

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ

CHEMICAL ENGINEERING, BIOTECHNOLOGIES

УДК 637.07

Т. М. Шачек¹, Е. Н. Зеленкова¹, С. Г. Травкина², А. С. Пенкрат¹, А. С. Мешкова¹

¹Белорусский государственный технологический университет

²ООО «Технотрейд»

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОЦЕНКЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Определены основные факторы, влияющие на процессы порчи пищевой продукции при ее реализации в современных условиях. Проведены исследования по верификации сроков годности отдельных видов продукции из мяса и мяса птицы.

Объектами исследования являлись охлажденные полуфабрикаты из мяса птицы, упакованные под вакуумом, и термически обработанные готовые мясные продукты – сосиски и паштет. Образцы продукции были отобраны в объектах розничной торговли. Длительность и условия хранения образцов в лабораторном эксперименте определяли на основании требований ТНПА на отдельные виды продукции и информации, указанной на маркировке производителем. В объектах исследования изучали изменение микробиологических, органолептических показателей, а также характеристик окислительной порчи – кислотного и перекисного чисел.

Подтверждена микробиологическая стабильность всех исследуемых образцов продукции в пределах срока годности. При этом в процессе хранения полуфабрикатов из мяса птицы и готовых мясных продуктов постепенно ухудшались все органолептические показатели качества. Для термически обработанных готовых мясных продуктов установлен характер изменения показателей окислительной порчи: увеличение кислотного числа до 400% и снижение перекисного числа до 80% относительно исходного уровня.

Ключевые слова: мясо птицы, мясная продукция, транспортирование, хранение, срок годности, верификация, планирование эксперимента, микробиологическая безопасность, органолептические характеристики, окислительная порча.

Для цитирования: Шачек Т. М., Зеленкова Е. Н., Травкина С. Г., Пенкрат А. С., Мешкова А. С. Планирование эксперимента при оценке сроков годности пищевой продукции // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2023. № 1 (265). С. 5–14. DOI: 10.52065/2520-2669-2023-265-1-1.

T. M. Shachek¹, E. N. Zelenkova¹, S. G. Travkina², A. S. Penkrat¹, A. S. Meshkova¹

¹Belarusian State Technological University

²LLC “Technotrade”

EXPERIMENTAL DESIGN IN SHELF LIFE EVALUATION OF FOOD PRODUCTS

The main factors influencing the processes of spoilage of food products during its implementation in modern conditions are determined. Studies have been carried out to verify the expiration dates of particular types of meat products and poultry meat semi-finished products.

The objects of research were semi-finished poultry meat products cooled in vacuum packaging and ready-to-eat meat products – sausages and pate. Sampling of products was done in retail outlets. The duration and conditions of samples storage in a laboratory experiment were determined on the basis of the technical regulatory framework for certain types of products and the information indicated on the manufacturer's label. Microbiological and organoleptic characteristics, as well as characteristics of oxidative spoilage – acid and peroxide numbers – were studied in the objects.

The microbiological stability of all tested product samples was confirmed within the expiration date. At the same time, during the storage of semi-finished and ready-to-eat meat products, all organoleptic quality indicators gradually deteriorated. For heat-treated meat products, the nature of changes in oxidative spoilage indicators has been established: acid number increased up to 400% and peroxide number decreased to 80% relative to the initial level.

Keywords: poultry meat, meat products, transportation, storage, shelf life, verification, experiment planning, microbiological safety, organoleptic characteristics, oxidative spoilage.

For citation: Shachek T. M., Zelenkova E. N., Travkina S. G., Penkrat A. S., Meshkova A. S. Experimental design in shelf life evaluation of food products. *Proceedings of BSTU, issue 2, Chemical Engineering, Biotechnologies, Geoecology*, 2023, no. 1 (265), pp. 5–14. DOI: 10.52065/2520-2669-2023-265-1-1 (In Russian).

Введение. 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 [1–3].

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. 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. [4–7].

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. Продукты химических реакций влияют на цвет, вкус, аромат и/или текстуру пищевого продукта. Несмотря на имеющуюся серьезную теоретическую базу в данной области [1–3], 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 [6–9]. 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 [10, 11], а с другой – могут способствовать окислению жировой составляющей продукта, что может приводить к химической порче.

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 [12] 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 [13]. Кроме того, в пищевых продуктах с содержанием жира более 5% обязательным является контроль окисления жирового компонента. 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.

