

# Аспекты санитарно-микробиологического контроля охлажденного мяса

**М.Ю. Минаев**, канд. техн. наук, **Д.С. Батаева**, канд. техн. наук, **М.А. Краснова**  
ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии

**С** ростом благосостояния россияне становятся более требовательными к качеству продуктов питания, которые им предлагает отечественный производитель. Что касается мяса, то в этом сегменте наблюдается тенденция к увеличению потребления продукции из охлажденного мяса. К сожалению, сроки хранения такой продукции отечественного производства довольно короткие, что заставляет многих потребителей отказываться от неё в пользу более дорогого импортного мяса, упакованного в вакуумную или модифицированную атмосферу, либо довольствоваться замороженным мясом.

→ Охлажденное мясо в нашей стране поставляют на мясоперерабатывающие предприятия в основном в отрубах — полутушах и четвертинах. В соответствии со сборником технологических инструкций и норм рекомендуются следующие сроки хранения охлажденного мяса при температуре от 0 до -1 °С и относительной влажности воздуха 85 %: говядина в полутушах и четвертинах — 16 суток; телятина, свинина в полутушах и баранина в тушах — 12 суток. По рекомендациям Международного института холода, срок хранения охлажденной говядины составляет от 3 недель (при 0...-1,5 °С и относительной влажности 90 %) до 9 недель (при 0...-1,5 °С в 10 % CO<sub>2</sub>).

В мышечной ткани здоровых животных изначально нет никаких микроорганизмов, но она контаминируется ими при убое. Контаминация мясного сырья происходит при убое, когда микроорганизмы попадают на тушу со шкуры, желудочно-кишечного тракта и лимфатических узлов животного, а также с поверхности оборудования. Основными источниками контаминации туши являются шкура животного, на которой содержится большое число микроорганизмов, а также воздушная среда предприятия.

Полностью избежать контаминации мяса практически невозможно, но можно вести её контроль при убое и дальнейшей переработке животных. Такой контроль — важнейший элемент «правильных производственных и санитарно-гигиенических практик» (соответственно, GMP, GSP) и программ HACCP, направленных на получение безопасных мясных продуктов высокого качества.

Из-за разнообразия источников контаминации, сезонных различий численность и типы микроорганизмов, обнаруживаемых в мясе только что убитого животного, могут варьировать. Из огромного множества микроорганизмов-контаминантов свежего мяса в конечном итоге начинает доминировать лишь их небольшая часть — так называемая «ассоциация

микроорганизмов порчи». Ее состав зависит от взаимодействия внутренних и внешних факторов, а также от технологических параметров переработки мяса, влияющих на выживаемость микроорганизмов, их конкурентные отношения и размножение.

К указанным факторам относятся в том числе:

- 1) вид микроорганизма;
- 2) значение рН;
- 3) состав и структура сырого или переработанного мяса;
- 4) температура хранения;
- 5) состав газовой среды в упаковке.

Качество, получаемого мясного сырья во многом зависит от предубойного содержания животных. Переработка утомленных и сильно возбужденных животных приводит к появлению в мясе признаков PSE и DFD.

У свиней, восприимчивых к стрессу, может возникнуть светлая окраска мяса. Такое мясо в международной практике называют PSE (pale, soft, exudative — бледное, мягкое и водянистое). Светлый цвет мяса обусловлен слишком резким снижением рН (нарастанием кислотности) после убоя, т.к. ферменты расщепляют гликоген в молочную кислоту быстрее, чем в мясе NOR, следовательно, посмертное окоченение наступает раньше. К этому моменту мясо не успевает охладиться в достаточной степени. Под влиянием низкого рН сразу после убоя мясо приобретает светлую окраску.

Снижение рН до 5,4–5,8 задерживает развитие микроорганизмов, но при этом мясо PSE имеет более низкую технологическую и товарную ценность по сравнению с NOR мясом.

У свиней с устойчивой нервной системой возможно появление темной окраски мяса. Темное мясо — твердое и сухое. Его обозначают как DFD (dark, firm, dry — темное, твердое, сухое). Потеря качества возникает в результате недостаточного нара-

стания кислотности мяса и быстрого наступления посмертного окоченения. Оно является следствием сильных нагрузок, переутомления или истощения животных перед убоем. Мясо с признаками DFD через 24 ч после убоя имеет рН 6,2 и выше, что делает его благоприятной средой для развития микроорганизмов [1].

Для удлинения сроков хранения охлажденного мяса необходимо исключить контакт поступившего на охлаждение мясного сырья с уже хранящимся в течение некоторого времени, т.к. находящиеся на его поверхности психротрофные бактерии могут находиться в активной стадии размножения и контаминировать поступившее сырьё. Для ограничения или исключения развития психротрофных микроорганизмов на охлажденном мясе в процессе хранения, а, следовательно, для удлинения сроков хранения, наряду с охлаждением можно использовать дополнительные меры, такие как упаковка под вакуумом или в модифицированной атмосфере.

