

Определение микробной обсемененности сосисок в вакуумной упаковке

Таропин В.Н., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье была определена микробная обсемененность и выделены преобладающие бактерии в сосисках, упакованных под вакуумом, при хранении при различных температурах. Сосиски хранились при температуре 4°C, 8°C и 15°C. Определяли общее количество микроорганизмов с учетом психротрофных бактерий и молочнокислых бактерий (МКБ). Преобладающие колонии были изолированы для дальнейшей характеристики. Кроме того, значения pH измеряли в течение времени хранения. Исходное микробное качество сосисок было удовлетворительным. Наибольшее увеличение количества микроорганизмов наблюдалось в течение первой недели хранения при всех температурах. В испорченном продукте доминировали три вида микроорганизмов. Сенсорные изменения сосисок были связаны не с количеством бактерий, а с видом портящейся флоры.

Ключевые слова: вакуумная упаковка, мясной продукт, молочнокислые бактерии, порча.

Для цитирования: Таропин В.Н., Фролов Д.И. Определение микробной обсемененности сосисок в вакуумной упаковке // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 1. С. 27–31.

Determination of microbial contamination of sausages in vacuum packaging

Taropin V.N., Frolov D.I.

Abstract. In this article, microbial contamination was determined and the predominant bacteria in vacuum-packed sausages during storage at different temperatures were identified. The sausages were stored at 4°C, 8°C and 15°C. Total microbial counts were determined including psychrotrophic bacteria and lactic acid bacteria (LAB). The predominant colonies were isolated for further characterization. In addition, pH values were measured during the storage time. The initial microbial quality of the sausages was satisfactory. The highest increase in the number of microorganisms was observed during the first week of storage at all temperatures. Three species of microorganisms were dominant in the spoiled product. The sensory changes of the sausages were not related to the number of bacteria but to the type of spoilage flora.

Keywords: vacuum packaging, meat product, lactic acid bacteria, spoilage.

For citation: Taropin V.N., Frolov D.I. Determination of microbial contamination of sausages in vacuum packaging. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 1. pp. 27–31. (In Russ.).

Введение

Мясо и мясные продукты являются хорошей средой для роста бактерий [8]. Ключевую роль в активности и росте микроорганизмов в мясных продуктах играют тип микробной контаминации, вносимой при переработке мяса, и физико-химические факторы (температура, pH, питательные вещества, активность воды, состав атмосферы), применяемые при хранении [5, 7, 11]. Часто сообщается о значении строгой гигиены и температуры для качества продукта. Кроме того, чтобы предотвратить порчу продукта, его обычно необходимо упаковывать [1, 2]. В настоящее время обычно используются вакуумная упаковка и упаковка в модифицированной атмосфере [3, 4, 6, 10]. Вакуумная упаковка пода-

вляет микробиологический рост и задерживает развитие порчи за счет медленного размножения бактерий, способных переносить анаэробные условия. Молочнокислые бактерии (МКБ) — основная группа бактерий, вызывающая порчу мясных продуктов в вакуумной упаковке. LAB — это обширная группа микроаэрофильных бактерий, которые могут продуцировать множество соединений, препятствующих росту других организмов (например, бактериоцины). Часто было показано, что атипичные стрептобактерии, принадлежащие к видам *Lactobacillus Sake* и *L. curvatus*, образуют наиболее важную популяцию порчи мясных продуктов в вакуумной упаковке [12, 13]. Кроме того, в колбасах, упакованных под вакуумом, были обнаружены облигатные гетероферментативные лактобактерии, лейконосток и

карнобактерии. Целью наших исследований было определение микробной обсемененности и выделение преобладающих бактерий сосисок в вакуумной упаковке, находящихся в товарном обращении, при хранении при различных температурах.

Объекты и методы исследования

Сосиски в вакуумной упаковке из одной партии были взяты из торгового холодильника торговой сети. Образцы хранились при температуре 4°C, 8°C и 15°C до истечения срока годности, указанного производителем. Перед хранением (нулевой момент) и каждые шесть суток определяли общее количество микроорганизмов с учетом психротрофных бактерий и молочнокислых бактерий (МКБ) (каждый раз по пять проб от каждой температуры). Преобладающие колонии были изолированы для дальнейшей характеристики. Кроме того, значения pH измеряли в течение времени хранения.

