

Подавление жизнедеятельности микрофлоры порчи мяса и мясопродуктов с помощью барьерной технологии

К.т.н. Бараненко Д.А., асп. Забелина Н.А. denis@baranenko.com

Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

В статье рассматривается влияние состава и свойств защитных пищевых покрытий на развитие санитарно-показательной микрофлоры мяса и мясопродуктов при холодильном хранении. Представлены кинетические кривые роста микрофлоры мяса и мясопродуктов при хранении в аэробном и микроанаэробном охлажденном состояниях. Рассмотрена интенсивность действующих барьерных факторов и определены наиболее эффективные составы покрытий.

Ключевые слова: защитные пищевые покрытия, барьерные факторы, упаковка, холодильное хранение.

Управление микробиологической порчей является важной задачей в мясной промышленности. Так как мясо является скоропортящимся продуктом, для увеличения сроков его хранения применяется искусственный холод и дополнительные к нему средства. Наиболее исследуемыми новыми технологиями сохранения качества и безопасности мяса являются способы нетермической инактивации, такие как высокое гидростатическое давление, новые упаковочные системы (модифицированная атмосфера и активная упаковка), натуральные антимикробные компоненты и биоконсервирование. Все эти альтернативные технологии разрабатываются, как мягко воздействующие на продукт, энергосберегающие, экологически безопасные и гарантирующие естественный вид продукта при устранении активности патогенов или микроорганизмов порчи [1].

В ряде работ в качестве перспективного натурального антимикробного компонента рассматривается хитозан различной молекулярной массы [2-4]. Для организма человека хитозан и продукты его расщепления (N-ацетилгликозамин и глюкозамин) являются естественными и безвредными. При этом хитозан обладает микро- и бактериостатическими, а также антиоксидантными свойствами [5]. Такие характеристики хитозана позволяют использовать его для управления микробиологической порчей мяса и мясопродуктов.

Цель работы – определение влияния защитных покрытий на основе хитозана на развитие микрофлоры мяса и мясопродуктов.

Объектами исследования служили защитные покрытия, разработанные авторами на основе растворов органических кислот и хитозана с одним из

полимеров: желатином, альгинатом натрия или гуаровой камедью. Многокомпонентность защитных покрытий связана с применением концепции барьерной технологии. Барьерная технология предполагает использование точной комбинации существующих и инновационных техник для получения последовательности барьерных факторов, улучшающих микробиологическую стабильность и качество пищевых продуктов, а также пищевую ценность и экономические показатели [6]. Наиболее важными барьерными факторами, используемыми для сохранения пищевых продуктов, являются температура, активность воды (a_w), кислотность среды (pH), окислительно-восстановительный потенциал (Eh), консерванты и конкурентная микрофлора. В составе покрытия органическая кислота уменьшает pH и Eh, биополимеры за счёт собственной влагоудерживающей способности уменьшают a_w , хитозан является антимикробным компонентом натурального происхождения с антиоксидантной активностью.

Биополимеры в составе защитного покрытия способны связывать воду и уменьшать её активность в поверхностном слое продукта. После нанесения полипептидно-полисахаридных покрытий на безоболочные эмульгированные мясопродукты a_w снижалась с 0,85 до 0,69 и с 0,98 до 0,73. Так как контаминация и развитие микрофлоры, в основном, начинаются на поверхности продукта, уменьшение активности воды поверхностного слоя является важным барьерным фактором сохранения стабильности мяса при хранении.

Кислотность водных растворов биополимеров, входящих в состав покрытий, составляет 6,0-7,3. Органическая кислота в составе защитного пищевого покрытия позволила добиться значений pH составов 4,0-4,2. При таких значениях кислотности покрытий развитие микрофлоры на поверхности продукта должно быть значительно подавлено. Также в состав покрытий входит натуральный антимикробный ингредиент – хитозан. Вклад каждого из этих барьерных факторов в общую антимикробную активность покрытия оценивался *in vitro*: 2 мл состава добавляли к 20 мл расплавленной питательной среды. После застывания на поверхность засеивали тест-штаммы *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Влияние состава на антимикробные свойства покрытия.

