

# Исследование замораживания и холодильного хранения рыбы горячего копчения с применением жидкого и газообразного азота

О.П. Чернега – Калининградский государственный технический университет

В настоящее время в розничной торговле и в сети общественного питания наблюдается дефицит рыбной продукции горячего копчения. Это обусловлено не только высокой стоимостью, но и ограниченным сроком ее годности, в течение которого гарантируется качество и безопасность продукта. Согласно ГОСТ 7447–97, срок годности рыбы горячего копчения при традиционном воздушном замораживании и хранении при минус 18°C составляет один месяц. Последнее, как представляется, в большей мере и ограничивает массовое потребление рыбы горячего копчения как в территориальном, так и в ассортиментном аспектах.

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 для рыбной продукции горячего копчения при реализации и потреблении. В качестве сырья использовались угорь европейский (*Anguilla anguilla*), карп (*Cyprinus carpio*) и форель радужная (*Salmo irideus*), замороженные жидким азотом и помещенные в модифицированную азотную газовую среду (МГС) на холодильное хранение<sup>1</sup>. Эксперимент проводили в лаборатории криогенного замораживания. Контрольные образцы рыбы горячего копчения замораживались традиционным способом, опытные – методом орошения жидким азотом и методом орошения жидким азотом с помещением в МГС. Образцы мороженой продукции горячего копчения герметично упаковывались в полимерные пакеты и помещались на хранение при минус 18°C.

Для оценки качества копченой рыбы до и после замораживания криогенным способом в процессе холодильного хранения стандартными и общепринятыми методами определяли: органолептическую классификацию по внешнему виду, цвету, запаху, вкусу, флейвору, консистенции; качественный состав и количественное содержание жирных кислот липидов, перекисное (ПЧ), кислотное (КЧ) и альдегидное (АЧ) числа. При оценке гигиенической безопасности определяли содержание 3,4 бенз(а)пирена, тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов, гистамина, N-нитрозамина, полихлорированных бифенилов (ПХБ), микробиологические показатели.<sup>2</sup>

В период холодильного хранения мороженой рыбы горячего копчения важно характеризовать процесс деструкции липидов

мышечной ткани, установив кинетику процессов их гидролиза и окисления липидов, приводящих к снижению качества или порче продукта. По степени гидролитического распада и окислительных изменений липидов можно судить о стойкости жира рыбы в процессе хранения, которые не всегда улавливаются комплексной органолептической оценкой. Определенную характеристику качества липидов продукта дает кинетика значений альдегидного числа. Наличие альдегидов в жире позволяет судить об ухудшении вкусовых свойств продукта, улавливаемых органолептически, а их количество указывает на глубину окислительного процесса.

Известно, что при хранении мороженой рыбы тканевые липиды претерпевают значительные изменения в результате гидролитического расщепления и окисления. Анализ экспериментальных данных показал, что максимум накопления продуктов гидролиза в контрольных партиях происходит при достижении 2,5 мес. хранения, в то время как у опытных партий – после 3–4 мес. хранения. Одновременно зарегистрирована и разная степень гидролитических изменений липидов у наблюдаемых видов рыб. Для карпа и угря она менее значительна, чем для форели радужной (рис. 1). Учитывая, что процессы окислительной порчи преимущественно ответственны за снижение качества мороженой рыбы горячего копчения, очевидно, что в опытных образцах они проявляются на более поздних сроках хранения и с меньшей степенью гидролиза липидов.

Согласно полученным данным, в опытных образцах рыбы горячего копчения, замороженных с использованием жидкого и газообразного азота, перекисные соединения образуются менее интенсивно, по сравнению с контрольными образцами, замороженными традиционным воздушным способом (рис. 2). В процессе холодильного хранения отмечается постепенное увеличение значений перекисного числа, до определенного максимума, далее их уменьшение, что может свидетельствовать о превращении перекисей во вторичные продукты окисления, в частности, в альдегиды и кетоны. Более низкий уровень накопления продуктов окисления наблюдается у жирных рыб – карпа и угря, по сравнению с форелью радужной, относящейся к маложирным рыбам (табл. 1). Эту тенденцию можно объяснить ингибирую-

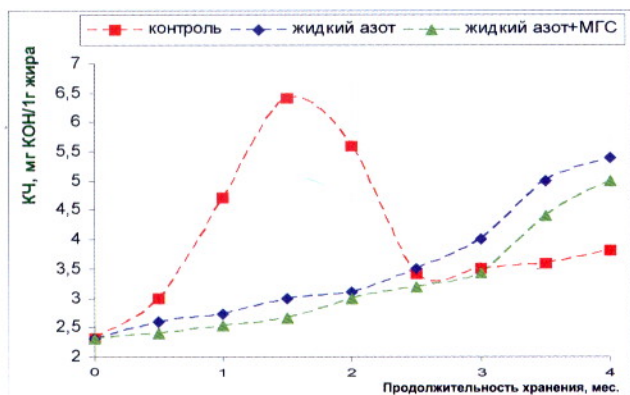
Таблица 1  
Характеристика липидов

Вид рыбы	Массовая доля жира, %	Группы жирных кислот, %		
		Насыщенные	Мононенасыщенные	Полиненасыщенные
Угорь	34,8	31,7	58,5	9,8
Карп	22,3	33,4	47,8	19,2
Форель радужная	3,0	39,5	34,5	26,0

