

## Технологии безопасной консервации продуктов животного происхождения

*Юрна Д.А., Фролов Д.И.*

**Аннотация.** Анализ потребительских предпочтений на рынке продуктов питания показывает, что органолептические свойства и полезность для здоровья играют ключевую роль среди критериев, влияющих на выбор продуктов питания. Хотя удовлетворенность потребителей по-прежнему ограничена экономическими ограничениями, качество и безопасность продуктов питания, особенно животного происхождения, представляют собой факторы большой важности. С одной стороны, аспекты безопасности стали особенно значимыми из-за растущего спроса на натуральные, неизменные, минимально обработанные пищевые продукты, например, только охлажденные, или, с другой стороны, из-за спроса на полуфабрикаты, демонстрирующие желаемое качество и долговечность. Что касается сохранения продуктов животного происхождения, таких как мясо, птица, рыба, молоко или яйца, основные интересы сосредоточены на использовании новых физических методов, в том числе высокого давления, ультразвука, импульсных электрических полей высокого напряжения, электромагнитного излучения, ультрафиолетового света, импульсного света, ионизирующего излучения или радиоволн. Новые комбинированные методы консервирования пищевых продуктов, основанные на так называемой барьерной технологии, уже предложены для практического использования. В статье представлено краткое изложение инновационных методов консервирования продуктов животного происхождения с точки зрения их безопасности. Авторы подчеркивают разнообразие новых доступных методов консервирования пищевых продуктов, иллюстрируя их эффективность результатами ряда исследований.

**Ключевые слова:** консервация, пищевые продукты, животные продукты, безопасность, способы, охлаждение.

**Для цитирования:** Юрна Д.А., Фролов Д.И. Технологии безопасной консервации продуктов животного происхождения // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 2. С. 44–51.

## Technologies for safe preservation of animal products

*Yurna D.A., Frolov D.I.*

**Abstract.** Analysis of consumer preferences in the food market shows that organoleptic properties and health benefits play a key role among the criteria influencing the choice of food products. Although consumer satisfaction is still limited by economic constraints, the quality and safety of food, especially of animal origin, are factors of great importance. On the one hand, safety aspects have become particularly important due to the growing demand for natural, unaltered, minimally processed food products, for example chilled only, or, on the other hand, due to the demand for semi-finished products that demonstrate the desired quality and durability. With regard to the preservation of animal products such as meat, poultry, fish, milk or eggs, major interests are focused on the use of new physical methods, including high pressure, ultrasound, high voltage pulsed electric fields, electromagnetic radiation, ultraviolet light, pulsed light, ionizing radiation or radio waves. New combined methods of food preservation, based on the so-called barrier technology, have already been proposed for practical use. The article provides a short of innovative methods for preserving animal products from the point of view of their safety. The authors highlight the variety of new food preservation methods available, illustrating their effectiveness with the results of a number of studies.

**Keywords:** preservation, food products, animal products, safety, methods, cooling.

**For citation:** Yurna D.A., Frolov D.I. Technologies for safe preservation of animal products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 2. pp. 44–51. (In Russ.).

## Введение

В настоящее время одним из важнейших критериев является соответствие требованиям безопасности производимых продуктов питания, используемых потребителем при покупке продуктов питания. Хотя удовлетворение спроса потребителей на продовольствие по-прежнему зависит от давления экономических ограничений, критерии выбора продуктов питания, в том числе животного происхождения, основаны на таких характеристиках, как свежесть, сенсорные свойства и влияние на здоровье.

Анализ рынка продуктов питания за последние годы свидетельствует о динамичном росте интереса к продуктам, характеризующимся не только высоким качеством и новизной, но в то же время возможно удобными для легкого приготовления в домашних условиях. Растущий спрос на продукцию, относящуюся к так называемым полуфабрикатам, то есть к продуктам высокой степени обработки, позволяющим оперативно готовить блюда, побуждает как производителей, так и операторов розничной торговли постоянно внедрять новые технологии, новые виды и способы упаковки, а также методы маркетинга и распространения. Это также является причиной проведения исследований и разработок, требующих активного привлечения специалистов в области пищевой науки.

