

УДК 579.67:664.8.038

Review Article

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОММЕРЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «NISIN PRO» В СРАВНЕНИИ С ПРЕПАРАТОМ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИОЦИНА ГИБРИДНОГО ШТАММА *LACTOCOCCUS LACTIS* SSP. *LACTIS* F-116 ПРИ ХРАНЕНИИ ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА ПТИЦЫ

¹Умиралиева Лазат Бекеновна*, ²Стоянова Лидия Григорьевна, ³Дибирасулаев Магомед Абдулмаликович, ³Дибирасулаев Дибирасулав Магомедович, ¹Филатов Иван Дмитриевич, ¹Искаков Михаил Халияскарлович, ¹Жомартқызы Тогжан

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» 050060, г. Алматы, пр. Гагарина 238 Г

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

³Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности - филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, г. Москва, ул. Костякова, 12

Автор для корреспонденции: *l.umiraliyeva@rpf.kz

АБСТРАКТ

В работе проведено исследование влияния антибактериальных свойств коммерческого препарата «Nisin Pro» (компания «Synergy Pharmedem Group Co Limited», Changhai, Китай) и нового биоконсерванта на основе бактериоцина гибридного штамма *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 при хранении охлажденного мяса птицы. Актуальность исследования обусловлена растущим интересом к потреблению охлажденного мяса птицы среди потребителей и вопросом увеличения сроков его хранения с применением натуральных биоконсервантов. Охлажденное мясо птицы подвержено микробиологической порче, вызванной развитием таких микроорганизмов, как *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* и плесневых грибов, что приводит к быстрому ухудшению органолептических свойств и снижению пищевой ценности продукции. Проведены модельные опыты по сравнению антимикробного спектра действия изучаемых консервирующих композиций по отношению к возможным контаминантам птицы в условиях холодильной температуры, типичной для домашнего хозяйства. Полученные экспериментальные данные продемонстрировали, что применение таких биоконсервантов как бактериоцины, существенно снижают уровень микробной контаминации, продлевая срок хранения охлажденного мяса птицы. Бактериоцин гибридного штамма *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 продемонстрировал высокую антимикробную активность в сравнении с коммерческим препаратом «Nisin Pro», что делает его перспективным средством для биоконсервации мясных продуктов. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения биоконсервантов на основе бактериоцинов в пищевую промышленность для повышения микробиологической безопасности и продления срока хранения охлажденного мяса птицы.

Ключевые слова: биоконсерванты, бактериоцин, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116, низин, мясо птицы, микробиологическая безопасность.

ВВЕДЕНИЕ

Мясо птицы является одним из наиболее востребованных и широко потребляемых видов животного белка в мире. Согласно прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации (FAO) к 2030 году доля мяса птицы в общем объеме производства мясных продуктов составит около 41% [1]. Это обусловлено высокой скоростью роста птицы, экономической выгодностью производства и потребительскими предпочтениями, связанными с его питательной ценностью и легкостью усвоения.

Ведущими странами по производству мяса птицы являются США, Китай, Бразилия и Европейский Союз. В 2023 году мировой рынок мяса птицы оценивался примерно в 330 миллионов тонн [2], причем значительная его часть приходится на охлажденное мясо, которое пользуется спросом у потребителей, стремящихся к приобретению свежей и качественной продукции [3].

Несмотря на рост производства и потребления, производители мяса птицы сталкиваются с рядом проблем, связанных с его хранением. Главная из них – микробиологическая порча продукции, обусловленная высокой влажностью сырья, которое является благоприятной средой для развития патогенных микроорганизмов. Основные группы микроорганизмов, вызывающие порчу мяса

птицы, включают мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные бактерии, такие как *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, а также дрожжи и плесневые грибы [4]. Их активное размножение приводит к накоплению токсинов, ухудшению органолептических свойств продукта, образованию нежелательных запахов, изменению цвета, потере товарного вида и, в конечном итоге, к снижению срока годности.

Для предотвращения порчи мяса птицы широко используются различные методы консервации. Наиболее распространенными являются:

Физические методы – охлаждение, замораживание, вакуумная упаковка, модифицированная газовая среда [5].

Химические консерванты – нитриты, сорбаты, бензоаты и органические кислоты (молочная, уксусная, пропионовая) [6].

Биологические методы – использование биоконсервантов, основанных на действии бактериоцинов, продуцируемых молочнокислыми бактериями [7].

Несмотря на свою эффективность, применение химических консервантов сопряжено с рядом серьезных недостатков. Исследования показывают, что некоторые из этих соединений, такие как нитриты и бензоаты, могут

образовывать канцерогенные соединения - нитрозамины, стойкие к термической обработке пищевой продукции [8]. Долговременное потребление продуктов с высоким содержанием химических консервантов ассоциируется с рисками развития хронических заболеваний, включая рак желудка и кишечника [9].

Кроме того, химические консерванты могут нарушать баланс кишечной микробиоты, подавляя рост полезных бактерий и способствуя развитию антибиотикоустойчивых штаммов микроорганизмов. Это особенно актуально в условиях глобального роста антибиотикорезистентности. Также следует учитывать, что химические добавки, такие как сорбаты и бензоаты, способны вызывать аллергические реакции, включая крапивницу, астму и гиперчувствительность у некоторых групп населения [10].

Еще одним значимым недостатком является их влияние на органолептические свойства продукта. Некоторые химические соединения могут придавать мясу металлический или горьковатый привкус, что снижает его привлекательность для потребителей [11]. Учитывая эти негативные аспекты, исследователи и производители активно разрабатывают альтернативные стратегии сохранения свежести продуктов, в том числе использование био-консервантов на основе бактериоцинов.