Для всех образцов pH измеряли каждый шестой день. Образец (10 г) смешивали со 100 г 0,1 моль/л раствора KCl. Для измерений использовали цифровой pH-метр.

Образцы оценивали по цвету, запаху и внешнему виду с использованием трех дескрипторов: Цвет: (1) свежий, светло-розовый; (2) умеренно изменены; (3) заметно измененный, от серовато до зеленоватого цвета; Запах: (1) типичный для продукта; (2) молочный, кислый; (3) отталкивающий, типичный для начала порчи; Экссудация: (1) отсутствует; (2) небольшое количество, слегка опалесцирующее, (3) заметно мутное, от плотного до липкого. Сенсорную оценку проводила группа из шести экспертов.

Количество аэробных бактерий и психротрофных бактерий определяли на агаре для подсчета чашек, инкубированном при 30°C в течение 72 часов и при 6°C в течение 6 дней. Молочнокислые бактерии определяли на агаре инкубированном при 30°C в течение 72 ч в анаэробных условиях. Самый низкий предел обнаружения вышеуказанных методов подсчета контролировался на уровне 10 КОЕ/г.

Количество и типы колониальной морфологии, присутствующие на каждой пластинке, определяли с использованием ручных критериев Берджи. Были собраны морфологические типы, составляющие более 10% от общей популяции (по пять колоний с каждой чашки). Окрашивание по Граму, тесты на оксидазу и каталазу проводили с использованием стандартных процедур. Окисление или ферментацию глюкозы исследовали в среде после инкубации в течение 72 часов. Преобладающие грамположительные, каталазо- и оксидазо-отрицательные бактерии и коккобациллы были идентифицированы до видового уровня с помощью тестов. Идентификация организма считалась неопределенной, если вероятность идентификации составляла менее 60%.

Для оценки распределения данных использовался t-тест Стьюдента. Статистический анализ (средние значения, стандартное отклонение, корреляции, критерий Стьюдента) проводился с использованием программного обеспечения Origin.

Результаты и их обсуждение

Микробиологические данные о сосисках в вакуумной упаковке, хранившихся в течение 18 суток при различных температурах, представлены в таблице 1. Исходное микробное качество продукта было удовлетворительным. Франкфуртеры содержали 10^1 - 10^2 КОЕ/г аэробных бактерий. Аналогичное количество колоний наблюдалось и после инкубации на чашках Петри температуре 6°C, что указывает на преобладание некоторых психротрофов во флоре в начале хранения. Средний pH составлял 6,25. Такой уровень загрязнения после обработки указывает на хорошие гигиенические стандарты на перерабатывающем предприятии. Это очень важно, поскольку высокая степень загрязнения на этом этапе сокращает срок годности продукта независимо от условий хранения. Хранение сосисок при 4°C, 8°C и 15°C привело к увеличению численности популяций всех исследованных групп. Наибольшее увеличение численности бакте-

Таблица 1 – Изменение pH и микробного качества сосисок в процессе хранения

Температура хранения	Дни	pH	Общее количество микроорганизмов	Психротрофы	Молочнокислые бактерии (LAB)
4°C	0	6,25	1,48	1,48	1,3
	6	6,27	5,75	5,4	5,08
	12	6,13	6,48	5,98	6,38
	18	6,02	6,78	6,76	6,77
8°C	6	6,15	6,25	5,58	6,04
	12	5,42	7,08	6,52	7,04
	18	5,01	7,26	6,66	7,18
15°C	6	6,17	6,57	5,83	5,73
	12	5,44	6,89	5,88	6,49
	18	4,86	7,04	6,36	6,94

Таблица 2 – Средние значения сенсорных дескрипторов за период хранения

Температура хранения	Дескриптор	Срок хранения (дней)			
		0	6	12	18
4°C	цвет	1	1	1	1
	запах	1	1	1	1
	экссудация	1	1	1	1
	сумма	3	3	3	3
8°C	цвет	1	1	1	1
	запах	1	1	2	2
	экссудация	1	2	2	2,5
	сумма	3	4	5	5,5
15°C	цвет	1	1	1	1
	запах	1	1	1,5	2
	экссудация	1	2	2,5	3
	сумма	3	4	5	6