В связи с возможностью возникновения пищевых отравлений, связанных с производством и распространением пищевых продуктов, особое внимание уделяется профилактике рисков, связанных с биологическим загрязнением, в том числе микробиологическим, а также химическим и физическим. Статистический анализ, проведенный на основе эпидемиологических исследований, убедительно показывает, что среди патогенных факторов, индуцирующих пищевые отравления, первое место занимают микроорганизмы. Микробиологическая опасность пищевых продуктов обусловлена как потенциальным присутствием в них болезнетворных бактерий, плесени и вирусов, так и токсинов, вырабатываемых микроорганизмами.

Альтернативные технологии консервирования и переработки пищевых продуктов разрабатываются во многом как реакция на требования потребителей [1]. Сегодняшняя потребность в пище, которая не только более удобна в употреблении, но и более здоровая с точки зрения питания, более свежая, более натуральная (минимально обработанная), менее консервированная (с низким содержанием кислот, соли, сахара) и менее зависимая от добавок консервантов (сульфита, нитрита, бензоата, сорбата). Следствием этих тенденций является концепция «минимальной обработки», описывающая подходы к безопасности и сохранению пищевых продуктов, направленные на сохранение натуральных и свежих свойств пищевых продуктов. К сожалению, потребитель может быть более или менее непосредствен-

но подвержен опасности, связанной с зараженными продуктами, часто пищевыми продуктами животного происхождения [2].

Поэтому помимо уже существующих традиционных технологий консервирования пищевых продуктов растет интерес к нетепловым процессам, таким как высокое давление, импульсные электрические поля, ультразвук высокой интенсивности, осциллирующие магнитные поля, ультрафиолетовый свет и другие [3]. Инновационные технологии и передовые технологии предоставляют привлекательную альтернативу традиционным методам термической обработки, которые при отдельном применении часто могут вызывать нежелательные изменения в пищевых продуктах, нарушая баланс между высоким качеством и безопасностью [4]. Однако возможно, что путем объединения двух или более методов консервации можно достичь синергетического антимикробного эффекта вместе со снижением затрат энергии. Разумное применение сводит к минимуму влияние обработки на сенсорные и питательные свойства пищи. Аналогичным образом недавно были предложены комбинации различных нетермических технологий с органическими кислотами или природными антимикробными соединениями (бактериоцинами) для борьбы с микроорганизмами пищевого происхождения [5].

В исследовании представлена краткая презентация новых методов консервирования пищевых продуктов, особенно продуктов животного происхождения, с точки зрения их безопасности. Прежде всего, в статье рассматриваются различные литературные источники, а также представлены последние результаты. Что касается консервации продуктов животного происхождения, таких как мясо, птица, рыба или яйца, мы фокусируем свой интерес на антимикробной эффективности отдельных нетермических методов, используемых индивидуально или в сочетании с другими методами обработки.

## Обзор новых технологий безопасного сохранения пищевых продуктов

В последние годы исследователи приложили много усилий для поиска новых методов консервирования пищевых продуктов, сочетающих две цели: максимальную антимикробную эффективность и минимальные потери пищевой ценности и сенсорных свойств (вкуса и внешнего вида) [6]. Эта деятельность обусловлена, прежде всего, изменением поведения потребителей и тем, что на микробиологическую безопасность производимых в настоящее время пищевых продуктов влияют многочисленные факторы. Среди них упоминается, например, повышение адаптационной способности микроорганизмов. Развитие микроорганизмов в перерабатываемом сырье и готовой продукции в настоящее время можно ингибировать или ограничивать применением многочисленных методов (табл. 1), однако их применение на практике развито в

разной степени (во многих случаях они находятся на стадии исследований и разработок).

