

копчения: угорь, замороженный жидким азотом – 5 мес., замороженный жидким азотом с помещением в газообразную азотную среду – 6 мес.; карп и форель, замороженные жидким азотом – 4 мес., замороженные жидким азотом с помещением в газообразную азотную среду – 5 мес.

Обязательным условием при употреблении замороженной копченой рыбы длительного срока холодильного хранения является подтверждение ее микробиологической безопасности, допустимый уровень которой составляет $1 \cdot 10^4$ КОЕ/г. Экспериментально установлено, что после размораживания на воздухе и последующего хранения при температуре от 2 до 6°C в течение 6 дней общая обсемененность составила $1 \cdot 10^2$ - $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г для всех исследованных рыб опытных партий; дрожжи и плесени не были обнаружены. Выбор указанного температурного диапазона обусловлен требованием ГОСТ 7447-97 (хранение в течение 48 часов при температуре от 2 до 6°C) и совпадением с возможностями бытовых холодильников. Результаты исследований позволили установить срок годности замороженной пресноводной рыбы горячего копчения после размораживания, который с учетом коэффициента резерва (1,5) в соответствии с МУК 4.2.1847 – 04 составил не более 4 суток при температуре от 2 до 6°C.

Разработанный способ холодильной обработки рыбы горячего копчения, базирующийся на криовоздействии жидкого азота на продукцию горячего копчения, позволяет увеличить срок её холодильного хранения в 4-6 раз по отношению к рекомендуемому по ГОСТ 7447-97 (1 мес.) без ущерба ее качеству и гигиенической безопасности.

О.Н. Анохина
(КГТУ, г. Калининград)

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПОДМОРОЖЕННОЙ САЛАКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Калининградская область расположена на побережье Балтийского моря. Одной из основных промысловых рыб этого бассейна является салака, которая представляет интерес как сырье для производства кулинарных изделий, копченой и другой продукции. Она была выбрана в качестве основного объекта исследования.

На современных предприятиях используют холодильную обработку и хранение сырья, что позволяет в максимальной степени сохранить его технологические свойства и пищевую ценность в течение продолжительного времени, осуществить перевозку и хранение, создать продовольственные запасы.

Одним из путей сохранения высокого качества продуктов в течение продолжительного времени является подмораживание. В результате подмораживания замедляется деятельность микроорганизмов и ферментов, что способствует увеличению сроков холодильного хранения рыбы.

Одной из актуальных для отечественных предприятий рыбной промышленности является проблема увеличения продолжительности хранения продукции. В связи с этим нами разработана технология подмораживания рыбы с использованием жидкого и газообразного азота, позволяющая ввиду быстрого проведения процесса увеличивать продолжительность хранения рыбы в 1,3-1,7 раз по сравнению с традиционным подмораживанием.

Известно, что быстрое подмораживание, особенно с помощью азота, уменьшает потери массы рыбы, значительно замедляет денатурационные процессы, окисление жира. А как оно влияет на активность ферментов?

Целью настоящей работы являлось исследование влияния способов подмораживания и условий хранения рыбы на величину активности протеолитических и липолитических ферментов мышечной ткани.

Методы исследований

Мероприятия по подмораживанию рыбы проводили на кафедре технологии продуктов питания КГТУ. Объектом исследования была свежельвовленная салака, по качеству отвечающая требованиям действующей нормативной документации.

Рыбу подмораживали до средней температуры поверхностного слоя (1 см) минус 2 ÷ минус 3°C, заготавливая образцы следующих вариантов: контрольная партия – подмораживание и хранение рыбы по традиционной технологии (контроль); подмораживание рыбы с помощью жидкого или газообразного азота в соотношении рыба:азот = 15:1 (азот); подмораживание рыбы с помощью жидкого или газообразного азота в соотношении рыба:азот = 15:1 и хранение в модифицированной газовой среде (МГС), содержащей 90÷95% азота. Подмороженную рыбу хранили при температуре от минус 2 до минус 3°C до появления признаков порчи.

Активность ферментов мышечной ткани салаки определяли на свежей рыбе, непосредственно после подмораживания и далее периодически при хранении подмороженной рыбы.

