

Изучение стабильности мороженой рыбы горячего копчения в процессе холодильного хранения

О.П. ЧЕРНЕГА, д-р техн. наук, академик МАХ Б.Н. СЕМЕНОВ
Калининградский государственный технический университет

The article presents the results of the experimental investigation of the proteinous substances destruction extent and microbiological stabilization of hot smoking fish frozen with nitric technologies used. Trout, carp and eel frozen by the cryogenic method were used as the raw material. The results investigation enables to conclude that freezing with gaz and liquid nitrogen increases potentials of good condition of proteinous substances and microbiological stabilization regarding vegetative microflora under the condition of refrigeratory storing of hot smoking fish.

Рыба горячего копчения, выработанная из ценных пород, таких, как угорь, карп и форель радужная, является высококачественным пищевым продуктом, который согласно ГОСТ 7447–97 при традиционном воздушном замораживании хранится при температуре -18°C 1 мес. Это, в частности, обуславливает дефицит такой продукции в розничной торговле и в сети общественного питания.

Одним из путей решения обозначенной проблемы может стать применение технологий, позволяющих удлинить срок годности рыбы горячего копчения за счет замораживания и холодильного хранения. В связи с этим ставилась и решалась следующая задача – изучить влияние процессов низкотемпературного замораживания и холодильного хранения с использованием жидкого и газообразного азота на качество и гигиеническую безопасность рыбы горячего копчения. Целевая направленность исследований заключалась в научном обосновании возможности удлинения срока годности рыбной продукции горячего копчения при реализации и потреблении.

В качестве сырья использовали угорь европейский (*Anguilla anguilla*), карп (*Cyprinus carpio*) и форель радужную (*Salmo irideus*). Контрольные образцы рыбы горячего копчения замораживались традиционным способом, опытные – методом орошения жидким азотом и методом орошения жидким азотом с помещением в модифицированную азотную газовую среду (МГС) на холодильное хранение [7]. Образцы мороженой продукции горячего копчения герметично упаковывались в полимерные пакеты и помещались на хранение при температуре -18°C . Эксперимент проводили в лабора-

тории криогенного замораживания ФГОУ ВПО «КГТУ» под руководством Б.Н. Семенова.

Для оценки качества копченой рыбы до и после замораживания азотным криогенным способом при холодильном хранении определяли азот летучих оснований (АЛО), триметиламин (ТМА), небелковый азот, гистамин; проводили органолептическую оценку по внешнему виду, цвету, запаху, вкусу, консистенции стандартными и общепринятыми методами [3, 5]. Для оценки гигиенической безопасности определяли микробиологические показатели (исследования проводили совместно с Испытательным центром ФГУП «АтлантНИРО»).

Во время холодильного хранения в течение 4 мес у опытных образцов угря, карпа и форели происходило медленное увеличение содержания низкомолекулярных азотистых соединений. Накопление в контрольных образцах азота летучих оснований происходило быстрее и к концу 4 мес хранения составило от 26 до 28 мг%, в то время как у экспериментальных партий этот показатель колебался в интервале 19...21 мг%.

Наряду с содержанием АЛО о степени деструкции белков можно судить по изменению общего азота летучих оснований (ОАЛО). В меньшей степени изменения белковых веществ наблюдались у угря, карпа и форели радужной горячего копчения, замороженных жидким азотом с помещением на холодильное хранение в МГС, и составили от 0,51 до 0,64 %. У контрольных образцов ко 2-му месяцу произошло значительное увеличение степени гидролиза – от 0,8 до 1,08 % (рис. 1). Вероятно, высокий уровень гидролиза у контрольных образцов связан с развитием микрофлоры, в частности дрожжей и плесневых грибов.

