

Раздел 3. Товароведение и управление качеством продуктов питания

УДК 664.951.037

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Т.Ф. Киселева, Е.Н. Неверов, И.В. Мозжерина

Проведены исследования изменения качества охлажденной рыбы с использованием диоксида углерода с целью определения продолжительности ее хранения. На основании исследования органолептических, физико-химических и микробиологических показателей установлено, что продолжительность хранения охлажденной диоксидом углерода рыбы составляет 10 суток.

Ключевые слова: охлажденная рыба, диоксид углерода, органолептические показатели, кислотное число, перекисное число, микробиологические показатели, срок хранения.

Рыба является стратегически важным сырьем на российском потребительском рынке. Во многом это определяется особенностью ее химического состава.

Химический состав рыбы не является постоянным, зависит от вида рыбы, ее физиологического состояния, возраста, пола, места обитания, времени улова и т.д. Особенностью региона Западной Сибири является тот факт, что он не может быть поставщиком этого ценного в пищевом отношении продукта животного происхождения. Основным поставщиком рыбы для розничной торговли и предприятий перерабатывающей промышленности региона является Дальний Восток. Несовершенство и нарушение логистических схем, условий хранения и перевозки, приводит, зачастую, к тому, что сырье, поступающее в регион Западной Сибири, не отвечает необходимым требованиям по физико-химическим и органолептическим показателям. Соблюдение единой холодильной цепи от места вылова до места реализации является обязательным условием для сохранения качественных показателей рыбы.

Основную ценность рыбы представляют азотистые вещества, которые представлены белками и небелковыми компонентами. От соотношения белковой и не белковой фракции зависят вкус, запах, консистенция рыбы. Белки рыбы, в основном, полноценные, содержащие в своем составе все незаменимые аминокислоты (лизин, метионин, триптофан и др.), поэтому рыба является важнейшим источником белкового питания. Такие белки, как миозин, актин, актомиозин входят в состав миофибрилл мышечного волокна и составляют более половины всех белков мышц рыбы. Именно эта часть белков и отвечает за консистенцию тканей рыбы. В составе соединительной ткани присутствует неполноценный белок коллаген,

в составе которого отсутствуют триптофан и серосодержащие аминокислоты цистин и цистеин. При нарушении условий транспортировки и хранения происходит гидролитическое расщепление белков с образованием аминокислот, амидов, азотистых оснований. Все это приводит к нарушению тургора тканей, снижению органолептических показателей и, в конечном итоге, к порче [1].

Жир рыбы имеет высокую пищевую ценность за счет повышенного содержания ненасыщенных жирных кислот, в том числе таких, которые отсутствуют в жирах наземных животных. В жирах рыб находятся линолевая, линоленовая и арахидоновая жирные кислоты, обладающие высокой биологической активностью. Пищевая ценность жира повышается за счет содержания в нем витаминов А, D, E, K, F. Однако ввиду того, что основная часть – ненасыщенные жирные кислоты, жир рыбы нестойкий, легко окисляется и прогоркает. Кроме этого, жир рыбы практически не содержит антиоксидантов, это снижает их стойкость при хранении [2].

Высокая влажность, наличие белковых веществ способствуют развитию микрофлоры и процессов прогоркания.

Для обеспечения рыбой населения Сибирского региона, как источника полноценного белка, в сложившейся ситуации следует рассматривать местные водные ресурсы. Это, в первую очередь, является речная рыба, основными представителями которой являются семейства окуневых, щуковых, карповых и др.

Выловленная рыба быстро погибает от удушья из-за накопления в ее крови и тканях продуктов распада органических веществ, в частности, гликогена. Поэтому для сохранения качества рыбы ее необходимо быстро охладить.

Консервирование рыбы охлаждением основано на принципе анабиоза, т.е. на подав-

лении жизнедеятельности микроорганизмов и активности собственных ферментов тканей рыбы за счет воздействия температурного фактора. Охлажденная рыба по своему химическому составу и потребительским свойствам незначительно отличается от живой и существенно превосходит мороженую рыбу. Однако срок хранения такой рыбы невысокий и определяется способами охлаждения.

Целью настоящей работы явилось исследование изменения качественных показателей охлажденной с использованием диоксида углерода рыбы (органолептических и физико-химических) с целью определения продолжительности ее хранения.