Среди биоконсервантов наибольший интерес представляют бактериоцины – антимикробные пептиды, продуцируемые различными штаммами бактерий, которые способны ингибировать рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [12]. Одним из наиболее изученных и применяемых бактериоцинов является низин, продуцируемый бактериями рода *Lactococcus*. Его уникальные свойства включают высокую эффективность против грамположительных бактерий, безопасность для человека, способность к быстрому расщеплению в желудочно-кишечном тракте без накопления в организме [13].

Однако низин обладает узким спектром антимикробной активности, что ограничивает его применение против грамотрицательных бактерий. Для решения этой проблемы ведутся разработки новых биоконсервантов на основе бактериоцинов, обладающих расширенным спектром антимикробного действия. В частности, бактериоцин, продуцируемый гибридным штаммом *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116, показал способность подавлять рост как грамположительных, так и грамотрицательных микроорганизмов [14], что делает его перспективным кандидатом для применения в пищевой промышленности.

В настоящем исследовании проводится сравнительная оценка антибактериальной активности коммерческого препарата «Nisin Pro» (компания «Synergy Pharmademy Group Co Limited», Changhai, Китай) и нового препарата на основе бактериоцинов гибридного штамма *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116, как биоконсервантов для хранения охлажденного мяса птицы. Основная цель исследования – изучить влияние данных биоконсервантов на уровень микробной контаминации и сроки хранения мяса птицы в охлажденных условиях, а также определить их эффективность в сравнении с традиционными методами консервации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись полу-тушки цыплят-бройлеров, приобретенных в розничной торговле. Продукция по термическому показателю относилась к категории «Охлажденная» ГОСТ 31962-2013.

В качестве консервирующих агентов исследовали коммерческий препарат «Nisin Pro» (компания «Synergy Pharmademy Group Co Limited», Changhai, Китай) в концентрации 0,1 %, бактериоцин LGS, продуцируемый рекомбинантным штаммом *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 (а/с. N168761), растворенными в питьевой воде, а также раствор смеси 5% молочной сыворотки с 2% молочной и 0,5 % аскорбиновой кислот.

Препарат LGS получен после культивирования штамма F-116 в биосинтетической (ферментационной) среде, следующего состава (г/л): сахароза - 20,0; - 20,0; NaCl - 2,0; - 0,2; дрожжевой экстракт - 20,0; pH 6,8 - 7,0 с последующей лиофилизацией КЖ на вакуумной установке LABCONCO FreeZone1 (США) при температуре конденсатора - 52°C. Препарат LGS лиофильной сушки, коричневатого цвета хорошо растворим в воде. При растворении в воде в количестве 10 мг/мл выдерживает кипячение, автоклавирование при 1 атм в течение 2-х часов. Стабилен в широком диапазоне pH - от 2,4 до 8,0.

Сыворотка молочная сухая (подсырная) [15] с массовой долей влаги не более 5%, содержанием белка не менее 10%, углеводов не менее 70%. Содержит незаменимые аминокислоты, натуральные молочные сахара, витамины – биотин, холин, витамины А, С, Е, Н и группы В, микроэлементы: калий, кальций, фосфор, магний, йод, цинк и молочнокислые бактерии.

Растворы консервантов для обработки полу-тушек цыплят готовили по следующей схеме:

1. 0,1% Nisin Pro+вода
2. 0,1% Nisin Pro+2% молочной кислоты (МК)
3. 0,1% Препарат LGS+вода
4. 0,1% Препарат LGS+2% молочной кислоты (МК)
5. 5% Сыворотка молочная+2% молочной кислоты (МК)+0,5% аскорбиновой кислоты (АК)
6. Контроль - питьевая вода.

Активную кислотность растворов измеряли потенциометрически на приборе ЕАС рН-150 МИ N 5841 (Россия).

Целью исследования является изучение влияния обработки опытных образцов птицы 0,1% водными растворами разного состава консервирующих агентов (бактериоцинов, молочной сыворотки - 5% в сочетании с молочной и аскорбиновой кислотами) на длительность их хранения и соответствие пищевого сырья по показателям качества требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Выбор концентрации низина исходил из рекомендаций ГОСТ Р 57646-2017 (Продукция микробиологическая. Добавка пищевая низин. Технические условия. Москва. Стандартинформ. 2017. 15 С.), указывающих, что суточное потребление низина составляет 1 - 2 мг/кг массы тела и исходя из собственных исследований по определению минимально подавляющих концентраций (МПК) препарата LGS на тест-культуры условно-патогенных и пато-

генных микроорганизмов.

Сравнивали влияние разных составов консервантов на обсемененность микроорганизмами полу-тушек цыплят-бройлеров до и после обработки вышеуказанными растворами, содержащими в своем составе молочную кислоту как биоконсервант, используемую в пищевой промышленности, как регулятор кислотности (Е270).

Растворы наносили на поверхность полу-тушек птицы методом распыления с помощью ручного пульверизатора (Gigant 500 мл IAG-013). Отбор проб и подготовка к микробиологическим исследованиям проводили согласно ГОСТ 31467-2012. Отбирали не менее 3-х проб по 1 г из разных мест полу-тушки, суспендировали в 9 мл стерильной воды, тщательно встряхивали. Общее микробное число (ОМЧ) определяли по ГОСТ Р 7702.2.1-2017 (Продукты убоя птицы, продукция из мяса птицы и объекты окружающей производственной среды. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов) и по МУК 4.2.2884-11 (Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов).

