

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СРОКА ГОДНОСТИ УПАКОВАННОГО СВЕЖЕГО КРАСНОГО МЯСА**

*Артур Андреевич Марченко, аспирант кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, marchenko@rgau-msha.ru*

*Олесюк Анна Петровна, доцент кафедры молочного и мясного скотоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, olesyuk@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** В обзорной статье описываются различные инновационные способы упаковки, влияющие на определение срока годности, упакованного свежего красного мяса. Переработка скота на мясо с высоким содержанием питательных веществ и его коммерциализация включает в себя несколько этапов, начиная с выращивания, обработки, убоя, переработки, упаковки, хранения и реализации. Этот обзор посвящен новым способам упаковки и новым технологиям для максимального увеличения качества и срока годности упакованного мяса.*

***Ключевые слова:** срок годности, мясо, инновации, методы хранения.*

### 1. Новые технологии.

#### 1.1 Суперохлаждение.

Суперохлаждение может помочь увеличить срок хранения свежего мяса в 1,5-4 раза по сравнению с обычным охлаждением [3] за счет снижения температуры продукта на 1-2 °С ниже его начальной точки замерзания, что приводит к частичной кристаллизации льда [7]. Он сочетает в себе эффект охлаждения и замораживания, превращая некоторое количество свободной воды (5-30%) в лед, что делает ее недоступной для использования в качестве консерванта. Внедрение технологии суперохлаждения в качестве части коммерческой холодильной цепи может помочь снизить энергозатраты, время процесса, трудозатраты и потери продукта, поскольку образующийся суперхолодильный лед обеспечит резервуар для охлаждения и защитит продукт от превышения температуры в слабых звеньях холодильной цепи. В зависимости от способа упаковки и вида мяса срок годности при переохлаждении различается.

#### 1.2. Обработка под высоким давлением (ОВД).

ОВД, также известная как холодная пастеризация, представляет собой нетермическую технологию, которая инактивирует патогены пищевого происхождения, микробиоту и активность ферментов при низких температурах и высоком давлении 400-600 МПа, увеличивая срок годности продукта [10]. Цель ОВД - сохранить свежесть, полезные свойства и качество свежего мяса за счет использования низкой температуры, высокого давления и

кратковременной обработки в течение 3-10 минут.

### 1.3. Биоконсервация.

Биоконсервация – это устойчивая технология, которая использует природные соединения, микроорганизмы и побочные продукты микробиоты, такие как органические кислоты, бактериоцины, лизоцимы для продления срока годности [2]. Биоконсерванты могут быть включены в качестве активных компонентов в упаковочный материал или в сочетании с упаковочными системами для увеличения срока годности. Лейкоцин А, энтероцин А и Б, сакацин, низин являются наиболее часто используемыми бактериоцинами в мясе и мясопродуктах [1]. Бактериоцины – это небольшие термостабильные катионные пептиды с широким спектром действия. Они могут подавлять рост грамположительных бактерий и некоторых патогенов пищевого происхождения, таких как *Salmonella*, *Bacillus cereus* и *Listeria monocytogens*. Растительные полифенолы, такие как дубильные кислоты, катехины, феруловая кислота и эллаговая кислота, обладают потенциалом для увеличения срока хранения свежего мяса за счет ингибирования окислительной дегенерации белков и липидов. Изменение бактериального механизма делает натуральные соединения достойной альтернативой синтетическим пищевым добавкам для продления срока годности.

## 2. Новые методы упаковки.

### 2.1. Активная упаковка.

Система активной упаковки предполагает позитивное взаимодействие упаковки, продукта и микросреды для увеличения срока годности [4]. Эта система включает органические/неорганические активные соединения в пакетах, полимерные матрицы или активное покрытие из соединений на упаковке или поверхностях продукта. Активные соединения поглощают химические вещества пищевого происхождения из микросреды или непосредственно из пищи или выделяют соединения, которые помогут контролировать процессы разрушения. Антимикробная упаковка, антиоксидантная упаковка и упаковка, выделяющая CO<sub>2</sub>, являются наиболее распространенными типами активной упаковки, используемой в мясной промышленности.

2.2. Упаковочные системы, содержащие биологически активные соединения.

