-2190-9107>.

© К.А. Гибадуллин, Мухинди Мозе

Аннотация. Бұл жұмыста ет өнімдерінің сапасына сақтау және тасымалдау жағдайларының әсері қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі өнімдердің қауіпсіздігі мен тұтынушылық қасиеттерін қамтамасыз ету қажеттілігімен анықталады, өйткені микробиологиялық, химиялық және физикалық факторлардың бірлескен әсері жеткілікті зерттелмеген. Зерттеудің мақсаты – ет өнімдерінің сапасына әсер ететін негізгі факторларды анықтау және өнімнің сақтау мерзімін және қауіпсіздігін сенімді бағалауға мүмкіндік беретін бақылау әдістерін кешенді түрде әзірлеу. Мақсатқа жету үшін қойылған міндеттер: зерттелетін материалды сипаттау, сапаның төмендеу факторларын анықтау, микробиологиялық, химиялық және органолептикалық көрсеткіштерді кешенді талдау әдістемесін әзірлеу, тәжірибелік зерттеулер жүргізу және сақтау мен тасымалдау жағдайларын оңтайландыру бойынша ұсыныстар жасау. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ет өнімдерінің сапасының төмендеуі микробиологиялық, химиялық және физикалық факторлардың бірлескен әсерінен туындайды. Ұсынылған бақылау әдістері өнімнің сақтау мерзімін дәл анықтауға және оның тұтынушылық қасиеттерін бағалауға мүмкіндік берді. Қорытындысы зерттеу барысында ұсынылған гипотеза ет өнімдерінің сапасын бақылауда кешенді тәсіл қажет екенін растайды. Практикалық маңызы – нәтижелерді тамақ өнеркәсібінде қолдану арқылы қауіпсіздікті арттыру, өнім сапасын сақтау және сақтау мен тасымалдау кезінде шығындарды азайтуға мүмкіндік беруінде.

Түйін сөздер: ет өнімдері, сапа, микробиологиялық бақылау, химиялық талдау, сақтау, тасымалдау

Дәйексөздер үшін: К.А. Гибадуллин, Мухинди Мозе. Тасымалдау барысында тез бұзылатын жүктерді өңдеу үдерісінің тиімділігі//Қазақстан өндіріс көлігі. 2024. Том. 21. № 84. 54–69 бет. (Орыс. тіл.). <https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.005>.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ

К.А. Гибадуллин^{1}, Мухинди Мозе²*

¹Международный транспортно-гуманитарный университет, Алматы, Казахстан;

²Государственный инженерно-технологический университет Янцзы, Хубэй, Китай.

E-mail: gibadullin.kayum@mtgu.edu.kz

Каюм Гибадуллин — магистрант, Международный транспортно-гуманитарный университет, Алматы, Казахстан

E-mail: seisenqozha.aslan@mtgu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-2650-3196>;

Мухинди Мозе — старший преподаватель, государственный инженерно-технологический университет Янцзы, Хубэй, Китай

E-mail: muhindimozeh1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-2190-9107>.

© К.А. Гибадуллин, Мухинди Мозе

Аннотация. В данной работе рассматривается влияние условий хранения и транспортировки на качество мясной продукции. Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и потребительских свойств продукции, учитывая недостаточную изученность комплексного воздействия микробиологических, химических и физических факторов. Цель исследования – изучить основные факторы, влияющие на изменение качества мясной продукции, и разработать комплекс методов контроля, позволяющих достоверно оценивать сроки годности и безопасность продуктов. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: характеристика исследуемого материала, выявление факторов ухудшения качества, разработка методики комплексного анализа микробиологических, химических и органолептических показателей, проведение экспериментальных исследований и формулировка рекомендаций по оптимизации условий хранения и транспортировки. Результаты исследования показали, что ухудшение качества мясной продукции обусловлено совокупным воздействием микробиологических, химических и физических факторов. Предложенные методы контроля позволили достоверно определить сроки годности продукции и оценить её потребительские свойства. Заключение исследования подтверждает выдвинутую гипотезу о необходимости комплексного подхода к контролю качества мясной продукции. Практическое значение работы заключается в возможности применения результатов на предприятиях пищевой промышленности для повышения безопасности, сохранения качества продукции и минимизации потерь при хранении и транспортировке.

Ключевые слова: мясная продукция, качество, микробиологический контроль, химический анализ, хранение, транспортировка

Для цитирования: К.А. Гибадуллин, Мухинди Мозе. Эффективность процесса обработки скоропортящихся грузов при перевозке//Промышленный транспорт Казахстана. 2024. Т. 21. №. 84. Стр. 54–69. (На рус.). <https://doi.org/10.58420/ptk/2024.84.04.005>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Выбор темы исследования обусловлен необходимостью изучения влияния условий хранения и транспортировки на качество мясной продукции, что является актуальной проблемой современной пищевой промышленности. Анализ существующих исследований показывает, что несмотря на большое количество работ по микробиологическому и химическому контролю мясных продуктов, многие аспекты изменения их качества при

длительном хранении и транспортировке остаются недостаточно изученными. Особенно это касается комплексной оценки воздействия физических, химических и микробиологических факторов, а также применения современных методов контроля в условиях реального производства. Наличие этих пробелов и актуальность обеспечения безопасности и потребительских свойств продукции обосновывают выбор данной темы.

Актуальность темы определяется высокой значимостью проблемы в контексте обеспечения качества и безопасности мясной продукции для потребителей. На сегодняшний день увеличиваются требования к срокам хранения, к условиям транспортировки и к системе контроля качества на предприятиях мясной промышленности. Однако существующие стандарты и методики не всегда позволяют достоверно оценивать комбинированное влияние микробиологических, химических и органолептических факторов, что создает риски снижения качества и безопасности продукции. Следовательно, разработка и апробация комплексных методов контроля качества является теоретически и практически значимой задачей.

Объектом исследования является мясная продукция, включая полуфабрикаты и готовые продукты. Предметом исследования выступают процессы изменения микробиологического, химического и органолептического состояния продукции в условиях хранения и транспортировки.