Для определения в образце количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов применяется тип петрифильма – «3М™ Petrifilm™ Aerobic Count Plate (AC)», в составе стерильной питательной среды которых содержится тетразолиевый индикатор (ТТХ), окрашивающий колонии в красный цвет и облегчающий подсчет колоний.

Проведены модельные опыты по сравнению антимикробного спектра действия изучаемых консервирующих композиций по отношению к возможным контаминантам птицы в условиях холодильных температур, типичной для домашнего хозяйства. Использовали вышеуказанные составы композиций, включая коммерческий препарат «Nisin Pro», бактериоцин LGS в концентрации 0,1 %, сыворотку в сочетании с молочной и аскорбиновой кислотой. Сравнивали антибиотическую активность экспериментального образца с препаратами вышеуказанных фирм. В качестве индикаторных культур использовали опасные контаминанты, связанных с потреблением питательных субстратов из мяса птицы и создающих возможные риски для здоровья человека, которыми являются *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и др. [4]. Бактерии *Micrococcus flavus* NCTC 8340, *Escherichia coli* 52 культивировали в термостате при 37 °С, а бактерии *Pseudomonas aeruginosa* и микромицеты (штаммы *Aspergillus niger* INA 00760 и *Candida albicans* INA 00763) при 28-30 °С.

В качестве стандарта на микромицеты использовали растворы коммерческого препарата нистатин (фирмы *Sigma*) с активностью 4670 единиц/мг, на грамотрицательные бактерии – растворы хлорамфеникола (левомицетина, HiMedia Laboratories Limited, Mumbai) 100, 50 и 25 ед/мл.

Micrococcus flavus - представитель грамположительных бактерий, тестовая культура, используемая в научных исследованиях для количественного определения бактерио-

цинпродуцирующей активности продуцентов низина [16].

Для засева чашек Петри тестам использовали суточные культуры в виде суспензии клеток в физиологическом растворе в количестве 1 млрд/мл (по бактериальному стандарту мутности), исходя из расчета 0,1 мл суспензии в одну чашку Петри при глубинном культивировании. По истечении времени инкубации измеряли зону подавления роста опытных растворов и индикаторных штаммов (в мм).

Мезофильные и психротрофные микробы выращивали на МПА, микромицеты выращивали на среде Сабуро, содержащую в г/л): глюкозу – 40; пептон – 10; агар – 20; левомицетин (хлорамфеникол) – 0,025.

При проведении экспериментов для каждой композиции растворов консервантов использовали по три образца цыплят-бройлеров. Контрольные (с покрытием водой), и опытные образцы заложены на хранение при температуре $0 \pm 2^\circ\text{C}$, относительной влажности 85–90% до появления явных признаков порчи по внешнему виду образцов, органолептическим и санитарно-гигиеническим показателям в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютерных программ Excel (Microsoft Inc., Statistica for Windows, v.5.0 StatSoft Inc), рассчитывая среднее арифметическое, доверительные интервалы, стандартное отклонение. Достоверность различий между средними величинами оценивали с использованием t-критерия Стьюдента ($p \leq 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общее количество жизнеспособных микроорганизмов является микробиологическим индексом, который оценивает общую концентрацию микроорганизмов в образце и помогает определить уровень безопасности и срок годности пищевых продуктов.

В наших экспериментах общее микробное число (ОМЧ) полу-тушек цыплят контрольных образцов (обработанных водой) составило $2,7 \times 10^3$. В процессе 3-х суток хранения контрольных образцов при температуре $0 \pm 2^\circ\text{C}$, ОМЧ увеличилось до $5,3 \times 10^3$ а через 5 суток до $7,0 \times 10^5$ КОЕ/г, продукт по показателям качества соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 (Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов), а в последний день хранения 10 суток до $9,2 \times 10^8$ КОЕ/г, что превысило верхний предел по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАМ), установленный для микробиологической безопасности для птицы, охлажденной и неупакованной (не более 1×10^6 КОЕ/г).

При исследовании полу-тушек птицы, хранившихся в охлажденном состоянии, контаминация образцов, обработанных раствором молочной сыворотки с добавлением молочной кислоты (без бактериоцинов), несколько увеличилась от $1,2 \times 10^3$ до $2,4 \times 10^3$ КОЕ/г по сравнению с КОЕ/г образцов за 3 суток хранения, т.е. на 50% (таблица 1), за 5 суток до $2,2 \times 10^4$ а последующие 10 суток до $4,2 \times 10^4$ КОЕ/г. Этот показатель соответствовал регламентированному нормативной документацией параметру КОЕ/г в пищевых продуктах. Такая величина КОЕ/г характеризует

Таблица 1. Изменение общего микробного числа (ОМЧ) после обработки полу-тушек птицы консервирующими агентами и последующего хранения