В качестве основного объекта исследования был выбран сазан массой 1000 ± 50 г, толщина до центра позвоночника рыбы 42 мм.

Температуру рыбы измеряли с помощью хромель-копелевых термопар, подключенных к контроллеру температуры ТРМ-138, причем термопары устанавливались на глубине в тушки рыбы $b=1; 12,5; 25$ мм.

Плотность теплового потока контролировалась с помощью датчика-тепломера, расположенного на наружной поверхности рыбы, подключенного к измерителю плотности теплового потока ИПП-2. Массу снега CO_2 определяли взвешиванием на электронных весах.

Органолептические показатели рыбы определяли методом дегустации [3].

Кислотное число определяли путем нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в навеске выделенного жира, спиртовым раствором щелочи [4].

Метод определения перекисного числа основан на взаимодействии йодида калия с перекисями и гидроперекисями липидов [4].

Микробиологические показатели стандартным методом [5].

Процесс охлаждения рыбы состоит в передаче тепла от более нагретого ее тела к менее нагретой охлаждающей среде. Традиционными способами охлаждения рыбы являются воздушное, с использованием мелкодробленого льда, антисептического льда, холодной морской воды или рассола.

Охлаждение воздухом производится в холодильных установках и позволяет получить продукцию высокого качества при условии соблюдения температурных параметров хранения.

Способ охлаждения с использованием льда заключается в пересыпании каждого слоя подготовленной рыбы измельченным льдом, причем, чем мельче лед, тем быстрее охлаждается рыба. Способ простой, но существенным его недостатком является то, что

обычный лед, как правило, содержит большое количество микроорганизмов, в том числе и патогенные, что может привести к излишне быстрой порче рыбы.

Для увеличения сроков хранения применяют антисептический лед, в который добавлены гипохлорид кальция, натрия, перекись водорода, биомицин.

Способы охлаждения рыбы в жидких средах (рассол или морская вода) достаточно простые. В качестве недостатка можно указать на возможность незначительного просаливания рыбы за счет ее выдержки в растворах, содержащих хлорид натрия.

Все перечисленные способы охлаждения рыбы позволяют сохранить ее качество в течение 5-7 суток. Этого бывает, зачастую, недостаточно для ее реализации.

Одним из способов охлаждения рыбы является метод, основанный на применении эффекта сублимации – перехода CO_2 из твердой фазы в газообразную при температуре минус 78 ± 2 °С. Принцип данного способа охлаждения заключается в нанесении снегообразного диоксида углерода на поверхность рыбы [6].

Снегообразный CO_2 , образовавшийся в результате дросселирования, подается во внутреннюю полость рыбы. Далее рыба помещается в герметичную упаковку, позволяющую сохранять внутри углекислотную среду в течение всего срока хранения рыбы, и закладывается на хранение при температуре $3 \pm 0,5$ °С. Для того чтобы упаковка не была повреждена избыточным давлением, возникающим при сублимации снегообразного диоксида углерода, была разработана модель выпускного клапана, который позволит избежать повреждения упаковки и при этом сохранить газовую среду внутри. После укладки продукта внутрь упаковки она запаивается, в это время диафрагма плотно прижата к основанию и не позволяет воздуху попасть внутрь упаковки, а также газу выйти из упаковки.

Введение снегообразного диоксида углерода внутрь тушки рыбы оправдано, т.к. часть снега CO_2 , размещенного во внутренней полости рыбы, сублимирует только за счет теплоты отводимой от мяса, тогда как снегообразный CO_2 , находящийся на поверхности рыбы, отводит теплоту также и от окружающей среды, что приводит к значительному сокращению длительности сублимации. При этом необходимо учесть тот факт, что диоксид углерода подавляет действие многих микроорганизмов, и размещение его во внутренней полости тушки рыбы приведет к увеличению сроков ее хранения.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

На рисунке 1 изображена термограмма процесса охлаждения сазана снегообразным

CO₂, расположенным во внутренней полости тушки, при температуре 3±0,5 °С.