Цель исследования заключается в изучении факторов, влияющих на изменение качества мясной продукции, и разработке комплекса методов контроля, позволяющих достоверно оценивать сроки годности и безопасность продуктов.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

- провести отбор и характеристику исследуемого материала в количественном и качественном аспектах;
- определить основные факторы, влияющие на ухудшение качества продукции;
- разработать методику комплексного анализа микробиологических, химических и органолептических показателей;
- провести экспериментальные исследования с целью проверки эффективности предложенных методов контроля;
- сформулировать рекомендации по оптимизации условий хранения и транспортировки мясной продукции.

В качестве методов исследования использованы: микробиологические и химические анализы, органолептическая оценка качества продукции, статистическая обработка данных, а также сравнительный анализ результатов экспериментов. Используются как стандартные методики контроля, так и альтернативные подходы, позволяющие выявить новые закономерности изменения качества продукции.

Гипотеза исследования заключается в том, что ухудшение качества мясной продукции обусловлено совокупным воздействием микробиологических, химических и физических факторов, и применение комплексных методов контроля позволит более достоверно прогнозировать сроки годности и потребительские свойства продукции.

Научное и практическое значение исследования заключается в возможности применения полученных результатов для совершенствования систем контроля качества и безопасности мясной продукции на предприятиях пищевой промышленности, повышения потребительской ценности продукции и минимизации потерь при хранении и транспортировке.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись мясные продукты, включая:

Охлажденные полуфабрикаты из мяса птицы (филе и голень цыпленка-бройлера) в вакуумной упаковке;

Готовые к употреблению продукты: мясосодержащие сосиски (вакуум), детские вареные сосиски (ГМС), утиный паштет (герметичная упаковка).

Выбор объектов обусловлен их скоропортящейся природой, возможностью механических воздействий и кратковременными нарушениями условий хранения в процессе транспортировки. Характеристика материала представлена качественно и количественно (дата изготовления, нормативно-техническая документация, срок годности при хранении при температуре $(2 \pm 2)^\circ\text{C}$).

Вопросы исследования:

- Как изменение условий хранения и транспортировки влияет на микробиологическую и органолептическую стабильность продукции?

- Какие химические и физические факторы способствуют ухудшению качества при хранении?

- Как верификация сроков годности стандартной и альтернативной программами исследований отражает устойчивость продукции к порче?

Органолептическое ухудшение качества мясных продуктов в период хранения определяется не только микробиологическими, но и химическими и физическими факторами, а их учет верификационными методами позволяет точнее определять реальные сроки годности.

Этапы исследования:

- отбор продукции в розничной торговле согласно СТБ ГОСТ Р 51447–2001;
- разработка программ исследований: стандартной (для полуфабрикатов) и альтернативной (для готовых продуктов с контролем окислительной порчи);
- определение контрольных показателей в начале, середине и конце хранения;
- мониторинг условий хранения (температура, влажность);
- анализ динамики показателей и сопоставление с нормативами;
- вывод о факторах порчи и оценка соответствия продукции требованиям.

Методы исследования:

- Микробиологические: КМАиФАНМ, *Listeria monocytogenes*, сальмонеллы, БГКП (ГОСТы 7702.2.1–2017, 10444.15–94, 32031–2012, 31468–2012, 31659–2012, 31747–2012);

- Органолептические: оценка цвета, запаха, консистенции и поверхности по 5-балльной шкале;

- Химические: кислотное и перекисное число жира (ГОСТ Р 55480–2013, ГОСТ 34118–2017);

- Физико-химические: активность воды (A_w , ГОСТ ISO 21807–2015), контроль температуры хранения;

- Статистический анализ: обработка динамики изменений показателей, расчет сроков хранения с использованием коэффициентов резерва.

Выбранные образцы хранились при условиях, рекомендованных производителем. Контроль проводился каждые 24 часа для полуфабрикатов и на начальном, среднем и конечном сроках хранения для готовых продуктов. Оценивались микробиологические, органолептические и химические показатели, выявлялись причины снижения качества и оценивалось соответствие продукции установленным стандартам.

Результаты и обсуждение

Практика закупок «Эйр Астана» реализует прозрачные и эффективные процедуры закупок, основанные на передовой международной практике. Наша цепочка поставок опирается на широкую базу поставщиков, что позволяет удовлетворять потребности в качественных товарах и услугах для операционной деятельности.

В процессе закупок Группа старается привлекать организации, которые нанимают людей с ограниченными возможностями. В этом году Группа заключила договоры на

изготовление печатной продукции и средств индивидуальной защиты с организациями, в которых заняты люди с ограниченными возможностями.

Закупочные процедуры осуществляются строго в соответствии с установленными правилами через портал электронных закупок АО «Фонд национального благосостояния «Самрук-Казына» (Абдуллаева, 2017: 350–358).

Группа включает в договоры со всеми поставщиками антикоррупционные оговорки. В 2021 году эти положения были расширены и теперь включают требования о соблюдении поставщиками деловой этики наряду с положениями о надежности. Закрытие большого количества маршрутов и сокращение объема импорта в Казахстан отрицательно сказалось на цепочках поставок Группы.

Таблица 1. Информация о закупках у местных поставщиков

	2022	2021	2020
Общее количество договоров с местными поставщиками	2591	1394	1905
Общая стоимость договоров с местными поставщиками (тыс. долл. США)	239571	226664	275500
Процентная доля закупочного бюджета в значимых точках присутствия, приходящаяся на местных поставщиков (процентная доля продуктов и услуг, закупаемых на местном рынке)	22 %	27 %	36 %

Все пищевые продукты состоят из первичных биоматериалов, которые со временем неизбежно разлагаются и портятся. Порча является причиной возникновения проблем пищевой безопасности, когда продукт может вызвать заболевание и даже смерть потребителя.