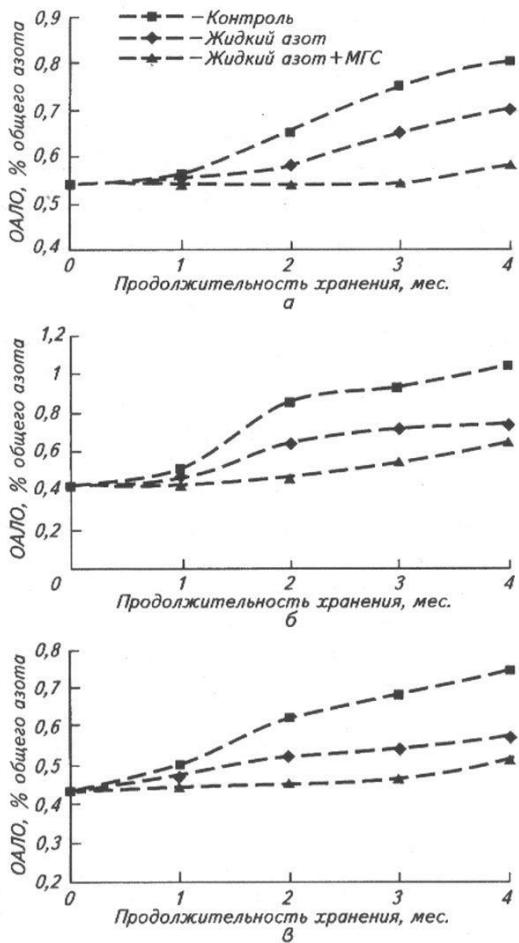


Рис. 1. Кинетика содержания общего азота летучих оснований мышечной ткани мороженых угря (а), карпа (б), форели радужной (в) горячего копчения при холодильном хранении

В результате декарбоксилирования аминокислот, в том числе в результате деятельности бактерий, в рыбе горячего копчения во время хранения накапливается гистамин. В течение 4 мес хранения в опытных партиях рыбы горячего копчения уровень гистамина не превысил допустимого и составил для угря 18,4 мг/кг, карпа – 21,8 мг/кг и форели – 53,2 мг/кг.

Содержание ТМА в процессе хранения увеличилось для контрольных образцов по отношению к первоначальному содержанию в 1,7–3,2 раза, а для опытных образцов – в 1,4–2,4 раза.

Мясо рыбы горячего копчения после воздействия высоких температур (75...105 °C) становится практически стерильным. Отдельные грамположительные микроорганизмы и споровые формы могут сохранить жизнедеятельность по окончании процесса [6]. Известно, что дрожжи и плесневые грибы не термоустойчивы и погибают: дрожжи при 50...60°C

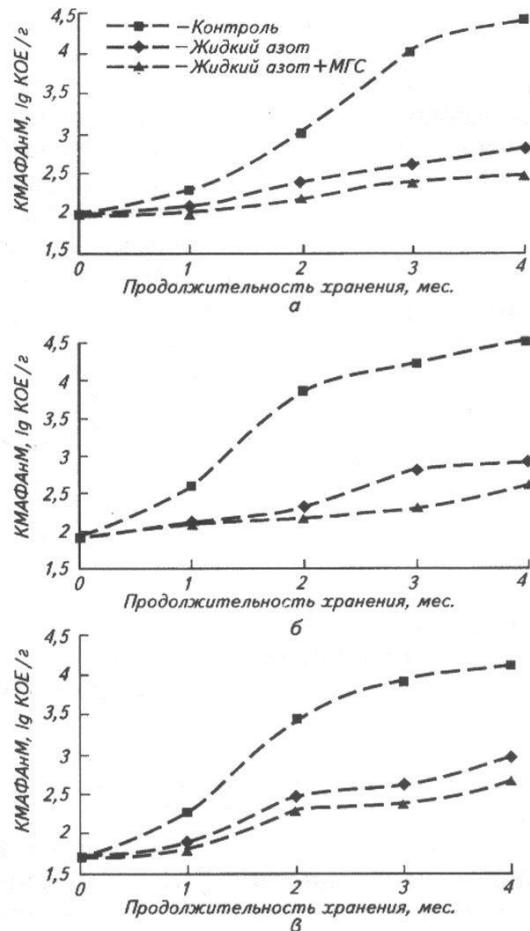


Рис. 2. Кинетика общей обсемененности мороженых угря (а), карпа (б) и форели радужной (в) горячего копчения при холодильном хранении

в течение 5 мин, а плесени – при 80 °C в течение 30 мин. Бактерицидный эффект горячего копчения достигается не только высокой температурой, но и комплексным антисептическим воздействием компонентов дыма, обезвоживанием и снижением величины pH за счет подкисления [4]. Однако такого бактерицидного эффекта недостаточно для осуществления длительного хранения рыбы горячего копчения. Поэтому для удлинения срока хранения применяют замораживание, практически не влияющее на качество продукции.