№	Состав консервирующей композиции	Общее микробное число после обработки и хранения			
		исходное	3 суток	5 суток	10 суток
1	0,1% «Nisin Pro»+вода	$4,3 \pm 0,04 \times 10^3$	$5,3 \pm 0,02 \times 10^4$	$2,6 \pm 0,04 \times 10^4$	$8,4 \pm 0,02 \times 10^5$
2	0,1% «Nisin Pro» +2% МК	$5,7 \pm 0,02 \times 10^3$	$2,6 \pm 0,03 \times 10^4$	$1,4 \pm 0,02 \times 10^4$	$4,7 \pm 0,05 \times 10^5$
3	0,1% препарат LGS+ вода	$4,3 \pm 0,01 \times 10^3$	$1,6 \pm 0,02 \times 10^4$	$1,5 \pm 0,01 \times 10^4$	$6,4 \pm 0,02 \times 10^4$
4	0,1% препарат LGS+МК 2%	$2,63 \pm 0,01 \times 10^3$	$2,63 \pm 0,02 \times 10^3$	$2,63 \pm 0,02 \times 10^3$	$5,4 \pm 0,03 \times 10^3$
5	5% сыворотка+2% МК+0,5% АК	$1,6 \pm 0,01 \times 10^3$	$2,63 \pm 0,02 \times 10^3$	$7,2 \pm 0,03 \times 10^3$	$3,7 \pm 0,02 \times 10^4$
6	Контроль (вода питьевая)	$2,7 \pm 0,08 \times 10^3$	$5,3 \pm 0,04 \times 10^3$	$7,0 \pm 0,02 \times 10^5$	$9,2 \pm 0,04 \times 10^8$

Примечание: МК- молочная кислота; АК- аскорбиновая кислота

свежий доброкачественный продукт.

За 10 дней хранения образцов в условиях бытового холодильника ОМЧ увеличилось в контрольных образцах до $9,2 \pm 0,04 \times 10^8$, что сопровождалось ослизнением и неприятным запахом. Продукт был опасен для использования. Высокая обсемененность этих образцов птицы гнилостными микроорганизмами сохранилась и в последующие дни хранения. Во всех образцах, за исключением образцов, обработанных бактериоцином LGS, были обнаружены дрожжи и плесени (рис. 1). В образцах, обработанных молочной сывороткой с добавлением молочной кислоты уровень обсемененности был ниже, органолептика была лучше. Патогенные микроорганизмы, регламентируемые СанПиН 2.3.2.1078-01, включая *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, в образцах кур не были обнаружены.

В контрольном образце мяса и в образцах, обработанных китайским низином, сывороткой в сочетании с молочной кислотой, после 10 суток хранения были обнаружены бактерии из рода *Pseudomonas*, гнилостные бактерии *Proteus vulgaris*, плесени и дрожжи, являющиеся преобладающими контаминантами, ответственных за порчу мяса птицы. Эти контаминанты преимущественно находятся на поверхности мяса, а размножаясь в сырье вызывают биохимические реакции, которые приводят к таким изменениям, как протеолиз, деградация аминокислот и, самое главное, окисление липидов, которые на поздних стадиях хранения мяса птицы вызывают появление посторонних привкусов и слизи, что приводят к снижению качества и сокращению коммерческого срока годности продукта.

Мясо птицы после обработки распылением культуральной жидкостью штамма F-116, соответствовало основным технологическим показателям: по органолептике, консистенции и микробиологическим показателям, снизился уровень общей обсемененности при хранении в условиях бытового холодильника в течение 10 дней.

Исходные значения ОМЧ образцов цыплят, обработанных препаратами «Nisin Pro» и препаратом LGS, растворенными в воде, составляло $4,3 \times 10^3$ КОЕ/г. За 3 суток хранения обсемененность этих образцов мяса цыплят повысилась до $5,3 \times 10^4$ и до $1,6 \times 10^4$. Замена в растворах для

обработки мяса птицы воды на 2%-ный раствор молочной кислоты снизило уровень обсемененности после 3-х суток хранения образцов почти в 2 раза и составило $2,6 \times 10^4$ и $2,6 \times 10^3$ КОЕ/г, соответственно. За 10 суток хранения во всех образцах наблюдали увеличение обсемененности микробами образцов, храненных в условиях охлаждения ($0 \pm 2^\circ\text{C}$), но продукт по показателям качества соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Следует отметить, что микробный пейзаж образцов, обработанных бактериоцинами на первом этапе хранения (3 суток) одинаков и представлен, в основном, мелкими колониями, характерными для лактококков. Этот факт можно объяснить присутствием в препаратах «Nisin Pro» и LGS лактококков - продуцентов бактериоцинов, способных к восстановлению после стадии анабиоза в процессе получения сухих препаратов посредством лиофилизации, которые при неблагоприятных температурных режимах отмирают, но на смену им развиваются психротрофные микроорганизмы, устойчивые к действию низина.

При дальнейшем хранении образцов, обработанных бактериоцинами, в условиях охлаждения за 5 суток изменяется состав микробиоты, колонизирующей образцы тушек, когда закономерно происходит отмирание вегетативных мезофильных микроорганизмов, включая лактококки, а рост и размножение психротрофов набирает темп. В растворах с добавлением препаратов бактериоцинов «Nisin Pro» и «LGS» после 5-ти суток хранения наблюдалась тенденция по снижению темпа накопления микробов. При обработке бактериоцинами (низином и препаратом LGS) после 5 суток ОМЧ составило $2,6 \times 10^4$ и $1,5 \times 10^4$, а после 10 суток - до $8,4 \times 10^5$, $6,4 \times 10^4$, соответственно.

Снижение ОМЧ происходит и в случае отмирания мезофилов. Антимикробное действие было усилено при добавлении 2% молочной кислоты почти в 2 раза. Консервирующий эффект молочной кислоты может быть связана с ее способностью снижать pH поверхности продукта, создавая неблагоприятную среду для роста контаминантов и деструкцию клеточных мембран бактерий, приводящих к гибели клеток и подавлению роста.