Менее серьезные случаи порчи могут проявляться в ухудшении цвета, вкуса и аромата продукта до такой степени, что он является неприемлемым. Процессы, приводящие к порче пищевых продуктов, могут быть классифицированы по трем основным типам: микробиологические, химические и физические. Несомненно, между этими тремя видами существует некоторая корреляция (Полуфабрикаты натуральные из мяса птицы, 2011: 1–25).

Особое внимание и со стороны производителей, и специалистов в области гигиены всегда уделялось именно микробиологической порче. Микроорганизмы попадают в пищевой продукт на любой стадии технологической цепи. Способность к развитию тех или иных микроорганизмов определяется их видом, самим продуктом и условиями окружающей среды, т.е. созданием специфических условий – наличие питательных веществ, активность воды, pH, температура и присутствие кислорода (Абдуллаева, 2017: 350–358).

Современные пищевые технологии используют широкий спектр методов и способов, позволяющих свести к минимуму микробную контаминацию сырья/полуфабрикатов в процессе производства и возможность развития микрофлоры в готовом продукте: высокие гигиенические стандарты для предприятий, разнообразие средств и добавок антимикробного действия, современные способы упаковки с регулируемым газовым составом и др. (Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов, 2013: 1–28).

Следующей причиной порчи пищевых продуктов являются химические реакции или реакции деградации их химических компонентов – белков, жиров и углеводов. Скорость этих реакций также зависит от воздействия активности воды, температуры хранения, pH, освещения или присутствия кислорода. (Колодязная, 2019: 10–138).

Продукты химических реакций влияют на цвет, вкус, аромат и/или текстуру пищевого продукта. Несмотря на имеющуюся серьезную теоретическую базу в данной области, вопрос качества протекающих химических реакций и количества образующихся в результате продуктов постоянно остается открытым ввиду многокомпонентности современных рецептур, использования различных влагоудерживающих добавок, противомикробных веществ и др., применения современных способов технологической обработки сырья и упаковки готовой продукции (Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов, 2013: 1–28). Например, при обработке мяса птицы или переработке различных видов мяса в настоящее время используется большой спектр добавок, способствующих повышению качества и обеспечению безопасности готового продукта за счет снижения активности воды, регулирования pH и др.

Основные компоненты данных составов (добавок, технологических вспомогательных средств) – различные органические кислоты, с одной стороны, оказывают антимикробное действие а с другой – могут способствовать окислению жировой составляющей продукта, что может приводить к химической порче (Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов, 2013: 1–28; Колодязная, 2019: 10–138).

Порча третьего типа – физическая – происходит вследствие структурных изменений или структурной нестабильности пищевых продуктов. К ней относят, например, механические повреждения. Различные изменения физической природы могут интенсифицировать ферментативные реакции, способствовать размножению микроорганизмов, влиять на миграцию влаги в пищевом продукте или массообмен его компонентов. Особую актуальность эта проблема имеет для современного пищевого бизнеса, целью которого является увеличение рынков сбыта и поиск потребителей, в том числе и далеко за пределами своей страны.

Реализация продукции сегодня – это многостадийные логистические процессы, при которых операции погрузки/разгрузки повторяются свыше 10 раз. Это приводит к непреднамеренному кратковременному нарушению установленных условий хранения продукции, что в результате может стать причиной физической, а впоследствии и химической порчи пищевого продукта. Вместе с тем при определении сроков годности пищевых продуктов в лабораторном эксперименте создают такие условия хранения и задают такую продолжительность испытаний, которые установлены действующими техническими нормативными правовыми актами и содержатся в информации, выносимой на маркировку производителем.

Установленный таким образом срок годности будет актуален в случае доставки продукции от предприятия-изготовителя непосредственно к точке ее реализации, включая максимально две погрузочно-разгрузочные операции. Следует обратить внимание и на перечень исследуемых характеристик при оценке сроков годности.

В соответствии с требованиями программа лабораторных исследований для установления или продления сроков годности формируется исходя из значения активности воды (A_w) конкретного вида продукции. Для мяса птицы и продуктов из мяса – это органолептические и микробиологические показатели. Кроме того, в пищевых продуктах с содержанием жира более 5 % обязательным является контроль окисления жирового компонента (Абдуллаева, 2017: 350–358).

Однако критерии для оценки последних отсутствуют: нормативы показателей окислительной порчи для мясных продуктов не регламентированы. Следовательно, заключение по срокам годности, содержащее обоснованные выводы с критериями оценки, можно выдать только на основании двух групп показателей – органолептических и микробиологических. Учитывая вышесказанное, целью данной работы являлась

верификация сроков годности некоторых образцов продукции из мяса птицы и мясной продукции, отобранных в организациях розничной торговли, с применением стандартной и альтернативной программ исследований.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- обоснован выбор объектов исследований;
- разработаны программы исследований для различных видов исследуемых образцов;
- определены критерии для оценки соответствия образцов продукции в ходе исследований;
- изучена динамика оцениваемых показателей в течение срока годности образцов продукции с учетом коэффициентов резерва.

Объекты, материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись мясные продукты – охлажденные полуфабрикаты натуральные из мяса птицы в вакуумной упаковке (филе и голень цыпленка бройлера), а также готовые к употреблению и упакованные в герметичную потребительскую упаковку: сосиски мясо содержащие (упакованные под вакуумом), сосиски детские вареные (упаковка в ГМС) и паштет утиный, характеристика которых приведена в таблице 2.

Выбор данных объектов был обусловлен следующими причинами:

- 1) возможностью механических воздействий (вибрации) на продукцию в процессе ее транспортировки;
- 2) высокой вероятностью кратковременных нарушений условий хранения в процессе транспортировки продукции.

Отбор проб продукции выполняли в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51447–2001 в организациях розничной торговли, поставка товаров в которые осуществляется из логистических центров.

План испытаний для верификации сроков годности составляли с учетом требований и ГОСТ ISO 16779–2017 (п. 4.4). Продолжительность исследования для особо скоропортящихся продуктов (образцов 1 и 2) устанавливали с учетом коэффициента резерва, равного 1,5. План эксперимента показан на рисунок 1 (Air Astana, 2022: 17–162).