Состав	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Раствор желатина и органической кислоты	—	+	—
Раствор желатина, органической кислоты и хитозана	—	—	—
Контроль (питательная среда)	+	+	+

«+» - рост, «—» - нет роста

Роды *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Echerichia* могут встречаться на мясе, попадая с рук рабочих и оборудования, покровных тканей и внутренних

органов животного, а также из воздушной среды предприятия [7,8]. При этом многие представители этих бактерий являются патогенными для человека. Для подавления развития *B. subtilis* и *E. coli* оказалось достаточно барьерного фактора в виде пониженной кислотности, благодаря наличию в составе защитных покрытий органических кислот. Отсутствия роста *S. aureus* удалось добиться при совместном воздействии кислоты и хитозана.

Благодаря наличию в мембране *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens* и *P. putida* глюкозодегидрогеназы и глюконатдегидрогеназы, они могут внеклеточно расщеплять глюкозу мяса через глюконат и 2-кетоглюконат с последующим метаболизмом по пути Энтнера-Дудорова. Это даёт псевдоманатам конкурентные преимущества по отношению к другим микроорганизмам на начальной стадии развития порчи мяса при хранении в охлажденном состоянии с доступом воздуха. В проведенном исследовании по методу лунок все составы защитных покрытий с хитозаном продемонстрировали замедление роста штаммов *P. fluorescens pt* и *P. fluorescens 228 RRj*.

Покрытия наносились на бескостные мелкокусковые полуфабрикаты из мяса телят (3-9 мес) и кроликов, а также потребительские нарезки вареной колбасы «Русская» в/с ГОСТ 52196-2003, сырокопченой колбасы «Брауншвейгская» ГОСТ 16131-86 и грудинки копчено-вареной ГОСТ 18255-85. Образцы упаковывались в полистирольные подложки и стрейтч-пленку или вакуумные пакеты. Хранение в охлажденном состоянии осуществляли при температуре 4 ± 1 °С.

Покрытия не изменяли присущие образцам органолептические характеристики. До нанесения покрытий рН мяса составлял 5,9, после обработки защитными составами рН снижался на 0,2-0,4. Кислотность всех образцов на протяжении срока хранения оставалась неизменной. На рис. 1 представлены данные об изменении КМАФАнМ при хранении мелкокусковых полуфабрикатов из телятины с различными вариантами покрытий в полиэтиленовой упаковке в охлажденном состоянии: растворами органических кислот и желатина и хитозана (Жел-Хит), альгината натрия и хитозана (Альг-Хит), гуаровой камеди и хитозана (Гуар-Хит) в различных соотношениях. Покрытия во всех случаях уменьшили интенсивность развития микрофлоры по сравнению с контрольными не обработанными образцами. Наибольший бактериостатический эффект от применения покрытий отмечается у образцов с использованием полипептидно-полисахаридного покрытия. В полисахаридных покрытиях на основе альгината натрия и хитозана и гуаровой камеди и хитозана, отмечено улучшение микробиологических показателей при увеличении доли хитозана в смеси.

В образцах, обработанных с применением гуаровой камеди, отмечен более интенсивный рост микрофлоры, по сравнению с покрытиями на основе альгината натрия, что может объясняться различными механизмами взаимодействия этих полисахаридов с хитозаном. Если хитозан и

полисахарид взаимодействуют таким образом, что активные группы хитозана блокируются, бактериостатические свойства состава могут снижаться.