рий (от 4 до 5 log) наблюдалось в течение первой недели хранения при всех температурах. Через 18 дней хранения общее количество микроорганизмов, присутствующих в сосисках, хранившихся при температуре 4°C, находилось на уровне 10^6 - 10^7 КОЕ/г и было примерно на половину логарифмического цикла ниже, чем в продуктах, хранившихся при других температурах. В микрофлоре продукта, хранившегося при этой температуре, преобладали (около 100%) психротрофные МКБ. Отбор в сторону этой группы наблюдался после первой недели хранения. Было замечено, что после 6 дней хранения грамположительные (+), оксидазные (-) и каталазные (-) организмы составили приблизительно 100% изолированной флоры (рис. 1). При хранении при этой температуре различий между значениями pH продуктов не наблюдалось ($p > 0,20$). В продукте, хранившемся при температуре 8°C, наблюдалось присутствие не только психротрофных молочнокислых бактерий, но и штаммов, более чувствительных к температуре охлаждения. Преобладающей группой контаминирующей флоры и в этом случае были молочнокислые бактерии. Через 18 суток хранения количество МКБ увеличилось до уровня 10^7 КОЕ/г. Грамположительные (+), оксидазные(-) и каталазные (-) бактерии составляли приблизительно 100% выделенной флоры через 12 суток хранения (рис. 1). При хранении при температуре 8°C значения pH снижались до 5,01 и были ниже ($p < 0,05$) исходных значений pH. В сосисках, хранившихся при температуре 15°C, наблюдалось снижение содержания молочнокислых бактерий и психротрофных бактерий в общей микрофлоре. Общее количество микроорганизмов ($7,04 \log$ КОЕ/г) было выше ($p < 0,01$), чем количество психротрофов ($6,36 \log$ КОЕ/г). К концу хранения (18 сут) выделенная флора составляла приблизительно 80% грам(+), оксидазы(-) и каталазы (-) организмов (рис. 1). Также при этой температуре наблюдалось снижение pH образцов ($p < 0,01$). Как рост, так и виды микрофлоры, вызывающей порчу, зависели от температуры

хранения. Грамположительные, каталазо- и оксидазо-отрицательные палочки считали молочнокислыми бактериями (МКБ). МКБ составляют основной компонент микробной популяции различных видов мясных продуктов, упакованных под вакуумом. Общеизвестно, что LAB могут вызывать сенсорные изменения, а также изменения внешнего вида испорченных колбас в вакуумной упаковке. Результаты сенсорной оценки представлены в таблице 2. Исходные образцы, исследованные сразу после покупки, имели светло-розовый цвет, характерный запах и вкус. При хранении при температуре 4°C сенсорных изменений не наблюдалось. В случае сосисок, хранившихся при температуре 8°C и 15°C, через шесть дней сообщалось об изменениях, включая кислый аромат, вкус и накопление слизи и молочной жидкости. Порча МКБ производят в основном молочную и уксусную кислоту во время логарифмического роста и особенно в стационарной фазе роста. Было обнаружено, что показатели вкуса и аромата резко снижались по сравнению с постоянным уровнем, когда количество LAB достигало $1,4 \times 10^7$ КОЕ/г. В нашем исследовании

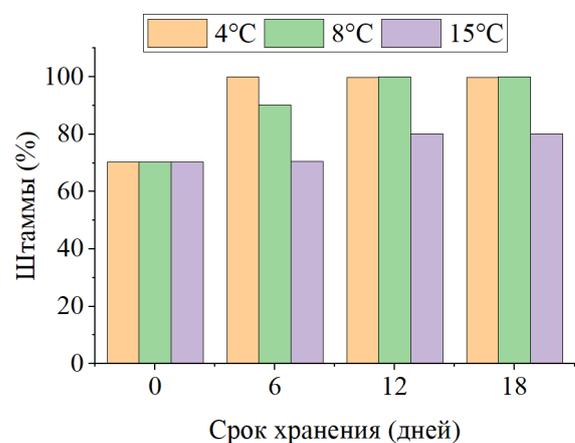


Рис. 1. Содержание грамположительных (+), оксидазоотрицательных (-) и каталазоотрицательных (-) штаммов от общего количества микроорганизмов