Результаты исследований показывают эффект био-консервантов, усиленных молочной кислотой, в повыше-

нии микробной безопасности и увеличении срока годности птицы. Проведенное исследование позволило сделать предположение, что содержащаяся в продуктах молочная кислота сдерживает развитие, рост микромицетов, спорных, сапрофитов, болезнетворных бактерий, переводя их в состояние анабиоза, что позволит продлить время хранения продукта (табл.1).

Среди опасных контаминантов – возбудителей болезней, связанных с потреблением питательных субстратов из мяса птицы и создающих возможные риски для здоровья человека, являются *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и др. [4].

В модельных опытах при изучении спектров антимикробного действия используемых для обработки птицы консервирующих композиций (табл.1) на тест-культуры установлено, что 0,1% раствора препарата LGS (на основе штамма *L. lactis* ssp. *lactis* F-116) эффективен против бактерий группы кишечной палочки (БГКП) *Escherichia coli*, *Salmonella gallinarum*, *Proteus vulgaris* и других грамотрицательных микроорганизмов, включая *Pseudomonas fluorescens*, а также грамположительных – *Staphylococcus aureus*, *Micrococcia flavus*, *Listeria monocytogenes*, ингибирует рост плесени *Aspergillus niger* и дрожжей *Candida albicans*, часто колонизирующих мясное сырье.

При одинаковой концентрации молочной кислоты в

растворах степень ингибирования препаратов «Nisin Pro» и «LGS», а также молочной сыворотки в сочетании с молочной кислотой в составе на разные группы микроорганизмов выше (рисунок 1,2,3).

Существуют различные способы выявления антибиотических свойств микроорганизмов. Многие из них основаны, на способности антибиотических веществ диффундировать в плотные агаризованные среды и образовывать зоны подавления роста тест-организма. Величина зоны отсутствия роста указывает на степень активности данного антибиотического вещества в отношении исследуемой тест-культуры и зависит от его концентрации и химической природы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты микробиологических исследований позволяют заключить, что мясо птицы при хранении в охлажденном состоянии имеют определенные отклонения от исходных показателей, что свидетельствует о снижении уровня их доброкачественности. В контрольном образце и в образцах, обработанных «Nisin Pro» с добавлением молочной кислоты после 10 суток хранения в условиях охлаждения были обнаружены бактерии из рода *Pseudomonas*, энтерококки, анаэробные гнилостные бактерии *Proteus* spp., вызывающие неприятный запах, ослизнение поверхности образцов. Поверхность свежего

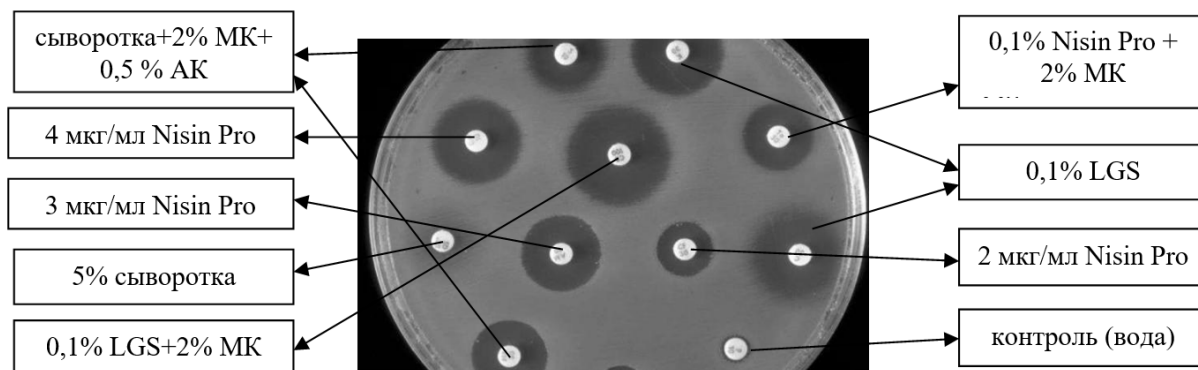


Рисунок 1. Ингибирующее действие разных комбинаций консервирующих агентов на тест-культуру *Micrococcus flavus*, способную контаминировать мясное сырье.

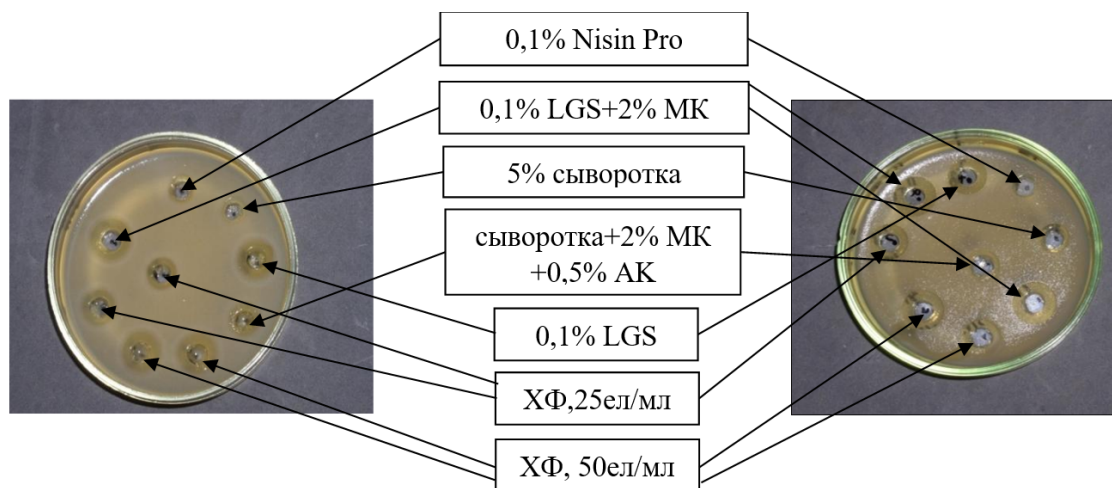


Рисунок 2. Ингибирующее действие разных комбинаций консервирующих агентов на индикаторные грам-отрицательные тест-культуры, способных контаминировать мясное сырье.