Основная часть. 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 мясосодержащие (упакованные под вакуумом), сосиски детские вареные (упаковка в ГМС) и паштет утиный, характеристика которых приведена в табл. 1. 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. Для каждого наименования продукции отбирали необходимое количество проб от одной партии с целью выполнения всей программы исследований.

План испытаний для верификации сроков годности составляли с учетом требований [12] 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 рис. 1.

Стандартная программа исследований использовалась для образцов 1 и 2 и включала изучение динамики микробиологических и органолептических показателей. Временем начала эксперимента являлось окончание последней технологической операции производства полуфабрикатов (табл. 1). В дальнейшем отбор проб для определения контролируемых показателей осуществляли через каждые 24 ч.

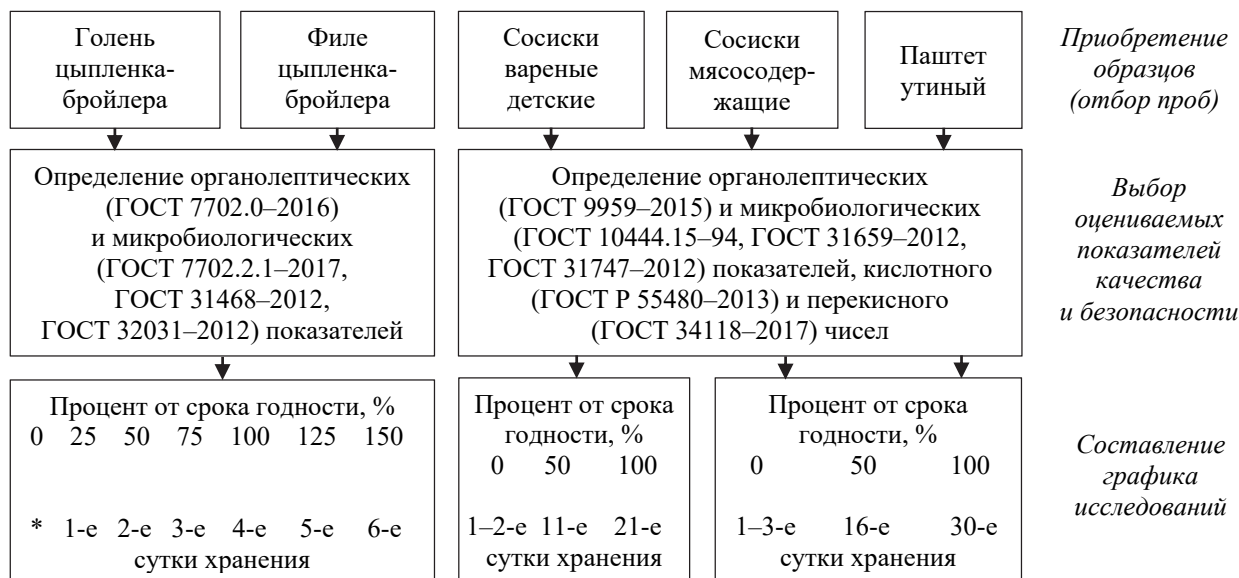
Альтернативная программа исследований была разработана для образцов 3–5, в рамках которой дополнительно к количественной оценке микробиоты и органолептических характеристик в период срока годности изучали динамику показателей окислительной порчи – кислотное и перекисное числа. Период доставки образцов в торговую сеть не превышал 1–3 сут 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 (рис. 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 1

Характеристика объектов исследования

Образец	Продукция	ТНПА на продукцию	Дата изготовления	Срок годности при температуре $(2 \pm 2)^\circ\text{C}$, сут
1	Филе цыпленка-бройлера охлажденное в вакуумной упаковке	ГОСТ 31936–2012, ТУ ВУ 100098867.277–2011 [14]	25.10.2021 9:00	4
2	Голень цыпленка-бройлера охлажденная в вакуумной упаковке			
3	Сосиски мясосодержащие	ГОСТ 23670–2019	17.11.2021	30
4	Сосиски вареные детские		21.11.2021	21
5	Паштет утиный	ГОСТ Р 55334–2012	21.11.2021	30



Примечание. * – свежееизготовленные продукты.