Антимикробные и антиоксидантные средства увеличивают срок хранения мяса за счет выделения или поглощения веществ, разрушающих микроорганизмы и свободнорадикальные окислители. Антимикробный потенциал наночастиц серебра, содержащихся в активной упаковке пуллулана, имеет перспективную роль в качестве экологически чистого консерванта для мясной промышленности [6]. Известно, что упаковочные пленки из экструдированного полиэтилена низкой плотности толщиной 50 мкм, пропитанные 25%-ным льняным маслом, увеличивают срок годности мяса на 22%, а пленки, пропитанные эфирным маслом имбиря и маслом виноградных косточек, увеличивают срок годности на 6% и 2% соответственно.

### 2.3. Активные впитывающие прокладки.

На дно упаковочного лотка помещаются впитывающие прокладки, которые поглощают потеки и истечение жидкости во время хранения. При добавлении активных веществ в прокладки срок хранения мяса может быть увеличен за счет отсрочки деструктивных процессов.

### 2.4. Поглотители/излучатели газа.

Порча мяса протекает следующим образом: изменение цвета, окислительное прогорклость и микробиологическая деградация. Все три ступени являются непосредственным отражением присутствующего вокруг них газа. При использовании поглотителей O<sub>2</sub> или излучателей CO<sub>2</sub> концентрация O<sub>2</sub> может быть резко снижена менее чем до 0,01% по сравнению с обычными уровнями в 0,3–3%, достигаемыми упаковкой [8].

### 2.5. Интеллектуальные упаковочные системы.

Интеллектуальные упаковочные системы – это упаковочная система, способная собирать и передавать данные о качестве и безопасности пищевого продукта, заключенного в упаковку, потребителю и производителю с помощью датчиков, бирок и этикеток. По сравнению с системой активной упаковки, где активные соединения принимают меры для защиты продукта, интеллектуальные упаковочные системы способны отслеживать продукт, контролировать внутреннюю/внешнюю среду упаковки и успешно сообщать потребителям о состоянии продукта [7]. Несколько интеллектуальных систем упаковки, применяемых к свежему мясу, – это индикаторы времени и температуры (ИВТ), датчики газа, метки радиочастотной идентификации (МРИ), штрих-коды, индикаторы патогенов и индикаторы свежести.

### 2.6. Индикаторы и датчики.

Газовые датчики, индикаторы патогенов и свежести сообщают о качестве продукта посредством внешнего изменения цвета на этикетке упаковки, определяя концентрацию газа или химических соединений, синтезируемых под действием микроорганизмов/ ферментов. Хидаят и др. разработали интеллектуальный индикатор свежести, используя фильтровальную бумагу, погруженную в растворы индикаторов pH (феноловый красный и броммотимоловый синий, установленные при pH 5), для мониторинга изменений свежести свежей говядины по видимым изменениям цвета с желтого на красный (свежая) и с красного на фиолетовый (испорченная). Изменение pH происходит из-за накопления ОЛОЗ (общего летучего основного азота), (образующегося в результате разложения микроорганизмами) внутри упаковки с течением времени, о чем свидетельствует изменение цвета индикатора. Индикаторы могут быть механическими, химическими, электрохимическими, ферментативными или микробиологическими. Исследования показали, что не все свежее мясо должно маркироваться с одинаковым сроком годности, поскольку срок годности зависит от различных других факторов (как обсуждалось выше), что делает его уникальным для каждого продукта.

### 2.7. Устройства для отслеживания.

МРИ – это автоматическая идентификационная система, которая

идентифицирует объект и получает информацию с помощью радиочастотных сигналов [5]. Данные о транспортировке, складе и убойе регистрируются руководством в центре безопасности пищевых продуктов. После убоя УПИК сегментируется для получения множественных идентификационных кодов убоя, которые, в свою очередь, сегментируются на идентификационные коды пользователей (ИКП) в супермаркетах и регистрируются в центре обработки данных и МРИ-метках. Потребители могут отслеживать все поставки мяса с помощью ИКП. Наряду с МРИ-метками, блокчейн-технологии могут быть интегрированы в цепочку поставок мяса, чтобы повысить надежность прослеживаемости цепочки поставок и сделать ее более надежной без вмешательства внешних агентов [9].

3. Недостатки в исследованиях и будущие тенденции в области упаковки мяса.