Примечание: стандартный препарат хлорамфеникола (ХФ) в концентрации ед/мл

МК – молочная кислота; АК – аскорбиновая кислота

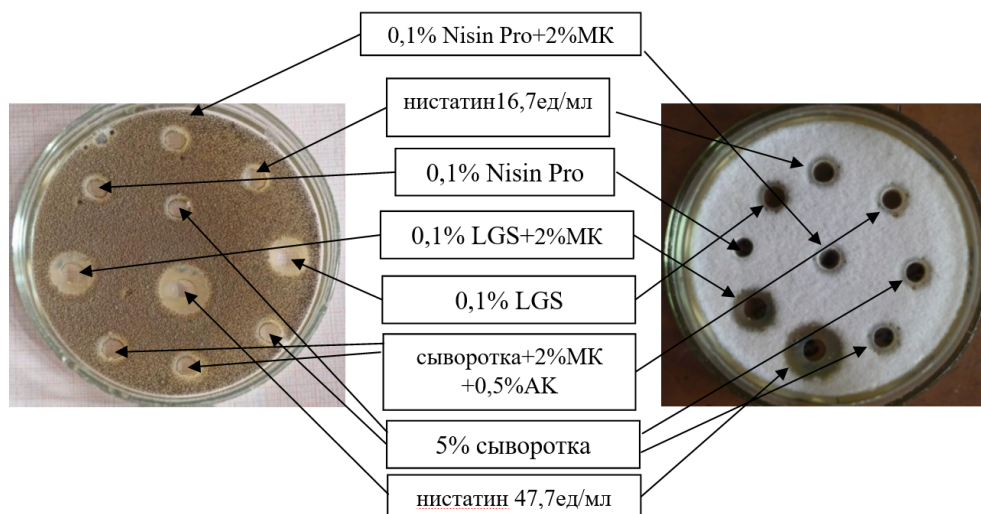


Рисунок 3. Ингибирующее действие разных комбинаций консервирующих агентов на индикаторные тест – культуры, способных контаминировать мясное сырье.

Примечание: стандартный препарат нистатин в концентрации 47,6 и 16,7 ед/мл

МК – молочная кислота; АК – аскорбиновая кислота

мяса птицы при сохранении влажности может стать местом обитания вышеуказанных бактерий, включая псевдомонады и протей-грамотрицательные бактерии, устойчивые к лантибиотику «Nisin Pro». Эти микроорганизмы хорошо растут на поверхности, где они образуют колонии, которые в последствии покрывают всю площадь и вызывают ослизнение, характеризующую испорченную птицу. Бактерии рода *Pseudomonas* — грамотрицательные палочки, которые в ультрафиолетовом свете на мясопептонном агаре дают характерное зеленое свечение, при росте в мясопептонном бульоне вызывали помутнение и образовывали пленку, на среде Рессель изменяли цвет косяка полускошенного агара без образования газа. Обработка мяса птицы природными консервирующими агентами снижает развитие контаминантной микрофлоры.

Представлен экспериментальный подход к созданию биоконсервантов на основе 5% сыворотки с добавлением 2% молочной и 0,5% аскорбиновой кислот как антиоксиданта. Данная композиция содержит в своем составе молочнокислые бактерии, способные оказывать ингибирующее действие на микроорганизмы - контаминанты тушки птицы. Установлено, что в течение 10 суток хранения в условиях охлаждения полу-тушки цыплят, обработанные раствором сыворотки с добавлением молочной кислоты, по ОМЧ и другим показателям качества соответствовал требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Данный метод обработки может быть рекомендован для хранения птицы в охлаждаемых условиях для увеличения срока годности и обогащения сырья витаминами, микроэлементами, входящими в состав молочной сыворотки, а добавление аскорбиновой кислот препятствует развитию окислительных процессов, имеющего место при длительной хранении мясного сырья.

Использование бактериоцинов типа низина и консервантов природного происхождения таких, как молочная сыворотка в пищевой промышленности, способствует обеспечению безопасности, продлению срока годности продуктов и увеличению биологической ценности мясной продукции, что является ключевым вопросом в производ-

стве продуктов питания функциональной направленности.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», специфике 154 «Оплата услуг по исследованиям» в рамках выполнения проекта AP19678940 «Разработка новой технологии хранения охлажденного мяса птицы и птицепродуктов с применением биологических методов консервирования в сочетании с холодом» на 2023-2025 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. FAO. The Future of Food and Agriculture – Alternative Pathways to 2050. Summary version. / Rome: FAO, 2018 – 60 с.
2. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032 / OECD Publishing, Paris, 2023 – 359 с. DOI: <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>
3. N. Mulder, C. Pan et al. Global poultry quarterly Q1 2025: Strong growth, geopolitics and trade disruptions ahead / Rabobank, 2025
4. Jay J. M. Modern food microbiology. 5th Ed. // Chapman & Hall. New York, 1996. – 661 с.
5. Leistner L., Gorris L. G. M. Food preservation by hurdle technology //Trends in food science & technology. – 1995. – Т. 6. – №. 2. – С. 41-46. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)88941-4](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)88941-4)
6. Davidson P. M., Sofos J. N., Branen A. L. Antimicrobials in food. – CRC press, 2005. – 720 с. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420028737>
7. Cleveland J. et al. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation //International journal of food microbiology. – 2001. – Т. 71. – №. 1. – С. 1-20. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00560-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00560-8)