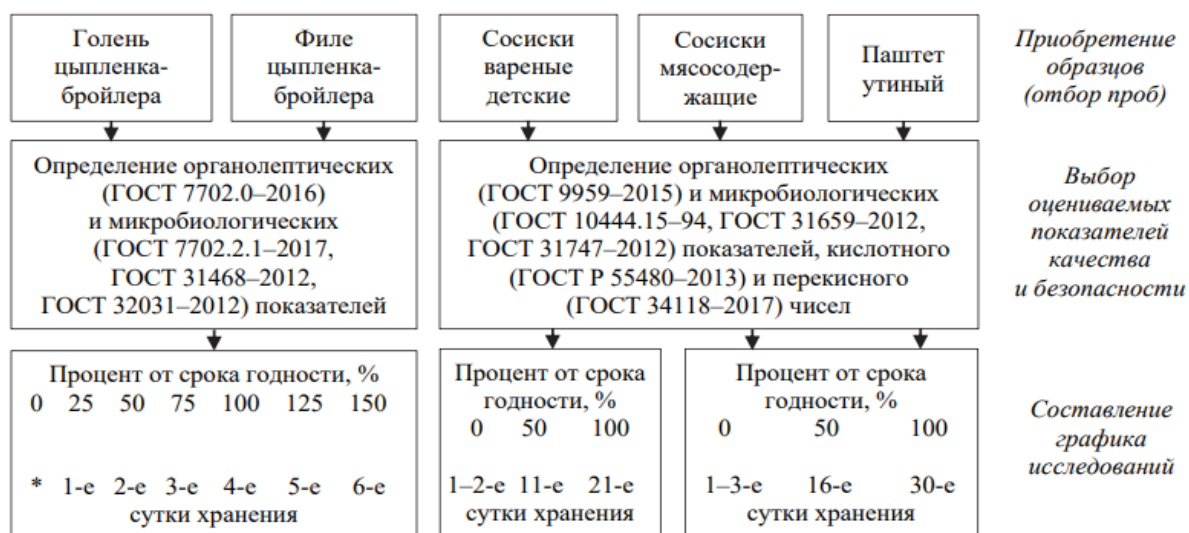


Рис. 1. Схема исследований

Стандартная программа исследований использовалась для образцов 1 и 2 и включала изучение динамики микробиологически и органолептических показателей. Временем начала эксперимента являлось окончание последней технологической операции производства полуфабрикатов таблица 2.

В дальнейшем отбор проб для определения контролируемых показателей осуществляли через каждые 24 ч.

Альтернативная программа исследований была разработана для образцов 3–5, в рамках которой дополнительно к количественной оценке микробиоты и органолептических характеристик в период срока годности изучали динамику показателей окислительной порчи – кислотное и перекисное числа.

Период доставки образцов в торговую сеть не превышал 1–3 суток после окончания технологического цикла, что и являлось временем начала эксперимента. Контролируемые показатели также были оценены в середине и конце срока годности образцов мясных продуктов.

Уменьшение точек отбора в сравнении с полуфабрикатами было обусловлено наибольшей устойчивостью к порче термически обработанных продуктов рисунок 1. На первом этапе исследований (в точке 0 % от срока годности) в дополнение к указанным показателям во всех образцах определяли активность воды по ГОСТ ISO 21807–2015.

Таблица 2. Характеристика объектов исследования

Образец	Продукция	ТНПА на продукцию	Дата изготовления	Срок годности при температуре (2 ± 2)°С, сут		
1	Филе цыпленка-бройлера охлажденное в вакуумной упаковке					
2	Голень цыпленка-бройлера охлажденная в вакуумной упаковке					
3	Сосиски мясосодержащие				17.11.2021	30
4	Сосиски вареные детские				21.11.2021	21
5	Паштет утиный				21.11.2021	30

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов проводили по ГОСТ 7702.2.1–2017 и ГОСТ 10444.15–94, бактерий *Listeria monocytogenes* - в соответствии с ГОСТ 32031–2012, сальмонелл - по ГОСТ 31468–2012 и ГОСТ 31659–2012, БГКП - согласно ГОСТ 31747–2012.

Органолептическая оценка образцов 1 и 2 выполнялась с применением 5-балльных шкал, разработанных автором, по следующим показателям: цвет, запах, консистенция и состояние поверхности таблице 3.

При этом оценка в 1 и 2 балла соответствует неприемлемому качеству, т.е. полуфабрикат считается не годным к употреблению.

Оценка в 3 балла отвечает удовлетворительному качеству, и такой продукт можно употреблять, однако он не соответствует ожиданиям потребителя.

Оценка в 4 балла — это хорошее качество и 5 - отличное.

Оценку окислительной порчи образцов 3-5 осуществляли согласно ГОСТ Р 55480–2013 (кислотное число) и ГОСТ 34118–2017 (перекисное число). Результаты исследования. В процессе проведения исследований на всех этапах эксперимента проводился мониторинг температуры хранения всех образцов, в ходе которого было подтверждено выполнение рекомендаций изготовителя к условиям хранения продукции – (2 ± 2)°С.

Таблица 3. Балльная шкала оценки полуфабрикатов из мяса курицы

Показатель	Характеристика		Балл
	реальная оценка	органолептическая оценка	
	Розовый, равномерный (кожа – бледно-желтая)	Розовый, равномерный	5
	Светло-розовый, неравномерный (кожа – бледно-желтая)	Светло-розовый, неравномерный	4

	Темно-розовый, неравномерный (кожа – с оттенками других цветов)	Темно-розовый, неравномерный	3
	От светло-до темно-розового, с оттенками другого цвета (серый, зеленый, желтый)		2
	Серый/желтый/зеленый/наличие крови		1
	Характерный, приятный, свежего мяса, без постороннего запаха		5
	Характерный, но менее осязаемый, без постороннего запаха		4
	Слабый, не ощущается запах свежего мяса, посторонний запах отсутствует		3
	Несвежий, с наличием слабого неприятного запаха		2
	Испорченный, аммиачный, гнилостный, резкий		
	Плотная, упругая, хорошо держится на кости	Плотная, упругая	5
	Плотная, менее упругая		4
	Однородная, менее плотная, есть жидкость, плохо держится на кости	Однородная, менее плотная, есть жидкость	3
	Рыхлая, слабая, с жидкостью		2
	Рыхлая, разваливающаяся, покрытая слизью		1

Результаты определения активности воды и показателей микробиологической безопасности в исследуемых образцах на начальном этапе срока годности приведены в таблице 4.