Рис. 1. Схема исследований

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-балльного шкал, разработанных авторами, по следующим показателям: цвет, запах, консистенция и состояние поверхности (табл. 2). 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 – $(2 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Таблица 2

Балльная шкала оценки полуфабрикатов из мяса курицы

Показатель	Характеристика		Балл
	Голень	Филе	
Цвет	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
Запах	Характерный, приятный, свежего мяса, без постороннего запаха		5
	Характерный, но менее ощущаемый, 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		1
Консистенция и состояние поверхности	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 табл. 3. Из табл. 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).

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 КМАиФАНМ (табл. 4). 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 $(0,9–3,1) \cdot 10^5$. 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 (табл. 5, рис. 2 и 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 (табл. 5).

Таблица 3

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		нормируемое	фактическое			нормируемое
	филе	голень		сосиски мясосодержащие	сосиски вареные детские	паштет утиный	
Активность воды	0,951	0,967	—	0,989	0,985	0,982	—
КМАиФАнМ, 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)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Не обнаружено		Не допускается в 25 г	—	—	—	—
Патогенные, в том числе сальмонеллы	Не обнаружено			—	—	—	—
БГКП	—	—	—	Не обнаружено			Не допускается

Таблица 4

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 мясосодержащие	$9,0 \cdot 10^1$	–	$2,8 \cdot 10^2$	–	$4,1 \cdot 10^2$	–	–
Сосиски вареные детские	$7,8 \cdot 10^1$	–	$2,6 \cdot 10^2$	–	$3,8 \cdot 10^2$	–	–
Паштет утиный	$6,2 \cdot 10^1$	–	$2,4 \cdot 10^2$	–	$4,2 \cdot 10^2$	–	–

Таблица 5

**Результаты исследований органолептических характеристик
термически обработанных образцов продукции**

Точки контроля	Органолептические характеристики		
	консистенция	внешний вид	запах и вкус
Сосиски мясосодержащие			
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 (рис. 2 и 3).

Как видно из представленных на рис. 2 и 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 [10, 11].

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 рис. 4.