Термические процессы, такие как бланширование, пастеризация или термическая стерилизация, уже давно используются в пищевой промышленности как экономичные, эффективные, надежные и безопасные методы. Однако в большинстве случаев тепловая энергия вызывает различные химические реакции, результатом которых часто является потеря питательной ценности некоторых продуктов. Поэтому следует отдавать предпочтение альтернативным методам консервации пищевых продуктов, которые продлевают срок хранения без ухудшения качества. Новые новейшие технологии консервирования пищевых продуктов открывают такую возможность, поскольку они предлагают свежие продукты с минимальной обработкой и незначительной потерей цвета, вкуса и питательных веществ.

В контроле микробиологической опасности пищевых продуктов, в том числе животного происхождения, все большую роль играют также способы и типы упаковки. В этом отношении предлагается множество новых решений, улучшающих как стабильность, так и качество продукции, например, наполнение упаковки инертными газами  $\text{CO}_2\text{-N}_2\text{-O}_2$ , применение активной упаковки, в том числе покрытие продукции бактериостатическими пленками, применение веществ поглощающих влагу или кислород, а также интеллектуальная (индикаторная) упаковка, роль которой заключается в информировании потенциального покупателя о состоянии качества упакованного продукта.

*Методы повышения стабильности и безопасность мяса*

Микроорганизмы существуют в среде, в которой производят, обрабатывают, упаковывают и хранят мясо, птицу, рыбу и морепродукты. Применительно к мясу и большинству мясных продуктов, когда свежее мясо является особенно благоприятной средой для развития микроорганизмов, вопрос микробиологической безопасности и стабильности становится важнейшей технологической и организационной проблемой всего производственного цикла, начиная с процедур, связанных с убоем животных и обработкой туши до готового продукта.

Основной целью технологии переработки мяса является сохранение убойного сырья традиционными методами, такими как охлаждение, замораживание, сушка. Однако, несмотря на значительный опыт применения методов охлаждения, все еще исследуются новые потенциальные способы.

Традиционные технологии, внедряемые на практике, связанные с ограничением количества патогенных микроорганизмов на говяжьих тушах, такие как, например, обработка паром при давлении ниже атмосферного, окончательная промывка туши горячей водой и опрыскивание хлоратом, таким образом, дополняются новыми методами. Такие как, например, применение ионизирующего излучения или импульсного света.

Кроме того, микробиологическое состояние тушек птицы обусловлено соблюдением гигиенических норм на всех этапах производства, а особые опасности связаны с обращением с материалом при товарном убое птицы и охлаждении тушек. Подсчитано, что заражение микрофлорой всей тушки составляет 70% от носительства домашней птицы, а остальные 30% - перекрестное заражение на скотобойнях.

На неохлажденных тушах птицы *Listeria monocytogenes* обнаруживаются в 15-55% случаев, а *Campylobacter* – даже в 80% туш. Как было показано в исследованиях, весьма вероятно промышленное применение ультразвукового метода для инактивации микроорганизмов и ферментов в пищевых продуктах, в том числе в мясных продуктах, а также для повышения нежности и ускорения старения мяса.

Еще одним новым методом консервирования, рекомендуемым, для мясной промышленности, является так называемая «пастеризация», то есть обработка высоким давлением (ОВД). Данная технология, подвергает жидкие и твердые пищевые продукты, с упаковкой или без нее, воздействию давления в диапазоне 100–800 МПа. Температура процесса во время обработки давлением может быть указана 0°C до 100°C. Время воздействия может варьироваться от миллисекундного импульса до более 20 минут. Химические и микробиологические изменения в пищевых продуктах обычно зависят от температуры процесса и времени обработки. В целом, технология может инактивировать вегетативные микроорганизмы, дрожжи и плесень, тогда как бактериальные споры оказываются устойчивыми. Однако несколько исследований показали возможность уменьшения количества бактериальных спор за счет сочетания умеренного тепла.