Из таблицы 3 видно, что показатель активности воды принимал высокие значения в интервале 0,91–0,99, что характерно для необработанного сырого мяса птицы и продуктов переработки мяса и подтверждает принадлежность к группе скоропортящихся пищевых продуктов. Значения микробиологических показателей не превышали нормативы безопасности, установленные соответствующими регламентами (ТР ТС 034/2013, ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 051/2021).

Таблица 4. Результаты определения активности воды и микробиологических показателей в исследуемых образцах на начальном этапе хранения (0 % от срока годности)

Показатель, ед. Изм	Значение показателя						
	для охлажденных полуфабрикатов из мяса птицы			для готовых мясных продуктов			
	фактическое			фактическое			
	филе	голень		сосиски мясосодержащие	сосиски вареные детские	паштет утиный	
Активность воды	0,951	0,967	-	0,989	0,985	0,982	-
КМАиФАиМ КОЕ/г	1,8*10 ¹	2,9*10 ¹	5,0*10 ⁵	9,0*10 ¹	7,8*10 ¹	6,2*10 ¹	1,0*10 ³ (сосиски) 2,0*10 ³ (паштет)
Listeria monocytogenes	Не обнаружено		-	-	-	-	-
Патогенные, в том числе сальмонеллы	Не обнаружено		-	-	-	-	-
БГКП	-	-	-	Не обнаружено			Не допускается

При изучении динамики микробиологических показателей на протяжении всего периода верификационного эксперимента (6 сут для образцов 1 и 2, 21–30 сут – для образцов 3–5) была отмечена тенденция к увеличению КМАиФАиМ таблица 5. При этом в образцах охлажденных полуфабрикатов данные микроорганизмы накапливались в большей степени, нежели в термически обработанных продуктах и к концу исследованного периода хранения достигли величин в диапазоне (0,9–3,1) * 10⁵.

Таблица 5. Результаты исследования изменения КМАиФАНМ в течение периода испытаний

Продукция	КМАиФАНМ (КОЕ/г) на этапах эксперимента, % от срока годности						
	0	25	50	75	100	125	150
Филе	$1,8 \cdot 10^1$	$7,5 \cdot 10^1$	$2,1 \cdot 10^2$	$6,9 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^5$
Голень	$2,9 \cdot 10^1$	$9,3 \cdot 10^1$	$4,8 \cdot 10^2$	$9,1 \cdot 10^2$	$7,8 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^4$	$0,9 \cdot 10^5$
Сосиски мясосо- держащие	$9,0 \cdot 10^1$	–	$2,8 \cdot 10^2$	–	$4,1 \cdot 10^2$	–	–
Сосиски вареные детские	$7,8 \cdot 10^1$	–	$2,6 \cdot 10^2$	–	$3,8 \cdot 10^2$	–	–
Паштет утиный	$6,2 \cdot 10^1$	–	$2,4 \cdot 10^2$	–	$4,2 \cdot 10^2$	–	–

Однако превышение регламентируемого норматива (не более $5 \cdot 10^5$ КОЕ в 1 г) не было достигнуто даже на 6-е сутки хранения продукции. Аналогичные результаты были получены и при количественной оценке микробиоты термически обработанных продуктов. Тенденция по увеличению КМАиФАНМ не обнаружила превышения действующего норматива для рассматриваемых объектов исследования – $1 \cdot 10^3$ для сосисок (ТР ТС 034/2013) и $2 \cdot 10^3$ для паштета утиного (ТР ТС 021/2011).

Другая ситуация наблюдалась при органолептической оценке исследуемых образцов полуфабрикатов и готовой к употреблению мясной продукции таблице 6, рисунок 2–3.

Так, все органолептические показатели образцов сосисок и паштета в течение всего периода испытаний ухудшались, и к концу эксперимента было обнаружено выделение влаги, мягкая консистенция и слегка кислый запах во всех исследованных пробах таблица 6.

Таблица 6. Результаты исследований органолептических характеристик термически обработанных образцов продукции

Точки контроля	Органолептические характеристики		
	консистенция	внешний вид	запах и вкус
Сосиски мясосо- держащие			
0% от срока годности	Плотная, упругая	Сухая поверхность	Ярко выраженный
50% от срока годности	Менее упругая	Слегка увлажненная поверхность	Менее выраженный
100% от срока годности	Мягкая	Увлажненная поверхность	Кислое послевкусие
Сосиски вареные детские			
0% от срока годности	Упругая	Сухая поверхность	Ярко выраженный
50% от срока годности	Менее упругая	Слегка увлажненная поверхность	Менее выраженный
100% от срока годности	Мягкая	Увлажненная поверхность	Кислое послевкусие
Паштет утиный			
0% от срока годности	Нежная мажущаяся	Сухая поверхность	Ярко выраженный
50% от срока годности	Нежная мажущаяся	Слегка увлажненная поверхность	Менее выраженный
100% от срока годности	Мажущаяся, наличие свободной влаги	Увлажненная поверхность	Кислое послевкусие

В полуфабрикатах из мяса птицы также постепенно ухудшались все органолептические показатели – запах, цвет, консистенция голени и филе рисунки 2–3.