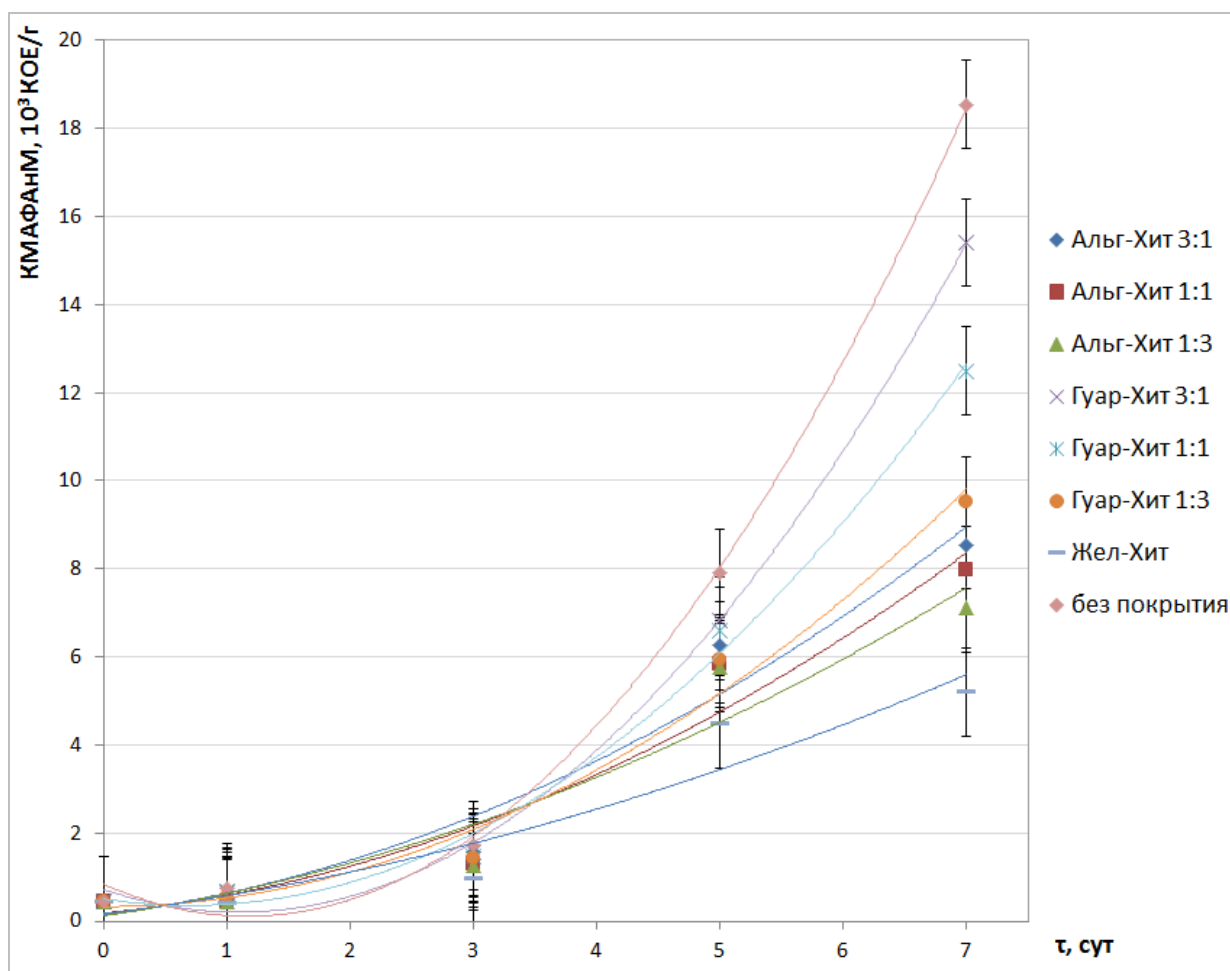


Рисунок 1. Кинетическая кривая роста санитарно-показательных микроорганизмов при хранении телятины в охлажденном состоянии.

При хранении мелкокусковых полуфабрикатов из мяса кролика использовали один вариант полисахаридного покрытия – состав на основе растворов альгината натрия и хитозана в соотношении 1:1. Наиболее интенсивный рост МАФАнМ (рис. 2), аналогично телятине, зафиксирован у необработанных защитными составами образцов. Через 9 сут хранения КМАФАнМ полуфабрикатов без покрытия оказался в 1,5 раза больше этого показателя в образцах с покрытиями на основе альгината натрия и хитозана и в 2,0 раза больше, чем в образцах с покрытиями на основе желатина и хитозана.