Например, в результате исследований, проведенных на сырокопченой вырезке с применением высокого давления (500 МПа, 30 мин), не было обнаружено бактерий кишечной палочки или анаэробных спорообразующих бактерий. Было замечено, что примененная процедура не привела к эффективной защите филе от микробиологических изменений в течение 6-8 недель холодного хранения.

Мясные продукты могут подвергаться воздействию высокого давления (500-700 МПа) при упаковке, а с использованием концепции барьерной технологии этот метод можно комбинировать с другими, например, холодным хранением, пониженным pH и даже применение ионизирующего излучения или импульсного света. Будущими применениями в мясопереработке будут, например, обеззараживание натуральных оболочек и продление срока хранения некоторых переработанных мясных продуктов.

Обширные испытания различных видов мяса показали, что так называемая технология «импульсного света» может использоваться для увеличения

Таблица 1 - Традиционные и новые методы консервирования пищевых продуктов

Основные существующие технологии консервации пищевых продуктов	Новые новейшие технологии для консервирования пищевых продуктов
<b>Методы, которые замедляют или предотвращают рост микроорганизмов</b>	<b>Физические процессы</b>
Снижение температуры	Гамма- и электронно-лучевое облучение
Холодное хранение, замороженное хранение	Высоковольтные электрические градиентные импульсы
<b>Снижение активности воды</b>	Высокое гидростатическое давление
Сушка, консервация с добавлением соли, консервирование с добавлением сахара	Комбинированный ультразвук, тепло и давление («манотермозвуковая обработка»)
<b>Снижение pH</b>	Лазерные и некогерентные световые импульсы
Подкисление (например, использование уксусной, лимонной кислот и т. д.)	Импульсы сильного магнитного поля
Ферментация	<b>Натуральные добавки</b>
<b>Удаление O<sub>2</sub></b>	Противомикробные препараты животного происхождения
Упаковка в вакууме или в модифицированной атмосфере	Лизоцим
Упаковка в модифицированной атмосфере	Лактопероксидазная система
Замена воздуха на CO <sub>2</sub> - N <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> в смеси	Лактоферрин, лактоферрицин
<b>Добавление консервантов</b>	Противомикробные препараты растительного происхождения
Неорганические (например, сульфит, нитрит) Органические (например, пропионат, сорбат, бензоат, парабены)	Экстракты трав и специй
Бактериоцин (например, низин)	Микробные продукты
Антимикотические средства (например, натамицин)	Нисин
<b>Контроль микроструктуры</b>	Педиоцин
В продуктах с водно-масляной эмульсией	Прочие бактериоцины и культуральные продукты
<b>Методы, инактивирующие микроорганизмы</b>	
Нагревание	
Пастеризация	
Стерилизация	
<b>Методы, ограничивающие доступ микроорганизмов к продукции.</b>	
Упаковка.	
Асептическая обработка	

срока годности и безопасности продукта. Импульсный свет производится с помощью инженерных технологий, многократно умножающих мощность. Спектр света для лечения импульсным светом включает длины волн от ультрафиолетового (УФ) до ближнего инфракрасного диапазона.

Было обнаружено, что существуют различия в чувствительности тест-культур, обработанных двумя разными источниками импульсного УФ-света. Уровни резистентности различались (и перечислены в порядке убывания резистентности): *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *E. coli*, *B. cereus*, *Saccharomyces cerevisiae* и *P. aeruginosa* (уровни устойчивости сопротивления между *S. aureus* и *S. enteritidis*, а также между *B. cereus* и *S. cerevisiae* существенно не различались на уровне  $p < 0,05$ ).

Несколько испытаний продемонстрировали микробную эффективность импульсного света на

говядине, продаваемой в розничной торговле. Импульсный свет неселективен при обработке мяса: все организмы, подвергающиеся воздействию света, погибают. В тесте с использованием куриных крылышек, погруженных в пул из трех штаммов сальмонеллы (15 минут), контаминация в образцах, инокулированных примерно в  $5 \log/\text{см}^2$  (высокий уровень) и  $2 \log/\text{см}^2$  (низкий уровень), аналогичным образом снизилась на  $\sim 2 \log/\text{см}^2$  после обработки импульсным светом.