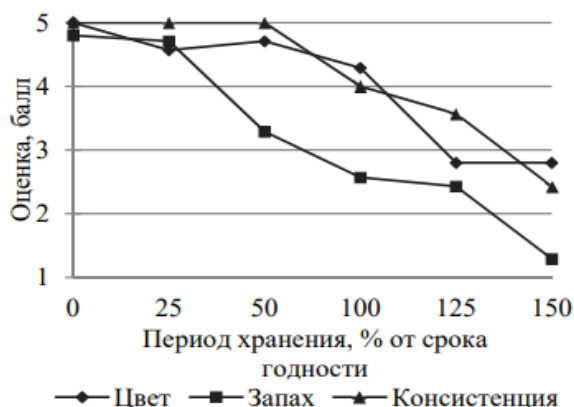


Рис. 2. Изменение органолептических показателей голени при хранении

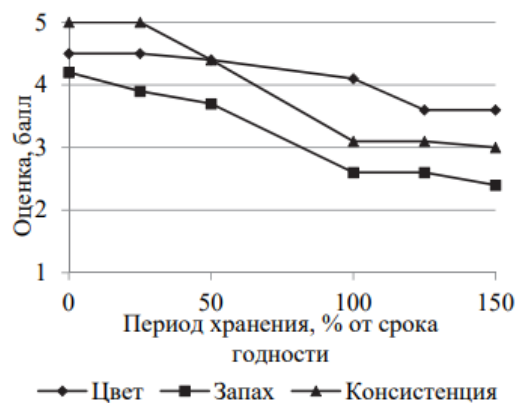


Рис. 3. Изменение органолептических показателей филе при хранении

Как видно из представленных на рисунках 2–3 данных, неприемлемое качество продукции (оценка менее 3 баллов) было обнаружено на 4-е сутки хранения. А среднее качество, которое влияет на потребительскую оценку, наблюдалось, начиная с 3-х суток хранения для филе и со 2-х для голени. Следует отметить, что запах оказался критическим показателем для голени, которая относится к мясокостным полуфабрикатам и более подвержена биохимическим изменениям в области, близлежащей к кости.

Его значительное ухудшение было отмечено уже со 2-х суток хранения (3,3 балла) и достигло к концу исследованного периода значения в 1,3 балла, что делает продукт непригодным к употреблению. Таким образом, в ходе изучения динамики контролируемых показателей в полуфабрикатах было обнаружено существенное снижение именно органолептических характеристик. При этом в ходе лабораторного эксперимента не было подтверждено (табл. 4), что развитие микробиоты являлось ее основной причиной. Следовательно, можно сделать вывод о наличии источников (факторов) химической порчи, способствующих ухудшению органолептических свойств продукции.

Одним из таких факторов являются продукты химических превращений, а именно, разложения органических кислот (например, молочной) и их солей, входящих в состав используемых пищевых добавок и участвующих в окислении жировой составляющей продукта (Behdani, 2019: 67–183; Годовой отчет А «Международный аэропорт Алматы», 2020: 15–168).

Исходя из вышесказанного в ходе верификационного эксперимента сроков годности термически обработанных готовых мясных продуктов (образцы 3–5), кроме микробиологических и органолептических показателей, контролировали характеристики окислительной порчи. Результаты определения кислотного числа в хранившихся в течение сроков годности образцов мясной продукции представлены на рисунок 4.

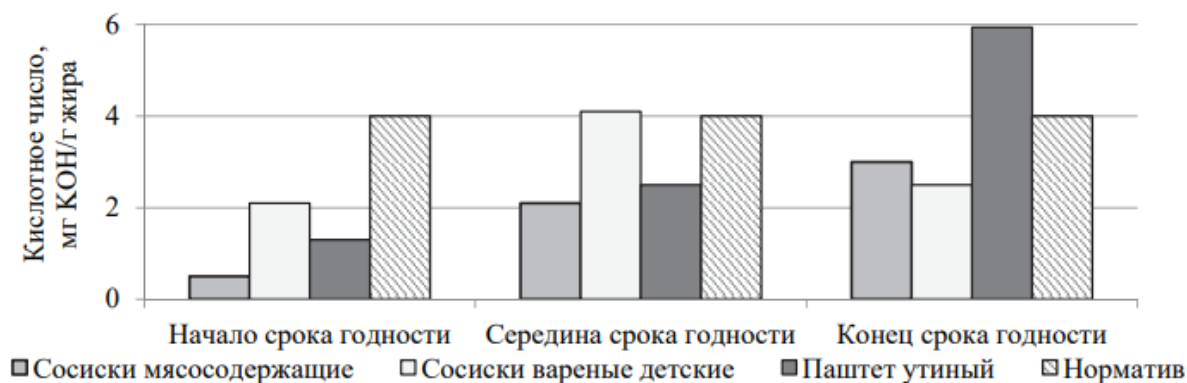


Рис. 4. Результаты определения кислотного числа в образцах мясной продукции

Как видно из представленных на рис. 4 данных, в начальный период хранения кислотное число в исследуемых образцах продукции составлял 0,5, 1,8 и 1,3 мг КОН/г жира для сосисок мясосодержащих, сосисок вареных детских и паштета утиного соответственно, что не превышал значения норматива для топленого жира (Колодязная, 2019: 10–138).

Данный критерий выбран для оценки результатов эксперимента, так как исследуемые образцы продукции в процессе технологического цикла проходили термическую обработку. К середине срока хранения образцов рассматриваемый показатель увеличился в 4 раза для сосисок мясосодержащих и в 2 раза для двух других образцов – сосисок вареных детских и паштета утиного (Коновалов, 2021: 10–105).

Результаты определения перекисного числа в хранившихся в течение срока годности исследуемых образцов термически обработанных продуктов представлены на рисунке 5.