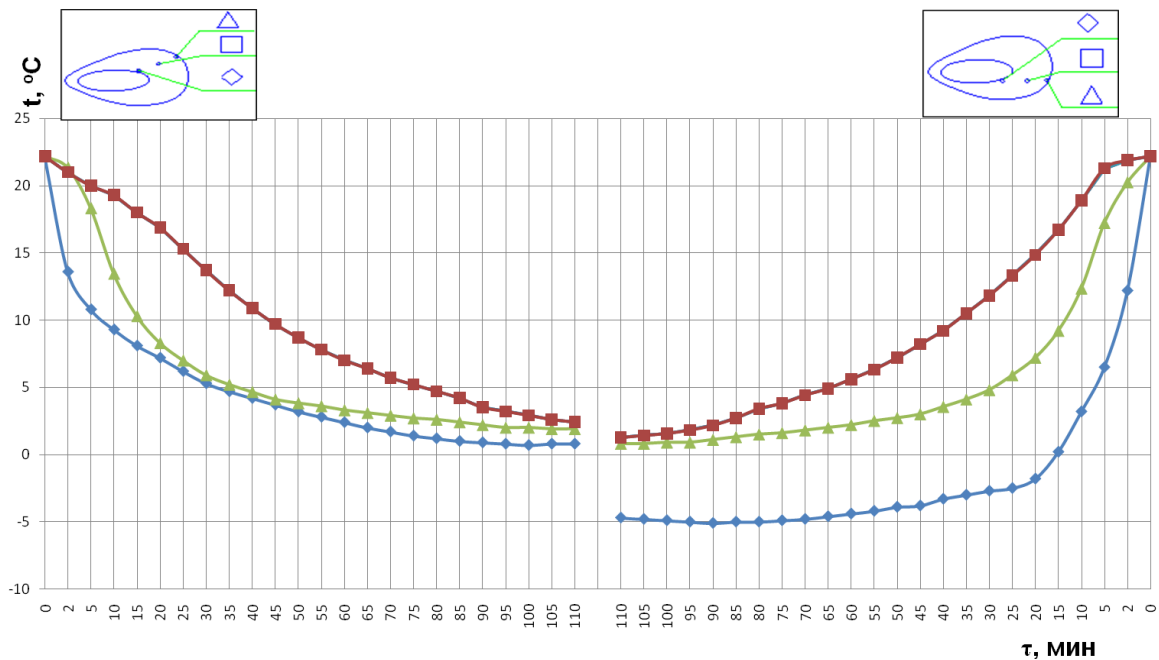


Рисунок 1 – Термограмма процесса охлаждения сазана

Проанализировав полученную диаграмму, можно сделать вывод, что охлаждение внутреннего слоя верхней части тушки происходит наиболее интенсивно (на верхней части тушки), этому способствует непосредственная близость расположения к снегообразному диоксиду углерода, что обеспечивает интенсивный теплоотвод.

Охлаждение центральной части тушки происходит за счет теплоотвода по внутренней полости, в которой находится снегообразный диоксид углерода.

Охлаждение наружной поверхности верхней части тушки происходит интенсивнее, чем в аналогичном эксперименте при температуре 20±2 °С, так как здесь преобладает конвективный теплообмен с окружающей средой, температура которой 3 °С. Именно поэтому наружная поверхность охлаждается эффективнее, чем центральная часть тушки, чего не наблюдается в предыдущем опыте.

Охлаждение нижней части тушки в целом происходит эффективнее верхней части, так как она находится в контакте с диоксидом углерода в течение всего процесса сублимации, и процесс теплопередачи к центральной части и наружной поверхности происходит более интенсивно.

Охлажденную таким образом рыбу хранили в течение 10 суток, определяя в динамике органолептические и физико-химические

показатели, наиболее существенно изменяющиеся в процессе хранения.

Органолептический (сенсорный) метод анализа широко используется при оценке качества пищевых продуктов, в том числе и рыбы. В основе метода лежит восприятие органами чувств (обоняние, осязание, вкус, зрение).

Для количественной оценки единичных органолептических показателей применяли пятибалльную шкалу, согласно которой оценивали внешний вид, вкус, запах, цвет и консистенцию. Характеристика отдельных показателей приведена в таблице 1, суммарная органолептическая оценка, проводимая по 25-балльной шкале исследуемых образцов.

В соответствии с балльной оценкой, приведенной в таблице 1, каждому единичному показателю, оцениваемому при органолептическом методе анализа должны соответствовать определенные характеристики качества.

Отличное качество – поверхность рыбы чистая, консистенция плотная, запах, свойственный данному виду, без посторонних признаков, цвет однородный, вкус рыбный.