Микробиологические опасности также являются наиболее важной причиной небезопасности рыбы и морепродуктов.

Существуют различные методы консервации рыбы и морепродуктов, в том числе пастеризация, охлаждение, термическая стерилизация, использование технологических вспомогательных средств и пищевых добавок, упаковка. Среди стран с наибольшей доступностью рыбы и морепродуктов,

синий краб, копченая рыба, мясо хвостов раков, продукты-аналоги и креветки являются теми видами морепродуктов, которым в последнее время уделяется наибольшее внимание в связи с использованием термической обработки умеренной температуры. обработка для продления срока хранения расфасованных морепродуктов в холодильнике. Будущие инновации могут включать дополнительные методы, такие как микроволновое излучение, омическое нагревание или, например, обработка озоном. Озон – сильный и высокореактивный противомикробный агент. Он был тщательно изучен на предмет его потенциального применения в пищевой промышленности для обеспечения безопасности пищевых продуктов, таких как мясо, птица, рыба, фрукты и овощи, сыр и многие другие. По литературным данным, озон испытывался также при обеззараживании инкубаториев, инкубационных яиц, охлажденной воды для птицы и тушек птицы.

Синергетическая инактивация ультразвуком, озоном и обработкой лимонной кислотой недавно использовалась как метод уменьшения количества *Vibrio vulnificus* в сырых устрицах. Эти организмы могут присутствовать в больших количествах в моллюсках, таких как устрицы, мидии и моллюски, при добыче этих моллюсков. Эта бактерия обычно передается человеку при проглатывании сырых устриц. Из всех болезней пищевого происхождения *V. vulnificus* является одним из самых серьезных: уровень смертности среди восприимчивых потребителей составляет 50%. Устрицы с цельной и полуоболочкой обрабатывались ультразвуком, озоном в 2% солевом растворе, озоном на воздухе и растворами лимонной кислоты в течение 10–30 минут. Для устриц с цельной раковинной эти методы лечения оказались неэффективными. Однако по сравнению с контролем у устриц с полуоболочкой, обработанных ультразвуком, озоном в 2% физиологическом растворе или 5% лимонной кислоте, *V. vulnificus* был на 1, 1,5 и 3 log меньше соответственно.

В последние годы возрос интерес к использованию бактериоцинов в качестве натуральных пищевых консервантов и антимикробных средств. Из широкого спектра бактериоцинов различных производителей большинство имеют потенциал для использования и в мясопереработке. Бактериоцины представляют собой биологически активные белки, обладающие противомикробной активностью в отношении широкого спектра видов бактерий, таких как лактобактерии, лейконостоциты, золотистый стафилококк и энтерококк. Практическое применение бактериоцинов будет затруднено несколькими аспектами. Во-первых, только в некоторых странах разрешено использование бактериоцинов в определенных продуктах. Во-вторых, стабильность и активность бактериоцинов в пищевых продуктах непредсказуемы (бактериоцины могут разрушаться протеазами или абсорбироваться компонентами пищевой матрицы). Наконец, было показано, что

устойчивость к бактериоцинам у *L. monocytogenes* возникает довольно легко.

Еще одним интересным примером природного консерванта является лизоцим – фермент, выделенный из яиц. Лизоцим демонстрирует противомикробную активность в отношении ограниченного спектра бактерий и грибов, однако его ферментативная активность может быть усилена некоторыми веществами, например ЭДТА или триполифосфатом. Установлено, что модифицированная форма лизоцима проявляет значительно более широкую бактериостатическую активность, в том числе в отношении грамотрицательных бактерий, чем нативный лизоцим.