Процесс вакуумирования позволяет подавить рост аэробной микрофлоры. Использование модифицированной газовой атмосферы — это способ упаковки пищевой продукции в среде смешанных в строго заданной пропорции газов, например, азота, кислорода и углекислого газа, при температуре 0–4 °С. При этом каждый газ отвечает за свою особую функцию в процессе упаковки, подавляя и консервируя бактериальный рост, играя роль естественного барьера или сохраняя пигментацию продукта. Применение газового состава и барьерных пленочных материалов подавляет рост микроорганизмов на поверхности продукта, поддерживая его микрофлору на необходимом уровне, сохраняет пищевкусовые, ароматические и другие свойства в течение длительного времени, регулирует выделение кислорода из продукта и проникновение кислорода через упаковку.

Таким образом, использование этих методов упаковки позволяет значительно увеличить срок хранения продукции и исключить потери массы.

Продолжительность хранения мяса, упакованного под вакуумом, выше, чем при хранении без упаковки. Также на продолжительность хранения мяса влияет и температура хранения. Продолжительность хранения при 4 °С мяса, упакованного под вакуум, может быть в 1,5 раза больше, чем у мяса без упаковки, при 2 °С в 2,5 раза, при 0 °С в 3 раза.

Для прогнозирования сроков годности мясного сырья необходимо определить предельную степень контаминации продукта микроорганизмами, превышение которой делает продукт неприемлемым для потребителя, а это требует знаний среды, в которой обитают данные микроорганизмы. Например, аэробная порча мясного сырья, в результате размножения псевдомонад, происходит вскоре после того, как их численность достигает  $10^7$  КОЕ/г, а дрожжевая порча мясопродуктов — после достижения численности дрожжевых клеток  $10^5$ – $10^7$  КОЕ/г. В то же время популяция молочнокислые бактерии численностью  $10^8$  КОЕ/г могут не вызывать заметной порчи мясного сырья или мясных продуктов в вакуумной упаковке [2].

Вместе с тем, по-прежнему необходимо соотносить численность микроорганизмов порчи в мясном сырье с органолептической оценкой продукта, которая более тесно связана с возникающими при порче дефектами. Одним из важнейших факторов, влияющих на продолжительность срока хранения свежего мяса, является начальная численность микроорганизмов, способных вызвать порчу. Предпочтительнее оценивать срок хранения, рассматривая «минимальную численность» микроорганизмов порчи, которые с большей долей вероятности могут сформировать испорченный участок продукта, чем просто использовать в качестве критерия некоторую оценку ОМЧ [2].

При производстве мясного сырья с длительным сроком годности необходимо учитывать следующее:

- 1) предубойное содержание животных, контаминацию мяса при убое животных и первичной переработке;
- 2) температуру хранения мясного сырья;
- 3) состав газовой среды в упаковке.

В последние годы увеличилось число исследований, направленных на изучение взаимодействия различных микроорганизмов в процессе переработки и хранения мяса. Особый интерес исследователи проявляют к контролю патогенных микроорганизмов, размножающихся в мясе при низких положительных температурах.

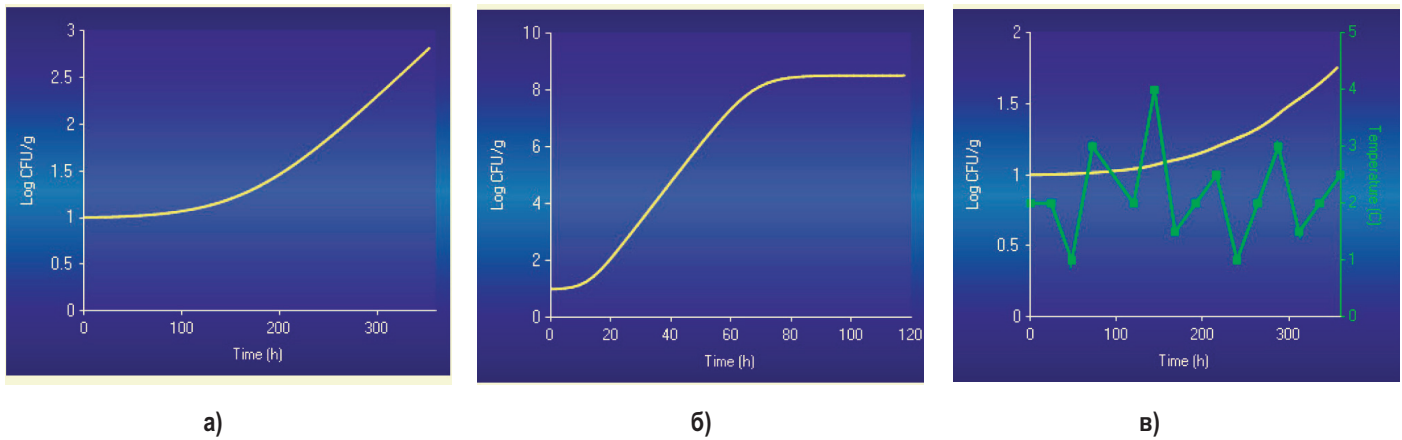
Одним из микроорганизмов, способных сохранять не только жизнедеятельность, но и развиваться при низких положительных температурах является *L.monocytogenes*. Данный вид микроорганизма рода *Listeria* является патогенным для человека. Поэтому, хранение охлажденного мясного сырья при низких положительных температурах в упаковке с ограниченным доступом кислорода может быть чревато высоким риском размножения в нем этого микроорганизма.