Хорошее качество – поверхность рыбы чистая, консистенция ослабевшая, запах, свойственный данному виду, без посторонних признаков, цвет однородный, вкус рыбный.

Удовлетворительное качество – поверхность рыбы чистая, тусклая, запах острый рыбный, цвет с желтыми натеками, консистенция слабая, вкус без порочащих признаков.

Таблица 1 – Балловая оценка качества рыбы

Градация	Баллы	Качество
5	5	Отличное
4	4	Хорошее
3	3	Удовлетворительное
2	2	Плохое (едва приемлемое)
1	1	Очень плохое (неприемлемое)

Плохое (едва приемлемое) качество – поверхность липкая, консистенция дряблая, цвет с желтыми натеками, вкус резкий, запах острый рыбный с оттенками окисленного жира.

Очень плохое (неприемлемое) качество – поверхность липкая, цвет несвойственный рыбе, бесструктурность мяса, запах неприятный, вкус несъедобный.

Образцы, имеющие хотя бы один из единичных показателей значения ниже удовлетворительного, снимаются с дегустации и не должны подвергаться комплексной оценке. При комплексной оценке органолептических

показателей принимали следующую шкалу: 22-25 баллов – отлично; 18-21 – хорошо; 13-17 – удовлетворительно и 12 баллов и ниже – неудовлетворительно.

Как показали исследования, наиболее значительные изменения происходят при хранении с внешним видом и консистенцией рыбы. Что касается вкуса и запаха, то эти показатели в течение всего срока хранения остаются на высоком уровне. Поэтому изменение внешнего вида и консистенции рыбы в процессе хранения представлены на рисунке 2.

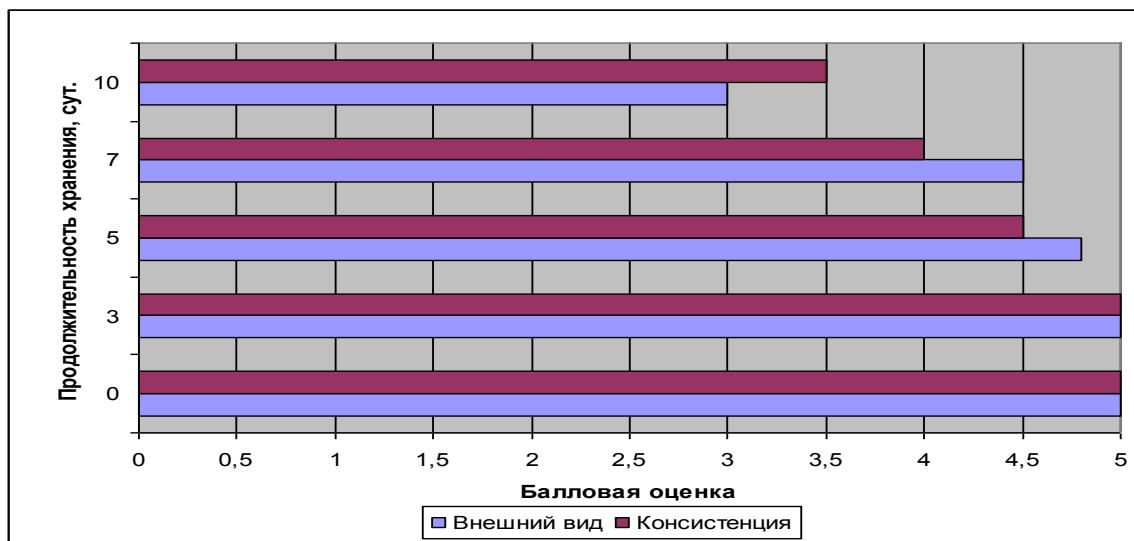


Рисунок 2 – Изменение органолептических показателей рыбы в процессе хранения

Как видно из рисунка 2 исходный образец рыбы имеет максимальную балловую оценку. На поверхности молочная слизь, жабры красные, запах свежий, чешуя блестящая, плотно прилегает. На третьи и пятые сутки хранения поверхность рыбы остается чистой, запах свежий, консистенция плотная. На седьмые сутки хранения чешуя теряет блеск, консистенция становится ослабшей. Суммарная балловая оценка рыбы составля-

ет 20,5, что соответствует оценке хорошо. На десятые сутки хранения поверхность покрывается прозрачной слизью, глаза мутнеют, консистенция ослабленная, мясо бледное. Суммарная балловая оценка рыбы составляет 18 баллов, что характеризует данный образец как рыбу хорошего качества.