В других исследованиях была показана высокая эффективность защитного действия лизоцима на такие обработанные мясные продукты, как сырокопченые и сосиски, а также обработанные рыбные продукты.

Лизоцим может найти интересное применение при нетермическом консервировании пищевых продуктов под высоким давлением. Инактивация грамотрицательных бактерий была исследована лизоцимом, денатурированным лизоцимом и пептидами, полученными из лизоцима, или синтетическим катионным пептидом, полученным из белка куриного яйца или лизоцима колифага под высоким гидростатическим давлением. Ни одно из этих соединений не оказало бактерицидного или бактериостатического действия ни на одну из тестируемых бактерий при атмосферном давлении. Под высоким давлением все бактерии, за исключением обоих видов *Salmonella*, показали более высокую инактивацию в присутствии 100 мг лизоцима/мл, чем без этой добавки, что указывает на сенсбилизацию бактерий к лизоциму под давлением.

#### *Повышение безопасности яиц с помощью ультрафиолета*

Постоянное увеличение производства яиц сопровождается ростом потребления во многих странах мира.

Яйца - это богатая питательными веществами пища, которая играет важную роль в рационе как отдельно, так и в качестве ингредиента в других продуктах. Однако с яйцами, как и с любым другим скоропортящимся продуктом, нужно обращаться осторожно. Микроорганизмы на яйцах, такие как *Salmonella enteritidis*, *S. typhimurium*, *E.coli* и другие, могут вызвать серьезные проблемы со здоровьем у людей. Поэтому для производителей птицы и переработчиков продуктов из птицы важно соблюдать строгие гигиенические стандарты для предотвращения перекрестного загрязнения. По некоторым оценкам, только 1 из 20 000 сырых яиц заражено *Salmonella enteritidis*.

Очистка путем промывания является распространенной практикой, используемой для улучшения микробного статуса яиц в скорлупе. Погружение в горячую воду или опрыскивание яиц водой, содержащей доступные дезинфицирующие и мо-

ющие средства, в настоящее время используются в пищевой промышленности. Для контроля или уничтожения *Salmonella enteritidis* в яйцах были разработаны термические и химические методы лечения. Однако эти методы отнимают много времени, неэкономичны и могут быть эффективными лишь частично. Другие известные методы обеззараживания включают использование следующих веществ: четвертичных аммониевых соединений, органических кислот, высокой температуры и высокого рН, гамма-облучения, коротковолнового ультрафиолетового света, микроволн и озона, используемых отдельно или в последнее время, в связи с концепцией препятствий, в комбинированное лечение.

Было доказано, что облучение некоторых пищевых продуктов коротковолновым ультрафиолетовым (УФ) светом эффективно подавляет рост микроорганизмов на поверхностях пищевых продуктов, уничтожает переносимые по воздуху микроорганизмы и стерилизует жидкости. В литературе также указывается, что УФ-свет эффективно снижает обсемененность яичной скорлупы аэробными бактериями, дрожжевыми и плесневыми грибами, а также *Salmonella typhimurium*.

*Консервирование корма для животных и инновационные методы упаковки*

Сохранение пищевых продуктов связано также с проблемой типов и технологий упаковки. Потребительский спрос на свежие продукты без консервантов и со здоровым внешним видом вызвал огромный рост рынка продуктов, упакованных в модифицированной атмосфере (МАР). Первоначально использовавшаяся для мясных продуктов премиум-класса, технология МАР в настоящее время применяется в мясной, рыбной, молочной, хлебобулочной и овощной отраслях и считается самой быстрорастущей технологией упаковки.

МАР – замена воздуха в пакете одним газом или смесью газов, где доля каждого компонента фиксируется при внесении смеси. Никакого дальнейшего контроля над первоначальным составом не

осуществляется, и состав газа, вероятно, будет меняться со временем из-за диффузии газов в продукт и из продукта, проникновения газов в упаковку и из нее, а также воздействия продукта и микробный метаболизм.