Активность протеолитических ферментов (гидролизруемость) мышечной ткани определяли по интенсивности накопления аминного азота (в мг на 1 г ткани в минуту) в фильтрате после термостатирования при естественном значении рН мышечной ткани и температуре 30°C. Сущность метода основана на гидролизе белков мышечной ткани собственным комплексом пептидгидролаз с последующей инактивацией ферментов и осаждением негидролизованного белка нагреванием мышечной ткани до 100°C.

Метод определения активности липолитических ферментов основан на косвенном определении содержания свободных жирных кислот, образовавшихся под действием липаз, находящихся в мышечной ткани исследуемого объекта.

Математическую обработку результатов исследований осуществляли на ПЭВМ с помощью программного пакета «Microsoft Excel».

Результаты исследований

Первоначальное гидролитическое расщепление белков и липидов мышечной ткани рыбы связано с активностью тканевых ферментов. Активность ферментов мышечной ткани рыбы в значительной степени зависит от рН среды и температуры. В начальный период постмортальных изменений в мясе рыбы происходит накопление кислот (молочной и фосфорной) и рН среды снижается. При этом деятельность одних ферментов подавляется, а других активизируется в соответствии с их рН – оптимумом. Так, при переходе рН в кислую сторону гидролиз белков усиливается, а липидов – замедляется. Понижение температуры при подмораживании сырья снижает интенсивность всех химических реакций, в том числе и ферментативных.

Исследование активности протеолитических и липолитических ферментов мышечной ткани неразделанной подмороженной салаки позволило выявить некото-

рые различия в их активности в зависимости от использования жидкого и газообразного азота как в процессе заготовки, так и в процессе последующего хранения рыбы.

Данные по изменению величины протеолитической и липолитической активности ферментов мышечной ткани подмороженной салаки в зависимости от способа обработки и продолжительности хранения приведены на рисунке.

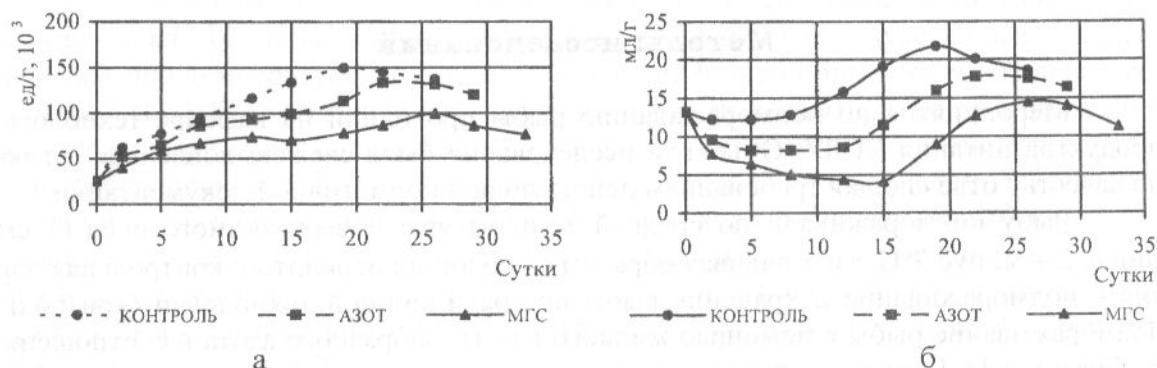


Рисунок. Изменение активности протеолитических (а) и липолитических (б) ферментов мышечной ткани при хранении подмороженной салаки

Наименьшая активность протеолитических ферментов отмечена у свежей рыбы. При прохождении мышечной тканью рыбы посмертного окоченения рН среды снижается, что создает благоприятные условия для деятельности протеолитических ферментов (катепсинов), то есть способствует увеличению их активности. Этот процесс хорошо заметен у рыб контрольной партии и партии, подмороженной с использованием жидкого или газообразного азота. У рыб этих партий протеолиз мышечных белков, выраженный резким увеличением активности протеолитических ферментов, начинает развиваться вслед за прохождением посмертного окоченения. У рыбы, подмороженной жидким или газообразным азотом с последующим хранением в МГС, процесс активизации протеолитических ферментов значительно замедлен. В конце холодильного хранения подмороженной салаки во всех партиях наблюдалось снижение активности протеолитических ферментов, свидетельствующее о значительной порче рыбы.