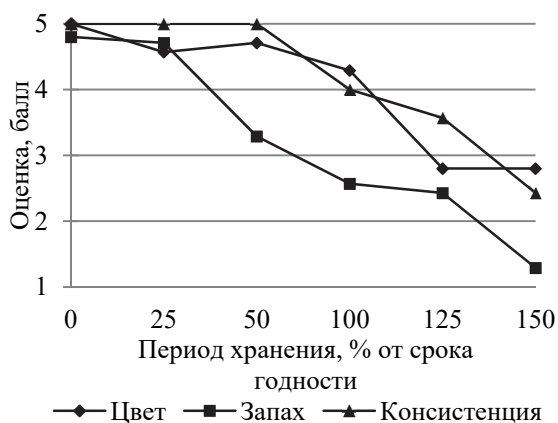


Рис. 2. Изменение органолептических показателей голени при хранении

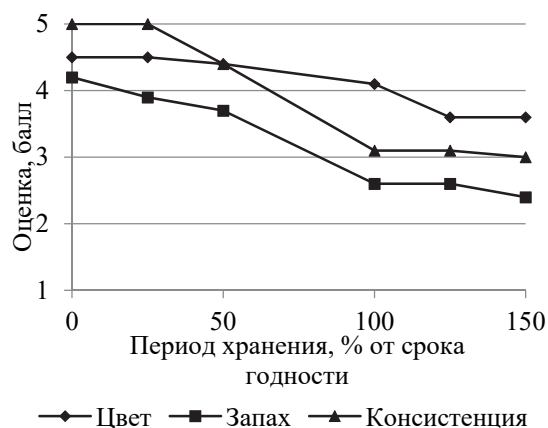


Рис. 3. Изменение органолептических показателей филе при хранении

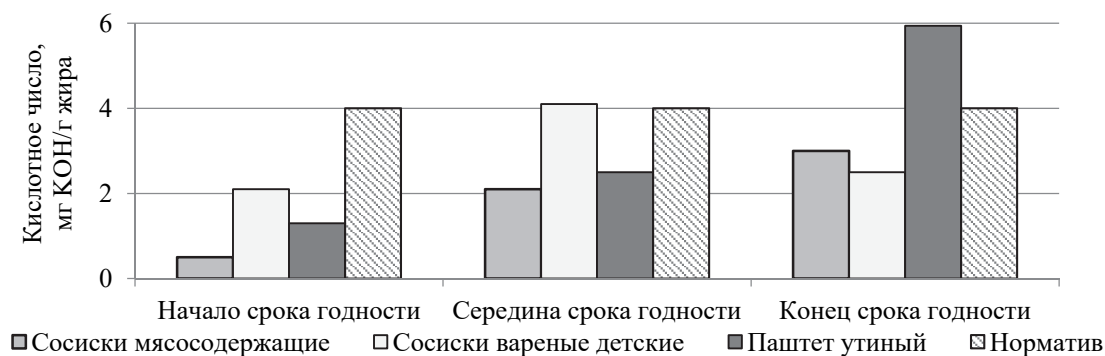


Рис. 4. Результаты определения кислотного числа в образцах мясной продукции

Как видно из представленных на рис. 4 данных, в начальный период хранения кислотное число в исследуемых образцах продукции составляло 0,5, 1,8 и 1,3 мг КОН/г жира для сосисок мясосодержащих, сосисок вареных детских и паштета утиного соответственно, что не превышало значения норматива для топленого жира [15]. Данный критерий выбран для оценки результатов эксперимента, так как исследуемые образцы продукции в процессе технологического цикла проходили термическую обработку.

К середине срока хранения исследуемых образцов рассматриваемый показатель увеличился в 4 раза для сосисок мясосодержащих и в 2 раза для двух других образцов – сосисок вареных детских и паштета утиного. Тенденция по увеличению кислотного числа сохранилась и при дальнейшем хранении сосисок мясосодержащих и паштета утиного. Кроме того, в хранившихся образцах последнего к концу срока годности значение рассматриваемого показателя окислительной порчи в 1,5 раза превысило критерий, использованный в данной работе для оценки результатов [15].

Результаты определения перекисного числа в хранившихся в течение срока годности исследуемых образцов термически обработанных продуктов представлены на рис. 5. Данные рис. 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 [15], а именно в 2,4, 1,7 и 1,2 раза для паштета утиного, сосисок мясосодержащих и сосисок вареных детских соответственно.

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 [16].

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.

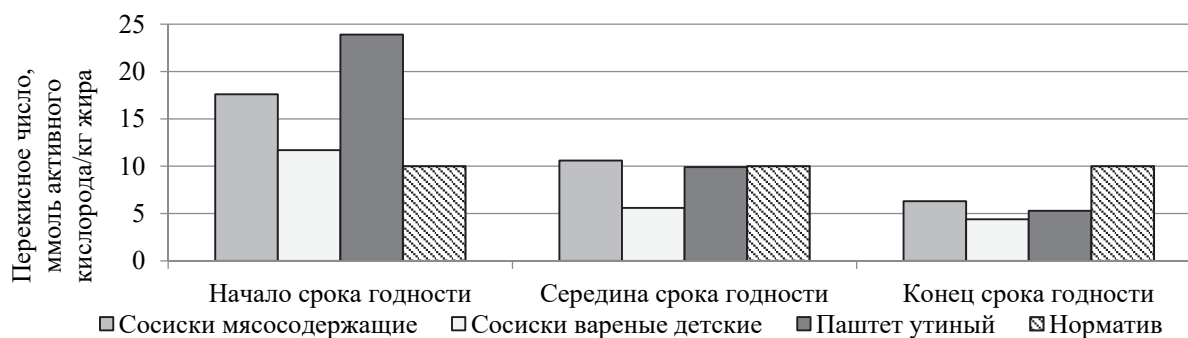


Рис. 5. Результаты определения перекисного числа в образцах мясной продукции

Заключение. Проведенные экспериментальные исследования по верификации сроков годности различных видов полуфабрикатов из мяса птицы и мясной продукции показали, что микробиота пищевых продуктов не является единственным определяющим фактором их порчи. Установлено, что при хранении охлажденных продуктов из мяса птицы и термически обработанной мясной продукции в пределах срока годности существенно ухудшаются органолептические характеристики и показатели окислительной порчи при соответствии требованиям контролируемых микробиологических характеристик.

Существенное влияние могут оказывать условия транспортирования готовой продукции до объектов реализации. К многократному (при доставке на дальние расстояния, с точками перегрузки в нескольких логистических центрах) повторению таких единичных событий, как температурные колебания, разрывы холодовой цепи, следует добавить и такие факторы, как механические воздействия на продукт (на про-

тяжении 10–20 ч), связанные с вибрацией и давлением в транспортной упаковке. Все это может привести к выделению свободной влаги, что непосредственно и увеличивает скорость химических реакций, ухудшающих качество пищевых продуктов.