Таким образом, органолептические показатели сазана, обработанного углекислотой и хранившегося в охлажденном состоянии в

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

течение 10 суток, соответствуют требованиям, предъявляемым к охлажденной рыбе. На основании только органолептических показателей нельзя делать заключение о предполагаемых сроках хранения рыбы, дополнительно следует проанализировать также и изменение физико-химических показателей качества в процессе хранения.

Изменение физико-химических показателей качества рыбы в процессе хранения в первую очередь оцениваются по степени разложения жира. Как указывалось выше, из-за

высокой неопредельности жирных кислот, жир рыбы нестойк, легко окисляется и прогоркает. Процессы окисления связаны с накоплением перекисей, альдегидов, кетонов, низкомолекулярных жирных кислот. Качество жира рыбы можно охарактеризовать по таким показателям, как кислотное и перекисное числа.

Изменение кислотного и перекисного числа в процессе хранения охлажденного сазана, а также микробиологических показателей приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества сазана охлажденного углекислотой

Показатели качества	Допустимые уровни	Сазан свежий	Продолжительность хранения охлажденного сазана			
			3 суток	5 суток	7 суток	10 суток
Кислотное число, мг/г	4,0	1,327±0,1	1,558±0,1	2,533±0,1	3,057±0,1	2,655±0,1
Перекисное число, ммоль O ₂ /кг	10,0	3,442±0,1	4,284±0,1	6,427±0,1	7,615±0,1	8,264±0,1
КМАФАНМ, КОЕ/г	1*10 ⁵	3,8*10 ²	9,2*10 ²	1,4*10 ³	6,5*10 ³	2,7*10 ⁴

Кислотное число является одним из основных качественных показателей, характеризующих степень свежести жира, так как оно определяет количество свободных жирных кислот, в том числе образующихся в процессе окисления жира рыбы при ее хранении.

Как видно из таблицы 2, кислотное число постепенно в течение всего периода хранения увеличивается, но не превышает значение допустимого уровня.

Определение перекисного числа позволяет выявить окислительные процессы и появление продуктов порчи значительно раньше, чем это может быть установлено методами органолептического анализа. Как видно из таблицы 2, перекисное число аналогично кислотному увеличивается в процессе хранения, не превышая у конце хранения допустимых значений.

Кроме показателей, характеризующих процессы окисления жира, для установления оптимальных сроков хранения необходимо определить также и микробиологические показатели, которые подтвердили ранее выдвинутую гипотезу о сроках хранения охлажденного в углекислоте сазана.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что сазан, обработанный углекислотой и хранившийся в охлажденном состоянии при температуре 3±0,5 °С, может сохранять привлекательный внешний вид и хорошие физико-химические и микробиологические показатели в течение 10 суток. Этот срок можно рекомендовать для

хранения рыбы, обработанной подобным способом, в охлажденном состоянии при температуре 3±0,5 °С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков, В.П. Белки и небелковые азотистые вещества рыб / В.П. Быков. – М.: Наука, 1980. – 180 с.
2. Ржавская, М.Н. Жиры рыб и морских млекопитающих // М.Н. Ржавская // М.: Пищевая промышленность, 1976. – 469 с.
3. Сафронова, Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции // М.Н. Сафронова. – М.: Изд-во ВНИИРО, 1998. – 244 с.
4. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа.
5. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.
6. Буянов, О.Н. Исследование работы генератора – дозатора снегообразного диоксида углерода / А.А. Горохов, Е.Н. Неверов // Вестник Международной академии холода. – 2005. – № 4. – С. 20-21.

Киселева Т.Ф. доктор технических наук, профессор, декан технологического факультета, проф. кафедры «Технология бродильных производств и консервирования» ГОУ ВПО КемТИПП, тел. 8 (3842) 39-09-79.

Неверов Е.Н. к.т.н., ст. преподаватель кафедры «Теплохладотехника» ГОУ ВПО КемТИПП, тел. 8 (3842) 39-68-49.

Мозжерина И.В. соискатель ГОУ ВПО КемТИПП, тел. 8(3842) 39-68-55