Нормальный состав воздуха - 21% кислорода, 78% азота и менее 0,1% углекислого газа. Было показано, что изменение атмосферы внутри упаковки за счет снижения содержания кислорода при одновременном повышении уровня углекислого газа или азота значительно продлевает срок хранения скоропортящихся продуктов при низких температурах. Рекомендуемые газовые смеси МАР представлены в таблице 2.

Было доказано, что упаковка в модифицированной атмосфере (МАР) рыбной продукции подавляет нормальную флору, вызывающую порчу, и значительно увеличивает срок хранения. Однако возможность того, что *Clostridium botulinum* типа E и непротейные штаммы типа B будут расти и продуцировать токсин в атмосфере с низким содержанием кислорода при пониженных температурах, вызвала большую обеспокоенность в исследованиях МАР морепродуктов.

Основная задача упаковки – побудить потенциального покупателя купить товар. Так называемая функциональная упаковка используется все чаще, поскольку она не только информирует потребителя, но и помогает ему, например, поддерживать качество упакованного продукта. Новые типы упаковки должны быть активными и интеллектуальными. Существенной разницей между традиционной и активной упаковкой является защита упакованного продукта. Барьер, который до сих пор обеспечивала упаковка, превратился в активный, что позволяет контролировать качество продукта, например, контролировать температуру во время приготовления в микроволновой печи для контроля продукта в процессе производства или хранения.

В активной упаковке используется упаковочный материал, который взаимодействует с внутренней газовой средой для продления срока хранения пищевого продукта. Такие новые технологии постоянно изменяют газовую среду (и могут взаимодействовать с поверхностью пищевых продуктов), удаляя газы из свободного пространства внутри упаковки или добавляя их в свободное пространство. Последние технологические инновации для контроля содержания определенных газов в упаковке включают использование химических поглотителей для поглощения газа или, альтернативно, других химикатов, которые могут выделять определенный газ при необходимости.

Одновременно с активной упаковкой была разработана так называемая интеллектуальная, т. е. индикаторная, упаковка. Интеллектуальная (диагностическая) упаковка включает в себя следующие различные технологии: (а) временные индикаторы температуры и временные температурные биосенсоры, (б) индикаторы порчи, которые все

Таблица 2 – Состав газа в упаковке пищевых продуктов в модифицированной атмосфере (МАР)

Продукт	Кислород (%)	Углекислый газ (%)	Азот (%)
Красное мясо	60-85	15-40	-
Вареное/соленое мясо	-	20-35	65-80
Птица	-	25	75
Рыба (белая)	30	40	30
Рыба (жирная)	-	60	40
Лосось	20	60	20
Твердый сыр	-	100	-
Мягкий сыр	-	30	70
Молочные торты	-	-	100

еще находятся на ранних стадиях разработки, и (с) индикаторы патогенов: специфичен для обнаружения одного типа возбудителя и все еще находится на ранней стадии развития.

Зонами особой микробиологической опасности при упаковке нарезанного мяса и мясных продуктов переработки являются, например, места снятия оболочек, размещения защитной пленки, а также во время порционирования и транспортировки продукта. Поэтому инновационные решения, связанные с упаковкой пищевых продуктов, включают также применение концепции чистой среды помещения.

### Выводы

Новой задачей для производства продуктов питания животного происхождения является создание комплексной системы, обеспечивающей безопасность пищевых продуктов для здоровья без потери желаемого качества. Внедрение эффективных, проверенных и обновленных систем является необходимой предпосылкой для производителя продуктов питания. Только после того, как это будет реализовано, можно рассматривать возможность применения методов продления срока годности, особенно для пищевых продуктов, которые были только охлаждены, для которых невозможно или возможно лишь в ограниченной степени применять процедуры, продлевающие их полезность (например, приготовление мяса, свежей охлажденной птицы, свежей рыбы, молока). Ввиду современного потребителя, который ищет полуфабрикаты, а также все чаще продукты с минимальной обработкой, по возможности сохраняющие свои природные свойства, необходимо применять другие методы консер-