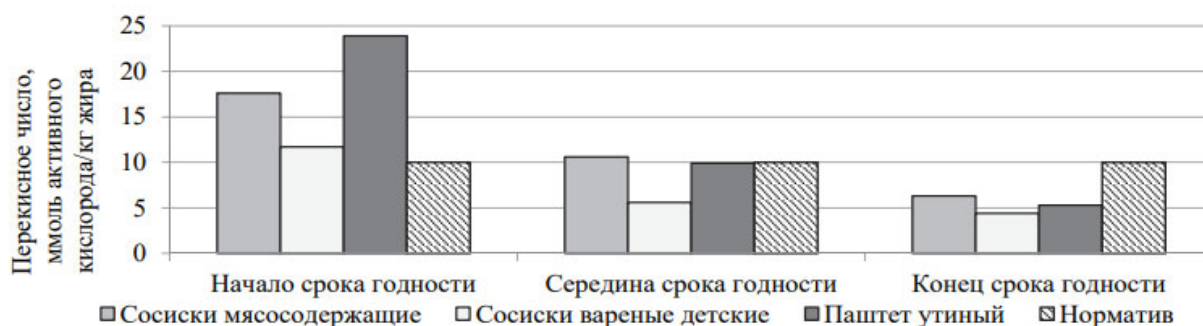


Рис. 5. Результаты определения перекисного числа в образцах мясной продукции

Данные рисунка 5 свидетельствуют о наличии противоположной динамики при изучении второго показателя окислительной порчи – перекисного числа в хранившихся образцах продукции.

Так, в начале срока годности во всех исследуемых образцах продукции перекисное число превышало значение 10 ммоль активного кислорода на 1 кг жира, выбранного в качестве норматива, а именно в 2,4, 1,7 и 1,2 раза для паштета утиного, сосисок мясосодержащих и сосисок вареных детских соответственно (Коновалов, 2021: 10–105).

Далее при хранении образцов продукции происходит существенное снижение уровня данного показателя на 40 и 35 % для сосисок мясосодержащих, на 48 и 33 % для сосисок вареных детских, на 60 и 47 % для паштета утиного в середине и конце срока годности соответственно.

Установленные в ходе лабораторного эксперимента высокие уровни перекисного числа для рассматриваемых образцов продукции могут указывать на наличие первичных продуктов окисления (перекисей и гидроперекисей), которые в последующий период хранения в результате окисления распадаются с образованием вторичных продуктов окисления – альдегидов, кетонов, эпоксидов, низших жирных кислот, что способствует увеличению значения кислотного числа (Коновалов, 2020: 15–155; Коновалов, 2015: 49–52).

Все вышеперечисленное свидетельствует о протекании сложных химических реакций (окисления, разложения) основных компонентов мясной продукции в период ее срока годности под воздействием рассмотренных выше физических факторов при ее транспортировании до объекта реализации. Это в свою очередь оказывает существенное влияние на интенсификацию процессов химической порчи продукции.

Заключение

В ходе проведенного исследования была поставлена цель – изучить влияние условий хранения и транспортировки на микробиологическую и органолептическую стабильность мясной продукции, а также определить факторы, влияющие на ухудшение качества и срок годности готовых продуктов. Для достижения этой цели была разработана методология, включающая отбор и характеристику исследуемого материала, разработку стандартной и альтернативной программ контроля, а также использование микробиологических, химических и органолептических методов анализа.

Цели исследования были реализованы через последовательное выполнение следующих этапов: отбор образцов мясных продуктов, их хранение при контролируемых условиях, периодический отбор проб, проведение микробиологических и химических анализов, оценка органолептических свойств, а также статистическая обработка данных. Такой подход позволил установить достоверные закономерности изменения качества продукции в зависимости от времени хранения, условий транспортировки и специфики упаковки.

Результаты исследования показали, что наибольшее влияние на органолептическое и микробиологическое состояние продукции оказывают температура хранения и механические воздействия при транспортировке. Для охлажденных полуфабрикатов из мяса птицы были выявлены закономерности постепенного увеличения количества мезофильных микроорганизмов при превышении допустимой температуры хранения на 2–3 °С. Органолептические показатели, такие как запах, цвет и консистенция, также ухудшались с ростом температуры и длительности хранения. Для готовых мясных продуктов, включая сосиски и паштеты, наблюдалось преимущественно химическое ухудшение качества, проявляющееся в повышении кислотного и перекисного числа жира, что подтверждает гипотезу о комбинированном воздействии химических и микробиологических факторов на срок годности продукции.

Выводы исследования подтверждают истинность выдвинутой гипотезы: ухудшение качества мясной продукции является результатом совокупного воздействия микробиологических, химических и физических факторов, а интегрированное использование стандартных и альтернативных методов контроля позволяет более точно прогнозировать сроки годности продукции. Достоверность результатов обеспечена системностью подхода, использованием современных методов анализа и контролем экспериментальных условий, что повышает надежность полученных выводов и их практическую ценность.

Полученные результаты имеют значимые практические последствия. Во-первых, они могут быть использованы предприятиями мясной промышленности для оптимизации условий хранения и транспортировки, минимизации потерь продукции и повышения безопасности конечного продукта. Во-вторых, разработанные методы контроля и анализа

качества могут быть интегрированы в систему менеджмента безопасности пищевых продуктов, что позволит своевременно выявлять продукцию, не соответствующую установленным требованиям. В-третьих, результаты исследования открывают перспективу для дальнейших научных исследований, направленных на разработку новых упаковочных материалов, технологий охлаждения и методов микробиологического и химического мониторинга, способствующих увеличению сроков хранения и сохранению органолептических свойств продукции.

Таким образом, проведенное исследование позволило не только подтвердить первоначальные предположения о факторах порчи мясной продукции, но и расширить научное знание о взаимодействии микробиологических, химических и физических процессов в период хранения. Полученные результаты могут быть использованы для практической оптимизации условий транспортировки и хранения мясной продукции, повышения ее безопасности и качества, а также для разработки рекомендаций по стандартизации и контролю сроков годности. Перспективы дальнейшей работы включают: расширение спектра исследуемых продуктов, внедрение инновационных методов контроля качества, а также адаптацию результатов исследования к различным климатическим и логистическим условиям, что обеспечит более высокий уровень безопасности и потребительской ценности мясной продукции.