Применение вакуумной упаковки при хранении полуфабрикатов из мяса кролика привело к значительному снижению интенсивности развития микроорганизмов (рис. 3).

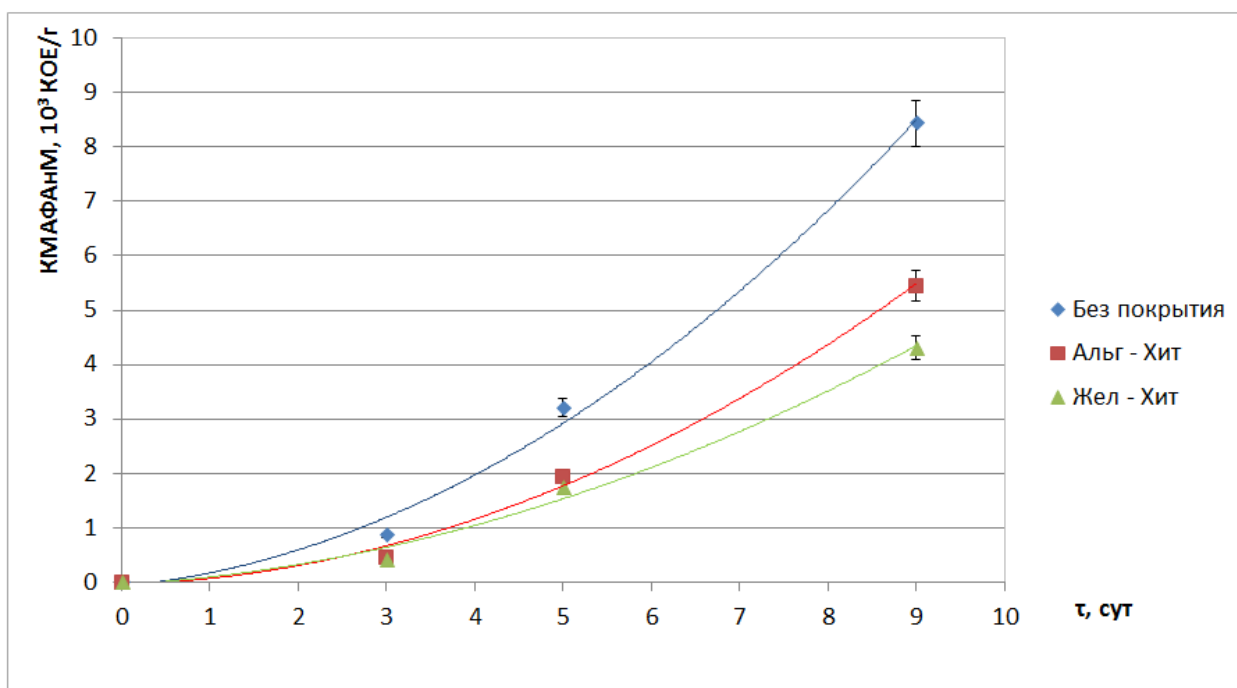


Рисунок 2. Кинетическая кривая роста санитарно-показательных микроорганизмов при хранении мяса кролика в охлажденном состоянии.

Вакуумная упаковка является очень сильным барьерным фактором. В полуфабрикатах из мяса кролика, где вакуумная упаковка, кроме температуры хранения, была единственным барьерным фактором (то есть в необработанных защитными составами образцах) через 9 сут хранения КМАФАнМ был меньше по сравнению с обычной упаковкой в 4,0 раз.