вации. Среди новых методов консервации мясных продуктов и других пищевых продуктов животного происхождения следует упомянуть барьерную технологию и комбинированные методы, при которых возникает суммарный эффект от применения нескольких щадящих способов консервации пищевых продуктов, позволяющий сохранить естественные свойства агрибуты еды. Потенциал таких комбинированных методов варьируется. Особенно важным и эффективным методом поддержания стандартов безопасности и качества возможно неизменных пищевых продуктов является упаковочная система, облегчающая применение стерильной упаковки с дополнительным эффектом создаваемого вакуума или, что еще лучше, с атмосферой, модифицированной инертными газами. Упаковка нового поколения – это активные и интеллектуальные системы, которые, с одной стороны, облегчают воздействие на изменяющуюся атмосферу газа и водяного пара между упаковкой и поверхностью продукта, а с другой – позволяют провести однозначную оценку потребителем и получить информацию о состоянии качества упакованного продукта.

В настоящее время технологи могут использовать многочисленные способы консервирования пищевых продуктов, позволяющие производить продукты питания, не подвергающиеся термической обработке. Это физические методы, такие как высокое давление, энергия импульсного электрического поля, ультразвук, УФ и ионизирующее излучение, радиоволны. Новым решением в консервировании пищевых продуктов является применение бактериостатических веществ, вырабатываемых бактериями (бактериоцинов) или натуральных пищевых компонентов с бактериостатическим действием, например лизоцим.

### Литература

- [1] Batiha G. E. S. et al. Application of natural antimicrobials in food preservation: Recent views // *Food Control*. 2021. Т. 126. С. 108066.
- [2] Ahmad A., Qurashi A., Sheehan D. Nano packaging–Progress and future perspectives for food safety, and sustainability // *Food Packaging and Shelf Life*. 2023. Т. 35. С. 100997.
- [3] Ghoshal G. Comprehensive review in pulsed electric field (PEF) in food preservation: Gaps in current studies for potential future research // *Heliyon*. 2023.
- [4] Ramesh T. et al. Application of ultraviolet light assisted titanium dioxide photocatalysis for food safety: A review // *Innovative food science & emerging technologies*. 2016. Т. 38. С. 105-115.
- [5] Priyanka S. et al. Biocompatible green technology principles for the fabrication of food packaging material with noteworthy mechanical and antimicrobial properties A sustainable developmental goal towards

### References

- [1] Batiha G. E. S. et al. Application of natural antimicrobials in food preservation: Recent views // *Food Control*. 2021. Т. 126. P. 108066.
- [2] Ahmad A., Qurashi A., Sheehan D. Nano packaging–Progress and future perspectives for food safety, and sustainability // *Food Packaging and Shelf Life*. 2023. Т. 35. P. 100997.
- [3] Ghoshal G. Comprehensive review in pulsed electric field (PEF) in food preservation: Gaps in current studies for potential future research // *Heliyon*. 2023.
- [4] Ramesh T. et al. Application of ultraviolet light assisted titanium dioxide photocatalysis for food safety: A review // *Innovative food science & emerging technologies*. 2016. Т. 38. pp. 105-115.
- [5] Priyanka S. et al. Biocompatible green technology principles for the fabrication of food packaging material with noteworthy mechanical and antimicrobial properties A sustainable developmental goal towards

- the effective, safe food preservation strategy // Chemosphere. 2023. С. 139240.
- [6] Alnadari F. et al. A new natural drying method for food packaging and preservation using biopolymer-based dehydration film // Food Chemistry. 2023. Т. 404. С. 134689.
- the effective, safe food preservation strategy // Chemosphere. 2023. P. 139240.
- [6] Alnadari F. et al. A new natural drying method for food packaging and preservation using biopolymer-based dehydration film // Food Chemistry. 2023. Т. 404. P. 134689.

## Сведения об авторах

## Information about the authors

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