В целом, результаты исследования подтверждают важность комплексного подхода к изучению факторов, влияющих на качество и срок годности мясных продуктов, и демонстрируют возможности практического применения научных знаний в области пищевой промышленности. Научная новизна работы заключается в интегрированном использовании микробиологических, химических и органолептических методов контроля, а также в системной оценке влияния условий хранения и транспортировки на качество продукции, что открывает новые направления для исследований и внедрения эффективных технологий в производственную практику.

ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаева, 2017 — Абдуллаева А.М., Серегин И.Г., Никитченко В.Е. Микробиологический мониторинг коммерческих полуфабрикатов из мяса птицы // Вестник РУДН. Сер. Агрономия и животноводство. 2017. — Т. 12. — № 4. — С. 350–358. [Russ.]

Полуфабрикаты натуральные из мяса птицы, 2011 — Полуфабрикаты натуральные из мяса птицы. Технические условия: ТУ ВУ 100098867.277-2011. — Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. — Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации. — 2011. — 25 с. [Russ.]

Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов, 2013 — Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: гигиенический норматив. — Утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52. — Минск: [Издательство/Минздрав]. — 2013. — 28 с. [Russ.]

Колодязная, 2019 — Колодязная В. С. Пищевая химия. — СПб.: СПбГАХПТ. — 2019. — 140 с. [Russ.]

Behdani, 2019 — Behdani B., Fan Y., Bloemhof-Ruwaard J. M. Cool chain and temperature-controlled transport: An overview of concepts, challenges, and technologies / Sustainable Food Supply Chains. — 2019. — P. 167–183. [Eng.]

Годовой отчет АО «Международный аэропорт Алматы», 2020 — Годовой отчет АО «Международный аэропорт Алматы» за 2020 год. — Алматы. — 2020. — 170 с. [Russ.]

Air Astana, 2022 — Integrated Report of Air Astana 2022. — 170 pages. [Eng.]

Коновалов, 2021 — Коновалов В.Л., Нутувич В.Е., Пашков Н.Н., Ларино О.Н. и др. Современные транспортно-логистические технологии доставки грузов. — М.: ООО «Русайнс». — 2021. — 108 с. [Russ.]

Коновалов, 2020 — Коновалов В.Л., Лысенко Н.Е., Лахметкина Н.Ю., Щелкунова И.В. и др. Логистические технологии грузовых перевозок во крупных транспортных холдингах / — М.: ООО «Издательство «КноРус». — 2020. — 160 с. [Russ.]

Коновалов, 2015 — Коновалов В.Л., Айсина Л.Р., Багров А.С. Новые технологии, повышающие сохранность перевозимых грузов // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «История и перспективы развития транспорта на севере России». — 2015. — № 1. — С. 49–52. [Russ.]

REFERENCES

Abdullaeva, 2017 — Abdullaeva, A.M., Seregin, I.G., Nikitchenko, V.E. (2017). Mikrobiologicheskii monitoring kommercheskikh polufabrikatov iz myasa ptitsy [Microbiological monitoring of commercial poultry meat semi-finished products]. — Vestnik RUDN. Ser. Agronomiya i zhivotnovodstvo. — 2017. — Vol. 12, No. 4. — P. 350–358. [in Russ.]

Polufabrikaty natural'nye iz myasa ptitsy, 2011 — Polufabrikaty natural'nye iz myasa ptitsy. (2011). Tekhnicheskie usloviya: TU BY 100098867.277-2011 [Natural poultry meat semi-finished products. Technical conditions]. — Minsk: Mezhgos. Sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. Bel. gos. in-t standartizatsii i sertifikatsii. — 2011. — 25 p. [in Russ.]

Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov, 2013 — Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov (2017): gigenicheskiy normativ [Indicators of safety and harmlessness for human food raw materials and food products: hygienic standard]. — Utv. postanovleniem Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus' ot 21.06.2013 № 52. — Minsk: [Izdatel'stvo/Minzdrav]. — 2013. — 28 p. [in Russ.]

Kolodiaznaia, 2019 — Kolodiaznaia, V.S. (2019). Pishchevaia khimiia [Food chemistry]. — SPb.: SPbGAKhPT. — 2019. — 140 p. [in Russ.]

Behdani, 2019 — Behdani, B., Fan, Y., Bloemhof-Ruwaard, J.M. (2019). Cool chain and temperature-controlled transport: An overview of concepts, challenges, and technologies. — Sustainable Food Supply Chains. — 2019. — P. 167–183. [in Eng.]

Godovoi otchet AO «Mezhdunarodnyi aeroport Almaty», 2020 — Godovoi otchet AO «Mezhdunarodnyi aeroport Almaty» za 2020 god [Annual report of Almaty International Airport for 2020]. — Almaty. — 2020. — 170 p. [in Russ.]

Air Astana, 2022 — Integrated Report of Air Astana 2022. — 170 p. [in Eng.]

Konovalov, 2021 — Konovalov, V.L., Nutovich, V.E., Pashkov, N.N., Larino, O.N. et al. (2021). Sovremennye transportno-logisticheskie tekhnologii dostavki gruzov [Modern transport and logistics technologies of cargo delivery]. — M.: OOO «Rusains». — 2021. — 108 p. [in Russ.]

Konovalov, 2020 — Konovalov, V.L., Lysenko, N.E., Lakhmetkina, N.Yu., Shchelkunova, I.V. et al. (2020). Logisticheskie tekhnologii gruzovykh perevozok vo krupnykh transportnykh holdingakh [Logistics technologies of cargo transportation in large transport holdings]. — M.: OOO «Izdatel'stvo Knorus». — 2020. — 160 p. [in Russ.]

Konovalov, 2015 — Konovalov, V.L., Aisina, L.R., Bagrov, A.S. (2015). Novye tekhnologii, povyshaiushchie sokhrannost' perevozimykh gruzov [New technologies improving the preservation of transported cargo]. — Materialy IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Istoriia i perspektivy razvitiia transporta na severe Rossii». — 2015. — No. 1. — P. 49–52. [in Russ.]