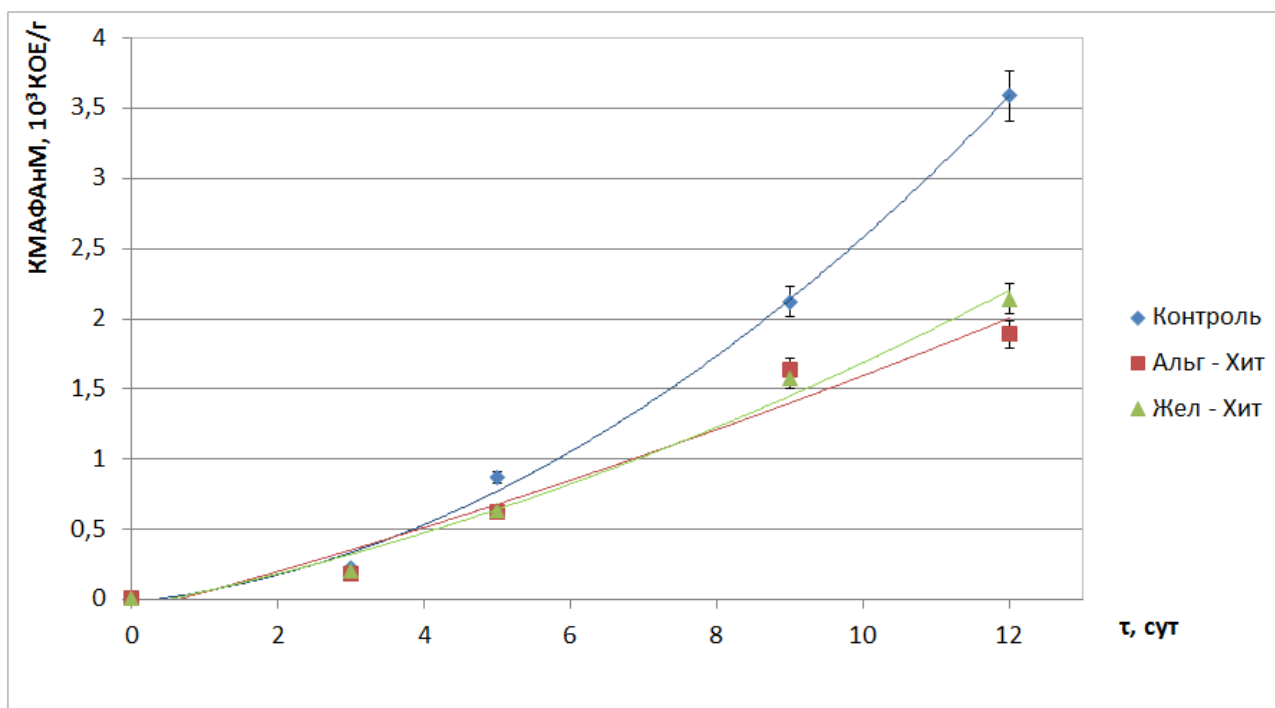


Рисунок 3. Кинетическая кривая роста санитарно-показательных микроорганизмов при хранении мяса кролика в вакуумной упаковке в охлажденном состоянии.

Обработанные защитными составами образцы через 9 сут хранения без и с вакуумной упаковкой отличались по КМАФАнМ в 2,7 раз. Дополнительное к вакууму использование защитных покрытий снизило КМАФАнМ обработанных полуфабрикатов в 1,7-1,9 раз.

Были проведены исследования по совместному использованию в составе защитных покрытий растворов полимеров, хитозана, сорбата и бензоата натрия. Такие варианты защитного состава также оказывали бактериостатическое действие, но КМАФАнМ в них через 14 сут хранения в охлажденном состоянии оказался в 2-3 раза больше показателей образцов обработанных исключительно полимерными покрытиями с хитозаном. Органолептические признаки порчи образцов с использованием сорбата натрия и сорбата и бензоата натрия также наступали на несколько сут раньше. В связи с этим нецелесообразно совместное использование хитозана и этих химических консервантов в составе защитных покрытий.

Для оценки воздействия различных вариантов упаковки мясопродуктов при хранении в охлажденном состоянии на развитие санитарно-показательной микрофлоры использовали коэффициент эффективности $K_{эф}$ (табл. 2), рассчитанный по формуле:

$$K_{эф} = \frac{KM_{контр}}{KM_i},$$

где $KM_{контр}$ – КМАФАнМ образца без применения дополнительных к холоду барьерных факторов;

KM_i – КМАФАнМ образца с применением i -го барьерного фактора.