Все вышесказанное подтверждает необходимость пересмотра подходов к составлению программы лабораторного эксперимента при оценке сроков годности пищевых продуктов.

Целесообразно, например, моделировать условия разрыва холодовой цепи и имеющих место при транспортировании на длительное расстояние механических воздействий (вибраций и давления) на продукт. Также важно изучать последовательность согласованных биохимических и физико-химических реакций, протекающих в любом заданном пищевом продукте, и выявлять механизмы, приводящие к порче или утрате требуемых характеристик продуктов современного ассортимента, с учетом включаемых в рецептуру пищевых добавок и факторов, влияющих на активное выделение влаги.

Список литературы

1. Стеле Р., Широкова В., Базарнова Ю. Г. Срок годности пищевых продуктов: расчет и испытание. СПб.: Профессия, 2006. 482 с.
2. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2015. 672 с.
3. Дамодаран Ш., Паркин К. Л., Феннема О. Р. Химия пищевых продуктов. СПб.: ИД «Профессия», 2012. 1040 с.
4. Блекберн К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов. СПб.: Профессия, 2008. 784 с.
5. Gupta R. K., Dudeja P., Minhas A. S. Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective. Academic Press, 2016. 624 p.
6. Sarkar S., Aparna K. Food Packaging and Storage Research. Trends in Home Science and Extension // AkiNik Publications. 2020. Vol. 3. P. 27–51.
7. Min B., Ahn D. U. Packaging and Storage // Handbook of fermented meat and poultry. 2007. Vol. 1. P. 289–300.
8. Min B., Ahn D. U. Sensory properties of packaged fresh and processed poultry meat // Advances in meat, poultry and seafood packaging. 2012. Vol. 1. P. 112–153.
9. Role of Packaging in Food Processing / B. Sharma [et al.] // Food Chemistry. 2021. Chapter 3. P. 73–95.
10. Состав для обработки мяса птицы: пат. RU 2504204 С1 / В. В. Евелева, Т. М. Черпалова, И. В. Шамеко. Оpubл. 04.06.2012.
11. Шамеко И. В. Токсико-фармакологическая безопасность и эффективность средств для обработки мяса кур: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук: 06.02.03. СПб., 2015. 20 с.
12. Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза сроков годности (хранения) и условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов, отличающихся от установленных в действующих технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации: санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 01.09.2010 № 119. URL: https://mart.gov.by/files/live/sites/mart/files/documents_НПА/Постановление%20МЗ%20от%2001.09.2010%20№%20119.pdf (дата обращения: 10.11.2022).
13. 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.
14. 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.

15. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: гигиенический норматив: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 21.06.2013 № 52. URL: <https://mart.gov.by/files/live/sites/mart/files/documents/НПА/Постановление%20МЗ%20от%2021.06.2013%20№%2052.pdf> (дата обращения: 10.11.2022).
16. Колодязная В. С. Пищевая химия. СПб.: СПбГАХПТ, 1999. 140 с.