Таблица 3 – Процентное распределение штаммов, выделенных из сосисок после 18 дней хранения при различных температурах

микроорганизм	Температура хранения		
	4°C	8°C	15°C
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides</i>	-	-	-
<i>Weisella viridescens</i>	21	-	-
<i>Lactobacillus fermentum</i>	-	36	43
Другие LAB	22	21	15
Энтеробактерии	-	-	21

корреляция между количеством молочнокислых бактерий и значениями pH не наблюдалась. Таким образом, снижение pH наших проб, а также накопление слизи и молочной жидкости можно отнести к видам преобладающих молочнокислых бактерий. Корреляций между суммой значений сенсорных дескрипторов и количеством аэробных пластинок ($r=0,6117$), психротрофов ($r=0,5621$) и молочнокислых бактерий ($r=0,5886$) не выявлено. Значения сенсорных дескрипторов коррелировали с pH продуктов ($r=-0,9415$). Эти результаты согласуются с исследованием других исследователей. Они заметили, что образцы можно считать испорченными, если pH падает ниже 5,8–5,9.

В испорченном продукте доминировали три вида (*Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides*, *Lactobacillus Fermentum* и *Weisella viridescens*) (табл. 3).

Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides присутствовал в сосисках независимо от температуры хранения. Участие этого вида в составе испорченной микрофлоры уменьшалось с повышении

температуры хранения. Вид *Weisella viridescens* был идентифицирован только в продукте, хранившемся при температуре 4°C (около 21% контаминирующей микрофлоры). *Lactobacillus Fermentum* присутствовал в сосисках, хранившихся при температуре 8°C и 15°C. Бактериальная флора постепенно отбиралась в сторону этого вида по мере повышения температуры хранения. Очень важно знать, какие виды МКБ вызвали порчу продукта, поскольку вероятность порчи МКБ зависит не только от скорости их роста, но и от специфической метаболической активности. Рост микроорганизмов во время хранения обусловлен типом загрязнения, возникающим при переработке мяса, а также влиянием физико-химических факторов, применяемых во время хранения. Доля *Leuconostoc sp.* Велика в порче мяса и мясопродуктов в вакуумной упаковке. *Leuconostoc* имеют выраженную способность доминировать, главным образом *Lc. mesenteroides* и *Lc. carnosum*, в некопченном цельном мясе, таком как ветчина и мясные деликатесы. Обильный рост газо- и шламообразующих *Lc. mesenteroides* вызывал сильный отек и жжение. Это наблюдалось в случае сосисок, хранившихся при температуре 8°C и 15°C.

Выводы

Молочнокислые бактерии были доминирующими микробными загрязнителями в сосисках в вакуумной упаковке, независимо от температуры хранения.

Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides, *Lactobacillus Fermentum* и *Weisella viridescens* были обнаружены в испорченных продуктах. Количественный состав портящихся веществ определялся температурой хранения. Сенсорные изменения сосисок были связаны не с количеством бактерий, а с видом портящейся флоры.

Литература

- [1] Барденцева Е. Е., Коляда Л. Г., Смирнова А. В. Традиционные способы упаковывания пищевых продуктов // Качество продукции, технологий и образования. – 2018. – С. 197-203.
- [2] Давыдова Р. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНД-МАР-УПАКОВКА // Мясные технологии. – 2015. – №. 1. – С. 40-43.
- [3] Елисеева С. А., Полевик А. А. Применение упаковки в индустрии питания // Пищевая индустрия и общественное питание: современное состояние и перспективы развития. – 2017. – С. 136-141.
- [4] Жакслыкова Д. Ж., Барденцева Е. Е., Зяблицева М. А. Современная упаковка как способ хранения мясопродуктов // Качество продукции, технологий и образования. – 2019. – С. 210-214.
- [5] Костенко Ю. Г., Краснова М. А. Развитие микроорганизмов при хранении мясных продуктов