Таблица 2. Коэффициенты эффективности ($K_{эф}$) бактериостатического воздействия различных вариантов упаковки мясопродуктов.

	Колбаса «Русская», $\tau_{хранения} = 15$ сут	Колбаса «Брауншвейгская», $\tau_{хранения} = 19$ сут	Грудинка, $\tau_{хранения} = 19$ сут
Жел-Хит	1,5	1,1	1,3
Vac	2,2	1,8	1,5
Vac + Жел-Хит	2,5	2,0	2,1

Из данных табл. 2 видно, что наибольшее воздействие покрытие оказывает при обработке нарезки эмульгированной колбасы «Русская» со значительным количеством воды в составе – 56%. Колбаса «Брауншвейгская» и грудинка отличаются большим содержанием жира – 42 и 47 %, соответственно. Кроме того, в составе этих продуктов, особенно сырокопченой колбасы, присутствует ещё один барьерный фактор – компоненты коптильного дыма, поэтому они изначально являются более стойкими при хранении. Вакуумная упаковка (Vac) во всех образцах значительным образом понижала интенсивность развития микроорганизмов. Совместное применение вакуума и защитных покрытий оказывало максимальное угнетающее воздействие на микрофлору во всех образцах.

На основании проведенных исследований установлено, что защитные покрытия на основе хитозана оказывают подавляющее воздействие на

развитие микрофлоры мяса и мясопродуктов. Наиболее эффективными оказались составы на основе растворов хитозана с желатином и хитозана с альгинатом натрия в соотношении 1:1.

Список литературы

1. Zhou G. H. Preservation technologies for fresh meat – A review / G. H. Zhou, X. L. Xu, Y. Liu // *Meat Science*. - №86. – 2010. – С. 119-128.
2. Бараненко Д. А. Технология нового вида функционального мясопродукта с защитным пленкообразующим покрытием на основе хитозана / Д. А. Бараненко, В. С. Колодязная, Ю. В. Виршиева // *Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации. Сборник докладов IV международной конференции-выставки. Часть I.* – М.: МГУПП, 2006. – С. 242-245.
3. Нефедова Н. В. Функциональная композиция с антимикробными свойствами для производства мясопродуктов / Н. В. Нефедова, А. В. Козлов, Р. И. Болдин, С. В. Козлов // *Сборник трудов международной научно-практической конференции «Биотехнология. Вода и пищевые продукты» 11-13 марта 2008.* - Nova Science Publisher. – 2008. – С. 134.
4. Сафронова Т. М. Исследование влияния молекулярной массы хитозана на его антимикробную активность в пищевых средах / Т. М. Сафронова, С. Н. Максимова, Е. В. Ситникова // *Хранение и переработка сельхозсырья.* - № 3. – 2009. – С. 22-26.
5. Максимова С. Н. Антиоксидантная активность промышленных образцов хитозана / С. Н. Максимова, Е. В. Суровцева, Н. Н. Бельчева, Д. А. Безвербный // *Хранение и переработка сельхозсырья.* - № 4. – 2009. – С. 30-32.
6. Leistner L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology / *International Journal of Food Microbiology.* - №55. – 2000. – С. 181-186.
7. Gill C. O. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs / C. O. Gill, A. Davies, R. Board // *The Microbiology of Meat and Poultry/* - London: Blackie Academic and Professional, 1998. – С. 189-195.
8. Rahkio T. M. Airborn bacteria and carcass contamination in slaughterhouses / T. M. Rahkio, H. J. Korkeala // *Journal of Food Protection.* - № 60. – 1997. – С. 38-42.

Meat and meat products spoilage microflora vital functions suppression by means of hurdle technology

Baranenko D.A., Zabelina N.A.

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food engineering

The study covers influence of composition and behavior of edible protective covers on meat and meat products sanitary-indicative microflora reproduction during the refrigerated storage. Kinetic curves of meat and meat products microflora growth during the aerobic and microanaerobic chilled storage shown. Intensity of working hurdles and mostly effective compositions estimated.

Key words: protective edible coating, preservative factors, packaging, chilled storage.