References

1. Stele R., Shirokova V., Bazarnov Yu. G. *Srok godnosti pishchevykh produktov: raschyet i ispytaniye* [Food product shelf life: calculation and testing]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2006. 482 p. (In Russian).
2. Nechaev A. P., Traubenberg S. E., Kochetkova A. A., Kolpakova D. B., Vitol I. S., Kobeleva I. B. *Pishchевaya khimiya* [Food chemistry]. St. Petersburg, GIORД, 2015. 672 p. (In Russian).
3. Damodaran Sh., Parkin K. L., Fennema O. R. *Khimiya pishchevykh produktov* [Food chemistry]. St. Petersburg, ID "Professiya" Publ., 2012. 1040 p. (In Russian).
4. Blackburn K. de V. *Mikrobiologicheskaya porcha pishchevykh produktov* [Microbiological food spoilage]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2008. 784 p. (In Russian).
5. Gupta R. K., Dudeja S., Minhas A. S. Food Safety in the 21st Century: Public Health Perspective. Academic Press, 2016. 624 p.
6. Sarkar S., Aparna K. Food Packaging and Storage Research. Trends in Home Science and Extension. *AkiNik Publications*, 2020, vol. 3, pp. 27–51.
7. Min B., Ahn D. U. Packaging and Storage. *Handbook of fermented meat and poultry*, 2007, vol. 1, pp. 289–300.
8. Min B., Ahn D. U. Sensory properties of packaged fresh and processed poultry meat. *Advances in meat, poultry and seafood packaging*, 2012, vol. 1, pp. 112–153.
9. Sharma B., Sadhu S., Chopra R., Garg M. Role of Packaging in Food Processing. *Food Chemistry*, 2021, chapter 3, pp. 73–95.
10. Eveleva V. V., Cherpалova T. M., Shameko I. V. Composition for processing poultry meat. Patent RU 2504204 C1, 2012 (In Russian).
11. Shameko I. V. *Toksiko-farmakologicheskaya bezopasnost' i effektivnost' sredstv dlya obrabotki myasa kur. Avtoreferat dissertatsii kandidata veterinarnykh nauk* [Toxico-pharmacological safety and effectiveness of means for processing chicken meat. Abstract of the thesis PhD (Veterinary)]. St. Petersburg, 2015. 20 p. (In Russian).
12. State sanitary and hygienic examination of the shelf life (storage) and storage conditions of food raw materials and food products that differ from those established in the current technical regulatory legal acts in the field of technical regulation and standardization: the Sanitary norms, rules and hygienic standards, 01.09.2010, no. 119. Available at: <https://mart.gov.by/files/live/sites/mart/files/documents/НПА/Постановление%20МЗ%20от%2001.09.2010%20№%20119.pdf> (accessed 10.11.2022) (In Russian).
13. Abdullaeva A. M., Seregin I. G., Nikitchenko V. E. Microbiological monitoring of commercial semi-finished products from poultry meat. *Vestnik RUDN* [Bulletin of RUDN], series Agronomy and animal husbandry, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 350–358 (In Russian).
14. TU BY 100098867.277-2011. Semi-finished products natural from poultry meat. Specifications. Minsk, Mezhdgosudarstvennyy Sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii, Belorusskiy gosudarstvennyy institut standartizatsii i sertifikatsii Publ., 2011. 25 p. (In Russian).
15. Indicators of safety and harmlessness for humans of food raw materials and food products: the Hygienic standard, 21.06.2013, no. 52. Available at: <https://mart.gov.by/files/live/sites/mart/files/documents/НПА/Постановление%20МЗ%20от%2021.06.2013%20№%2052.pdf> (accessed 10.11.2022) (In Russian).
16. Kolodyaznaya V. S. *Pishchевaya khimiya* [Food chemistry]. St. Petersburg, SPbGAKhPT Publ., 1999. 140 p. (In Russian).

Информация об авторах

Шачек Татьяна Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры физико-химических методов и обеспечения качества. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: shachek@tut.by, tatianashachek@gmail.com

Зеленкова Елена Николаевна – ассистент кафедры физико-химических методов и обеспечения качества. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: elena.taras@mail.ru, zelenkovaelenanik@gmail.com

Травкина Светлана Григорьевна – исследователь технических наук, главный технолог. ООО «Технотрейд» (214000, г. Смоленск, ул. Октябрьской Революции, 9, корп. 2, Российская Федерация). E-mail: swetik1282@mail.ru

Пенкрат Алина Сергеевна – выпускница. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: alya.penkrat@mail.ru

Мешкова Алиса Сергеевна – выпускница. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: alisa.greing@gmail.com

Information about the authors

Shachek Tat'yana Mikhaylovna – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Physical-Chemical Methods and Quality Assurance. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: shachek@tut.by, tatianashachek@gmail.com

Zelenkova Elena Nikolaevna – assistant lecturer, the Department of Physical-Chemical Methods and Quality Assurance. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: elena.taras@mail.ru, zelenkovaelenanik@gmail.com

Travkina Svetlana Grigor'yevna – researcher of technical sciences, chief technologist. LLC “Techno-trade” (9, building 2, Oktyabr'skoy Revolyutsii str., 214000, Smolensk, Russian Federation). E-mail: swetik1282@mail.ru

Penkrat Alina Sergeevna – graduate. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alya.penkrat@mail.ru

Meshkova Alisa Sergeevna – graduate. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alisa.greing@gmail.com

Поступила 15.11.2022