References

- [1] Bardentseva E. E., Kolyada L. G., Smirnova A. V. Traditional methods of packaging food products // Quality of products, technologies and education. – 2018. – P. 197-203.
- [2] Davydova R. TECHNOLOGICAL TREND-MAR-PACKAGING // Meat technologies. – 2015. – No. 1. – pp. 40-43.
- [3] Eliseeva S. A., Polevik A. A. Application of packaging in the food industry // Food industry and public catering: current state and development prospects. – 2017. – pp. 136-141.
- [4] Zhakslykova D. Zh., Bardentseva E. E., Zyablitseva M. A. Modern packaging as a method of storing meat products // Quality of products, technologies and education. – 2019. – P. 210-214.
- [5] Kostenko Yu. G., Krasnova M. A. Development of microorganisms during storage of meat products at

- в условиях различной температуры //Мясная индустрия. – 2011. – №. 12. – С. 50-53.
- [6] Лаутеншлагер Р. Упаковка свежего мяса в модифицированной атмосфере—аргументы «За» и «Против» //Все о мясе. – 2012. – №. 6. – С. 19-23.
- [7] Лисицын А. Б., Семенова А. А., Цинпаев М. А. Основные факторы повышения стойкости мясных продуктов к микробиологической порче //Все о мясе. – 2007. – №. 3. – С. 16-23.
- [8] Машенцева Н. Г., Клабукова Д. Л. Стартовые культуры в мясных технологиях //Мясные технологии. – 2015. – №. 3. – С. 30-35.
- [9] Переходова Е. А., Наумова Н. Л., Лукин А. А. Использование конопляной муки в производстве мясных рубленых полуфабрикатов //Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – Т. 4. – №. 45. – С. 43-46.
- [10] Роздов И. А., Орлова Е. А., Большакова Е. А. Модифицированная атмосфера в обеспечении качества фасованных сыров //Сыроделие и маслоделие. – 2012. – №. 5. – С. 45-46.
- [11] Семенова А. А. и др. «Барьерные» технологии в мясной промышленности //Мясные технологии. – 2011. – №. 10. – С. 66-70.
- [12] KLEIN G. et al. Emended descriptions of *Lactobacillus sake* (Katagiri, Kitahara, and Fukami) and *Lactobacillus curvatus* (Abo-Elnaga and Kandler): numerical classification revealed by protein fingerprinting and identification based on biochemical patterns and DNA-DNA hybridizations //International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 1996. – Т. 46. – №. 2. – С. 367-376.
- [13] Morishita Y., Shiromizu K. Characterization of lactobacilli isolated from meats and meat products // International Journal of Food Microbiology. – 1986. – Т. 3. – №. 1. – С. 19-29.
- different temperatures // Meat industry. – 2011. – No. 12. – pp. 50-53.
- [6] Lautenschläger R. Packaging fresh meat in a modified atmosphere—arguments “Pros” and “Cons” // All about meat. – 2012. – No. 6. – pp. 19-23.
- [7] Lisitsyn A. B., Semenova A. A., Tsinpaev M. A. Main factors for increasing the resistance of meat products to microbiological spoilage // All about meat. – 2007. – No. 3. – pp. 16-23.
- [8] Mashentseva N. G., Klabukova D. L. Starter cultures in meat technologies //Meat technologies. – 2015. – No. 3. – pp. 30-35.
- [9] Perekhodova E. A., Naumova N. L., Lukin A. A. The use of hemp flour in the production of minced meat semi-finished products // Technology and commodity science of innovative food products. – 2017. – T. 4. – No. 45. – pp. 43-46.
- [10] Rozdov I. A., Orlova E. A., Bolshakova E. A. Modified atmosphere in ensuring the quality of packaged cheeses // Cheesemaking and buttermaking. – 2012. – No. 5. – pp. 45-46.
- [11] Semenova A. A. et al. “Barrier” technologies in the meat industry // Meat technologies. – 2011. – No. 10. – pp. 66-70.
- [12] KLEIN G. et al. Emended descriptions of *Lactobacillus sake* (Katagiri, Kitahara, and Fukami) and *Lactobacillus curvatus* (Abo-Elnaga and Kandler): numerical classification revealed by protein fingerprinting and identification based on biochemical patterns and DNA-DNA hybridizations //International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology . – 1996. – T. 46. – No. 2. – pp. 367-376.
- [13] Morishita Y., Shiromizu K. Characterization of lactobacilli isolated from meats and meat products // International Journal of Food Microbiology. – 1986. – T. 3. – No. 1. – pp. 19-29.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Таропин Валерий Николаевич магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Taropin Valery Nikolaevich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>
<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>