Датские исследователи создали математическую модель развития *L.monocytogenes* в мясных продуктах в зависимости от целого ряда входных данных. На рис. 1 представлены графики роста численности микроорганизмов *L.monocytogenes* смоделированного данной программой [3].

Из приведенных графиков видно, что на 12 суток хранения продукта при 4 °С прогнозируется десятикратный количественный рост этих микроорганизмов. Кратковременные скачки температуры в процессе хранения продукта также неблагоприятно сказываются на прогнозе его безопасности.

Однако, по данным датского мясного научно-исследовательского института, рост этих бактерий может быть подавлен молочнокислыми бактериями. На этом свойстве молочнокислых бактерий основывается принцип биоконсервирования.

Биоконсервирование — это альтернатива консервированию с использованием химических барьеров. Совместный проект с участием Королевского ветеринарного и сельскохозяйственного университета в Копенгагене, Датского мясного научно-исследовательского института и мясоперерабатывающих компаний показал, что бактериоцины, вырабатывае-



**Рис. 1.** Смоделированная кривая роста *L.monocytogenes* в мясном продукте, упакованном в газовую среду (20 % CO<sub>2</sub> и 80 % N<sub>2</sub>) в зависимости от температуры хранения. Начальное количество этих микроорганизмов было задано как 1 log.  
а) хранение при 4 °С, б) хранение при 20 °С, в) хранение при температурных колебаниях

мый молочнокислыми бактериями рода *Leuconostoc*, может предотвратить рост *Listeria monocytogenes* в мясных продуктах, упакованных в модифицированной атмосфере (МА), которые хранятся при 5–10 °С [3].

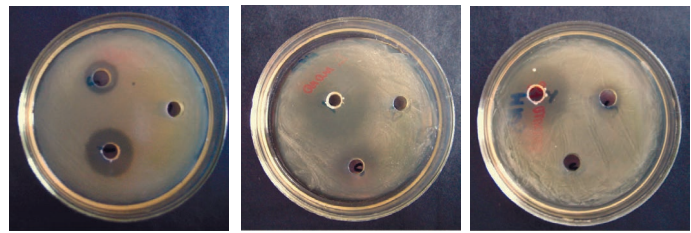
Во ВНИИ мясной промышленности были проведены работы по исследованию охлажденного мясного сырья (свинины), упакованного в модифицированную атмосферу. При микробиологическом исследовании этого сырья были выделены и идентифицированы молочнокислые микроорганизмы.

По совокупности морфологических, культуральных и биохимических свойств выделенные штаммы микроорганизмов были идентифицированы до рода. Наибольший интерес для нас представляли бактерии рода *Leuconostoc* и *Carnobacterium*.

Биохимический профиль штаммов представлен на рисунке 2 — *Carnobacterium* и на рисунке 3 — *Leuconostoc*.

Нами были проведены исследования по определению антагонистической активности микроорганизмов *Leuconostoc* spp. и *Carnobacterium* spp. в отношении *E.coli*, *S.aureus* и *Listeria monocytogenes*. На рисунках 4–6 наглядно представлены зоны задержки роста исследуемых культур молочнокислыми бактериями. Из данных таблицы видно, что иссле-

дуемые молочнокислые бактерии обладают антагонистической активностью. Наибольший диаметр зоны подавления роста тест-культур наблюдался при воздействии *Leuconostoc* spp., чем *Carnobacterium* spp.



**Рис. 4.** Зоны подавления роста *E.coli* бактериями рода *Leuconostoc* и *Carnobacterium*  
**Рис. 5.** Зоны подавления роста *L. monocytogenes* бактериями рода *Leuconostoc* и *Carnobacterium*  
**Рис. 6.** Зоны подавления роста *St. aureus* бактериями рода *Leuconostoc* и *Carnobacterium*

В результате проведенных нами исследований было установлено, что *Leuconostoc* spp. обладает наибольшей антагонистической активностью по отношению к *E.coli*, *S.aureus* и *Listeria monocytogenes*, чем *Carnobacterium* spp. Микроорганизм *Leuconostoc* spp. по своим антагонистическим свойствам может быть использован в качестве биопротектора.

Таким образом, при контроле охлажденного мясного сырья длительного срока хранения необходимо обращать особое внимание на санитарно-гигиенические аспекты производства качественной и безопасной продукции. →



**Рис. 2.** *Carnobacterium*



**Рис. 3.** *Leuconostoc*

**Литература**

1. Кайм Г. Технология переработки мяса: нем. практика. — СПб.: Профессия, 2006.
2. Клив де В. Блэкберн Микробиологическая порча пищевых продуктов. — СПб.: Профессия, 2008.
3. A. Gunvig The fight against Listeria. 2006. www.dmri.com.