8. Cassens R. G. Composition and safety of cured meats in the USA //Food chemistry. – 1997. – Т. 59. – №. 4. – С. 561-566. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00007-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00007-1)
9. Mirvish S. S. Methods for the determination of N-nitroso compounds in food and biological fluids // Comprehensive Analytical Chemistry. – 2008. – Т. 51. – С. 653-684.
10. Simon R. A. Adverse reactions to food additives // Current Allergy and Asthma Reports. – 2003. – Т. 3. – №. 1. – С. 62-66. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11882-003-0014-9>
11. Doyle M. E., Glass K. A. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2010. – Т. 9. – №. 1. – С. 44-56. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00096.x>
12. Cotter P. D., Hill C., Ross R. P. Bacteriocins: developing innate immunity for food //Nature Reviews Microbiology. – 2005. – Т. 3. – №. 10. – С. 777-788. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro1273>
13. De Vuyst L., Leroy F. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications // Journal of molecular microbiology and biotechnology. – 2007. – Т. 13. – №. 4. – С. 194-199. DOI: 10.1159/000104752
14. Умиральева Л. Б. и др. Исследование биотехнологических свойств биоконсерванта на основе бактериоцина гибридного штамма *Lactococcus Lactis* ssp. *Lactis* F-116 // Микробиология және вирусология. – 2024. – Т. 2. – №. 45. – С. 246-261.
15. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 33958-2016. Сыворо́тка молочная сухая. Технические условия. – 11 с.
16. Riley M. A., Wertz J. E. Bacteriocins: evolution, ecology, and application //Annual Reviews in Microbiology. – 2002. – Т. 56. – №. 1. – С. 117-137. DOI: 10.1146/annurev.micro.56.012302.161024
5. Leistner L., Gorris L. G. M. Food preservation by hurdle technology //Trends in food science & technology. – 1995. – Vol. 6. – No. 2. – P. 41-46. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)88941-4](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)88941-4)
6. Davidson P. M., Sofos J. N., Branen A. L. Antimicrobials in food. – CRC press, 2005. – 720 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420028737>
7. Cleveland J. et al. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation //International journal of food microbiology. – 2001. – Vol. 71. – No. 1. – P. 1-20. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00560-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00560-8)
8. Cassens R. G. Composition and safety of cured meats in the USA //Food chemistry. – 1997. – Vol. 59. – No. 4. – P. 561-566. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00007-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00007-1)
9. Mirvish S. S. Methods for the determination of N-nitroso compounds in food and biological fluids // Comprehensive Analytical Chemistry. – 2008. – Vol. 51. – P. 653-684.
10. Simon R. A. Adverse reactions to food additives //Current Allergy and Asthma Reports. – 2003. – Vol. 3. – No. 1. – P. 62-66. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11882-003-0014-9>
11. Doyle M. E., Glass K. A. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health // Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2010. – Vol. 9. – No. 1. – С. 44-56. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00096.x>
12. Cotter P. D., Hill C., Ross R. P. Bacteriocins: developing innate immunity for food //Nature Reviews Microbiology. – 2005. – Vol. 3. – No. 10. – С. 777-788. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro1273>
13. De Vuyst L., Leroy F. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications // Journal of molecular microbiology and biotechnology. – 2007. – Vol. 13. – No. 4. – P. 194-199. DOI: 10.1159/000104752
14. Umiraliyeva L. B. i dr. Issledovanie biotekhnologicheskikh svojstv biokonservanta na osnove bakteriocina gibridnogo shtamma *Lactococcus Lactis* ssp. *Lactis* F-116 // Mikrobiologiya zhane virusologiya. – 2024. – Vol. 2. – No. 45. – P. 246-261.
15. Interstate standard. GOST 33958-2016. Dry whey. Technical conditions. – 11 p.
16. Riley M. A., Wertz J. E. Bacteriocins: evolution, ecology, and application //Annual Reviews in Microbiology. – 2002. – Vol. 56. – No. 1. – P. 117-137. DOI: 10.1146/annurev.micro.56.012302.161024

REFERENCES

1. FAO. The Future of Food and Agriculture – Alternative Pathways to 2050. Summary version. / Rome: FAO, 2018 – 60 p.
2. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032 / OECD Publishing, Paris, 2023 – 359 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>
3. N. Mulder, C. Pan et al. Global poultry quarterly Q1 2025: Strong growth, geopolitics and trade disruptions ahead / Rabobank, 2025
4. Jay J. M. Modern food microbiology. 5th Ed. // Chapman & Hall. New York, 1996. – 661 p.