Из-за опасности размножения микроорганизмов замораживание рыбы горячего копчения следует проводить как можно быстрее после операции охлаждения, которая необходима для удаления свободной влаги с поверхности. В противном случае возможно создание благоприятных условий для развития плесеней в упакованном продукте в процессе длительного хранения [4].

Общеизвестно, что при низкотемпературном за-

мораживании и хранении мороженых продуктов микроорганизмы практически не размножаются, но при повышении температуры (например, при размораживании) продукт с низкой обсемененностью будет меньше подвержен опасности микробиологической порчи. Поэтому общую обсемененность определяли после размораживания, так как только после него замороженная рыба горячего копчения будет употребляться в пищу, не подвергаясь дополнительной термической обработке.

В замороженных традиционным способом карпе, угре и форели радужной горячего копчения по истечении 2,5...3 мес хранения общая обсемененность превысила $1 \cdot 10^4$ КОЕ/г, были обнаружены дрожжи и плесени. Их присутствие снижает микробиологическую устойчивость продукта. Для рыбы, замороженной с использованием жидкого азота и жидкого азота с помещением в азотную газовую среду, по окончании 4 мес хранения КМАФАнМ находилось в пределах от $5 \cdot 10^2$ до $1,6 \cdot 10^3$ КОЕ/г (рис. 2).

В период холодильного хранения мороженой рыбы горячего копчения была зарегистрирована разная степень обсемененности. Мороженый угорь горячего копчения характеризовался более высокой бактериологической стабильностью, чем карп и форель. Это можно объяснить меньшим содержанием тканевой воды (см. таблицу), в том числе удаляющейся при копчении, во время которого влагосодержание уменьшается на 25 – 35 %.

Для всех исследуемых видов рыб горячего копчения, замороженных с использованием жидкого и газообразного азота, в течение 4 мес холодильного хранения значительного увеличения КМАФАнМ не происходило по сравнению с образцами традиционного воздушного способа замораживания. Это можно объяснить минимальной первоначальной обсемененностью рыбы горячего копчения и очень быстрым прохождением продуктом зоны критических температур от -1 до -5 °С (за 3...9 мин). При этом микробная клетка не успевает вытеснить через мембрану «опасный излишек» внутриклеточной воды, вследствие чего разрушается [1]. У всех контрольных и опытных партий рыбы горячего копчения бактерии группы кишечной палочки, условно-патогенные микроорганизмы (*E. coli*, *S. aureus* и сульфитредуцирующие клостридии), патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*, а также дрожжи и плесневые грибы не обнаружены.

Химический состав съедобной части рыбы горячего копчения

Вид рыбы	Содержание, %			
	Влага	Жир	Белок	Зола, общее количество
Угорь	46,2	34,8	16,1	2,9
Карп	56,9	22,3	17,5	3,3
Форель радужная	69,3	3,5	23	4,2

По органолептическим показателям опытные партии рыбы горячего копчения по истечении 4 мес хранения соответствовали требованиям ГОСТ 7447–97 [2]. Появление же плесневых грибов и дрожжей в контрольных партиях значительно повлияло на годность продукта. Независимо от вида рыба оказалась непригодной для потребления на 3-м месяце хранения.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать заключение о лучшей сохранности белковых веществ и высокой микробиологической стабильности в отношении вегетативной микрофлоры при использовании для замораживания и последующего холодильного хранения рыбы горячего копчения жидкого и газообразного азота.

Список литературы

1. Будрик В.В. Эффективная криодеструкция сапротитных микроорганизмов на поверхности пищевых продуктов // Вестник МАХ. 2006. № 2.
2. ГОСТ 7447 – 97. Рыба горячего копчения. Технические условия. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд-во стандартов, 2003.
3. Лазаревский А.А. Технохимический контроль в рыбопромышленности. – М., 1995.
4. Мезенова О.Я. Научные основы и технология производства копченых продуктов. – Калининград, 1997.
5. Методические указания по изучению технохимического состава и технологических свойств объектов промысла в экспедиционных условиях / Л.И. Перова, Б.Н. Семенов, А.Б. Одинцов и др. – Калининград, 1983.
6. Мюнх Г.-Д. Микробиология продуктов животного происхождения / Пер. с нем. – М.: Агропроиздат. 1985.
7. Чернега О.П., Семенов Б.П. Оценка качества сырья, замороженного криогенным способом, при изготовлении рыбы горячего копчения // Труды IV Междунар. науч. конф. «Инновации в науке и образовании – 2006». – Калининград, 2006.