В присутствии липолитических ферментов интенсивно протекает гидролиз липидов. Минимум активности липолитических ферментов наблюдается у рыбы в стадии разрешения посмертного окоченения. При исследовании влияния продолжительности хранения на активность липолитических ферментов установлено значительное уменьшение их активности при использовании жидкого или газообразного азота, особенно МГС. У салаки во второй половине срока холодильного хранения наблюдается изменение активности липолитических ферментов, идентичное изменению активности протеолитических ферментов с максимальной активностью, примерно в одно время.

Из рисунка видно, что активность протеолитических и липолитических ферментов мышечной ткани подмороженной салаки изменяется в зависимости от способа подмораживания, условий и продолжительности хранения.

Наибольшая активность ферментов совпадает с периодом автолиза и началом бактериального разложения рыбы. У совсем испортившейся (непригодной к употреблению) рыбы активность протеолитических и липолитических ферментов снижается, что хорошо видно на примере салаки.

Увеличение активности ферментов тесно связано с некоторыми процессами, происходящими в тканях подмороженной рыбы. При подмораживании салаки за

счет кристаллообразования происходит деформация тканей и изменение состояния белков. Это создает благоприятные условия для проникновения собственных ферментов рыбы и ферментов микроорганизмов из желудочно-кишечного тракта в толщу мышечной ткани в процессе хранения подмороженной рыбы. Кроме того, повышение активности ферментов может происходить за счет перехода проферментов под влиянием подмораживания в активную форму.

Выводы

Отмечено, что направление и характер ферментативных процессов, происходящих в подмороженной рыбе, зависят от свежести сырья и определяются глубиной постмортальных изменений в тканях рыбы.

Установлено повышение протеолитической и липолитической активности ферментов мышечной ткани после прохождения максимума посмертного окоченения при хранении подмороженной рыбы.

Выявлено более сильное ингибирование ферментов мышечной ткани при использовании для подмораживания (активность ферментов снизилась на 20-30%) и особенно хранения рыбы (активность ферментов снизилась в 2 раза) жидкого и газообразного азота.

О.В. Толкачева
(АтлантНИРО, г. Калининград)

НЕКОТОРЫЕ ПРИЧИНЫ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ ЛОСОСЯ

Принято считать, что цвет соленой продукции из лососевых рыб является одним из основных параметров качества. Маркетинговые исследования, проведенные в Америке, показали, что покупатель, принимая решение о покупке лосося, в первую очередь обращает внимание на цвет. Цвет для него означает многое: вид, происхождение, цену, ожидаемые вкус/консистенцию, свежесть и качество. И хотя цвет не влияет на эти характеристики, однако покупатели считают более ярко окрашенную рыбу более свежей, более высокого качества и имеющей лучший вкус [1].

Цвет рыбы в основном зависит от присутствия особых клеток, называемых хроматофорами, которые содержат пигменты. Существуют четыре основные группы пигментов, которые могут придавать цвет хроматофорам: меланины, каротиноиды, птерицины и пурины. Меланины придают темную окраску, каротиноиды – оттенки от желтого до красного. Водорастворимые птерицины отвечают за яркую окраску, подобно каротиноидам. Из пуриновых соединений доминирует гуанин, большие количества которого находят в серебристом кожном покрове брюшка рыбы. Все эти пигменты могут связываться с другими соединениями, например белками, в результате чего образуются синие, фиолетовые, зеленые цвета и их оттенки [4].

Лососевые рыбы обладают способностью аккумулировать каротиноиды в мышечной ткани, благодаря чему она приобретает красную окраску. Более 90% общего количества каротиноидов в мясе диких лососевых рыб составляет астаксантин. Он не только выполняет роль пигмента, но и влияет на размножение, участвует в клеточном дыхании, защищает от света, способствует устойчивости к перемене температур, а также является провитамином А. Лососевые рыбы богаты полиненасы-