ӘОК 579.67:664.8.038

**«NISIN PRO» КОММЕРЦИЯЛЫҚ ПРЕПАРАТЫНЫҢ БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІН
ГИБРИДТІК ШТАММ *LACTOCOCCUS LACTIS* SSP. *LACTIS* F-116 БАКТЕРИОЦИНЫ НЕГІЗІНДЕГІ
ПРЕПАРАТПЕН САЛЫСТЫРА ОТЫРЫП, САЛҚЫНДАТЫЛҒАН ҚҰС ЕТІН САҚТАУ КЕЗІНДЕГІ
ЗЕРТТЕУ**

¹Умиралиева Лазат Бекеновна*, ²Стоянова Лидия Григорьевна, ³Дибирасулаев Магомед Абдулмаликович,
³Дибирасулаев Дибирасулав Магомедович, ¹Филатов Иван Дмитриевич, ¹Искаков Михаил Халияскарович,
¹Жомартқызы Тогжан

¹Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты, 050060, Алматы қ., Гагарин д-лы 238 Г

²Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, 119234, Мәскеу қ., Ленинские горы к-сі 1, 12 а-т

³Бүкілресейлік тоңазытқыш өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты - «В. М. Горбатов атындағы азық-түлік жүйелерінің федералды ғылыми орталығы» филиалы, 127422, Мәскеу қ., Костяков к-сі, 12

Хат-хабар үшін авторлар: *l.umiraliyeva@rpf.kz

ТҮЙІН

Бұл зерттеуде коммерциялық «Nisin Pro» препаратының (Synergy Pharmadem Group Co Limited, Шанхай, Қытай) және *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 гибридтік штаммының бактериоцины негізіндегі жаңа биоконсерванттың салқындатылған құс етін сақтау кезіндегі бактерияға қарсы қасиеттерінің әсері зерттелді. Зерттеудің өзектілігі тұтынушылар арасында салқындатылған құс етіне деген сұраныстың артуымен және оның сақтау мерзімін табиғи биоконсерванттар арқылы ұзарту қажеттілігімен байланысты. Салқындатылған құс еті *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* сияқты микроорганизмдердің және көгерудің (зеңнің) дамуына байланысты микробиологиялық бұзылуға ұшырайды, бұл өнімнің органолептикалық қасиеттерінің тез нашарлауына және тағамдық құндылығының төмендеуіне әкеледі. Үй шаруашылығына тән тоңазытқыш температура жағдайында зерттелген консервантты құрамдардың антимикробтық спектрін құс етінің ықтимал контаминанттарына қатысты салыстыру үшін модельдік тәжірибелер жүргізілді. Алынған эксперименттік мәліметтер биоконсервантар, әсіресе бактериоциндерді қолдану **микробтық ластану деңгейін** едәуір төмендетіп, салқындатылған құс етінің сақтау мерзімін ұзартатынын көрсетті. *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 гибридтік штаммының бактериоцины коммерциялық **Nisin Pro** препаратымен салыстырғанда жоғары антимикробтық белсенділік танытты, бұл оны ет өнімдерін биоконсервациялау үшін **болашағы бар құрал** ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер бактериоциндер негізіндегі биоконсерванттарды тағам өнеркәсібіне енгізу **микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етіп**, салқындатылған құс етінің сақтау мерзімін ұзартуға ықпал ететінін көрсетеді.

Түйін сөздер: биоконсерванттар, бактериоцин, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116, низин, құс еті, микробиологиялық қауіпсіздігі.

UDC 579.67:664.8.038

**INVESTIGATION OF THE ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF THE COMMERCIAL DRUG
«NISIN PRO» IN COMPARISON WITH A BACTERIOCIN-BASED DRUG OF THE HYBRID STRAIN
LACTOCOCCUS LACTIS SSP. *LACTIS* F-116 IN CHILLED POULTRY MEAT STORAGE**

¹Umiraliyeva Lazat Bekenovna*, ²Stoyanova Lidia Grigorievna, ³Dibirasulaev Magomed Abdulmalikovich, ³Dibirasulaev Dibirasulav Magomedovich, ¹Filatov Ivan Dmitrievich, ¹Iskakov Mikhail Khaliyaskarovich, ¹Zhomartkyzy Togzhan

¹Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, 050060, Almaty, 238 G Gagarin Ave.

²Lomonosov Moscow State University, 119234, Moscow, 1 Leninskie Gory St.

³The All-Russian Scientific Research Institute of the Refrigeration Industry - branch of the V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, 127422, Moscow, 12 Kostyakov St.

Corresponding author: *l.umiraliyeva@rpf.kz

ABSTRACT

The study investigated the effect of the antibacterial properties of the commercial drug Nisin Pro (Synergy Pharmadem Group Co Limited, Changhai, China) and a new biopreservative based on the bacteriocin of hybrid strain *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 during storage of chilled poultry meat. The relevance of the study is due to the growing interest in the consumption of chilled poultry meat among consumers and the issue of increasing its shelf life using natural biopreservatives. Chilled poultry meat is susceptible to microbiological spoilage caused by the development of microorganisms such as *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* and molds, which leads to a rapid deterioration of organoleptic properties and a decrease in the nutritional value of products. Model experiments have been conducted to compare the antimicrobial spectrum of action of the studied preservative compositions in relation to possible poultry contaminants under refrigeration conditions typical for household storage. The experimental data obtained demonstrated that the use of biopreservatives such as

bacteriocins significantly reduces the level of microbial contamination, prolonging the shelf life of chilled poultry meat. The bacteriocin of the hybrid strain *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116 demonstrated high antimicrobial activity in comparison with the commercial drug Nisin Pro, which makes it a promising agent for the biopreservation of meat products. The results obtained indicate the feasibility of introducing biopreservatives based on bacteriocins into the food industry to increase microbiological safety and extend the shelf life of chilled poultry meat.

Keywords: biopreservatives, bacteriocin, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* F-116, nisin, poultry meat, microbiological safety.