Нанотехнологии – многообещающая область, которая может революционизировать индустрию упаковки пищевых продуктов, предоставляя высокобарьерные материалы, а также активные и интеллектуальные материалы, способные передавать информацию и активно защищать пищевые продукты, упакованные в упаковку [10]. Упаковочные системы, использующие нанотехнологические подходы, такие как наноинкапсулирование активных соединений, наноэмульсий и металлических наночастиц в полимерной матрице, могут помочь увеличить срок хранения мяса на более поздних этапах цепочки поставок. Наряду с системами упаковки решающее значение имеет контроль колебаний температуры и влажности на протяжении всей холодильной цепочки. Помимо этого, для поддержания срока годности в цепочку поставки также должны быть включены технологии суперохлаждения и другие энергоэффективные технологии, такие как хранение в охлажденном и замороженном виде. Будущие исследования должны быть сосредоточены на оптимизации систематической сети, которая может сообщать о сбоях на каждом этапе цепочки поставок персоналу, тем самым устраняя их как можно скорее [5]. Это может быть сделано путем объединения искусственного интеллекта, блокчейн-технологий и других новых информационных технологий с цепочкой поставок мяса.

**Вывод.** Свежее красное мясо – это динамичная система, состоящая из всех необходимых питательных веществ, необходимых для роста микроорганизмов. Срок годности свежего мяса является совокупным эффектом всех этапов цепочки поставок мяса, начиная с деятельности на ферме, операций в день убоя, послеубойной обработки, упаковки и холодильной цепи. Чрезмерная микробиологическая активность и окисление липидов и белков являются результатом плохого обращения и невнимательности персонала по всей цепочке поставок, что приводит к снижению качества и сохранности мяса. Сложность глобальных поставок и растущий потребительский спрос и ожидания в отношении свежего мяса делают необходимым достижение и поддержание оптимального качества и срока годности по всей цепочке поставок. Упаковка и хранение в холодильнике могут помочь задержать

процессы порчи, но одного только контроля качества после производства недостаточно для увеличения срока годности. На такие параметры качества мяса, как цвет, плотность и рН, влияет не только воздействие внешней среды, но и качество жизни животного на фермах, во время транспортировки и убоя, а также способ обработки мяса после убоя. Следовательно, необходимо соблюдать осторожность с начальных этапов поставки и до самого конца, чтобы увеличить срок хранения свежего мяса устойчивым и энергоэффективным способом.

### **Библиографический список**

1. Балакирев Н.С. Переработка мяса птицы / Н.С. Балакирев. - М.: Агропромиздат, 2010. - 303 с.
2. Великанова Е.Д. Биологическая ценность мяса птицы// Мясная индустрия. - 2012. - №1 - с. 47-49.
3. Гарипов Р.М., Ежкова М.С., Ефремова А.А., Носов В.В., Пономарев В.Я., Ежков Д.В. Влияние полимерных упаковочных материалов на сроки хранения полуфабрикатов из мяса птицы // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-polimernyh-upakovochnyh-materialov-na-sroki-hraneniya-polufabrikatov-iz-myasa-ptitsy> (дата обращения: 02.06.2023).
4. Дедков С.Н. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 2009. - 280 с.
5. Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Ильтяков А.В., Прянишников В.В. Технологические основы переработки мяса: Учебное пособие. М.: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева (Лесниково), 2016. - 366 с.
6. Кононенко А.Б., Банникова Д.А., Бритова С.В., Савинова Е.П., Жунина О.А., Лобанов А.В., Васильев С.М., Горшенев Г.Е., Заиков Г.Е., Варфоломеев С.Д. Растворы и пленки наночастиц серебра, полученные фотохимическим способом, и их бактерицидная активность // Вестник Казанского технологического университета. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rastvory-i-plenki-nanochastits-serebra-poluchennyye-fotohimicheskim-sposobom-i-ih-bakteritsidnaya-aktivnost> (дата обращения: 02.06.2023)
7. Константинова Т.Е. Птица, мясо птицы и проблемы их переработки // Мясные технологии. М.: 2010. - №2 (50) - С.25-28.
8. Светлова Л.П. Динамика качественных характеристик мяса птицы при хранении // Мясная индустрия. - 2014. - №6 - С.25-28.
9. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции" (ТР ТС 034/2013)
10. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 14 июля 2021 года)