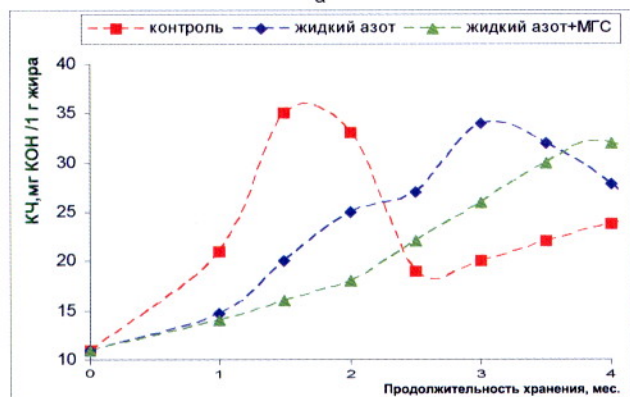
<sup>1</sup> Работы выполнялись в лаборатории криогенного замораживания ФГОУ ВПО «КГТУ» под руководством академика МАХ, профессора, доктора техн. наук Б.Н. Семенова

<sup>2</sup> Исследования проводились совместно с Испытательным центром ФГУП «АтлантНИРО», г. Калининград

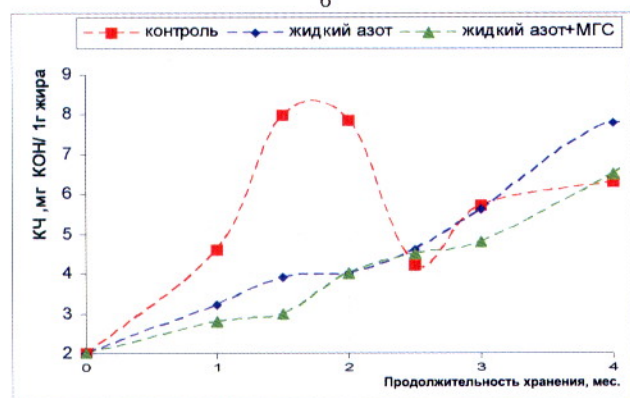




а



б

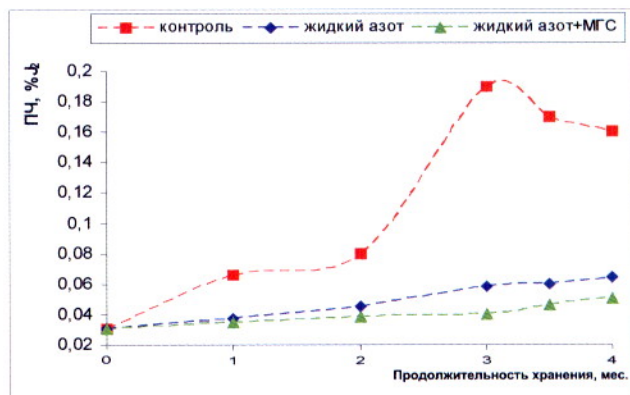


в

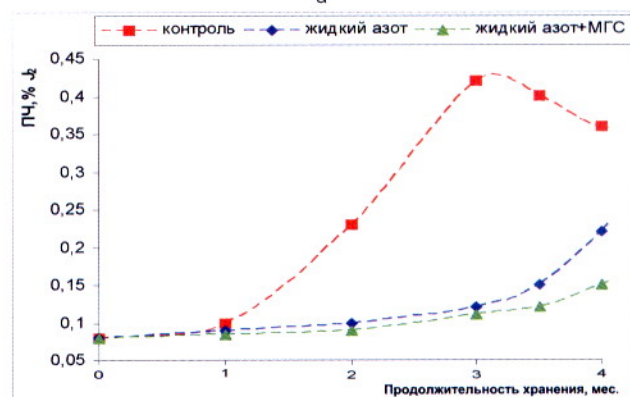
Рис. 1. Изменение кислотных чисел тканевых липидов мороженых угря (а), форели радужной (б), карпа (в) горячего копчения при холодильном хранении

щим эффектом естественных антиокислителей, содержащихся в липидах угря и карпа. Содержание витамина А в мышечной ткани угря и карпа составляет 1200 мкг %, соответственно – 20 мкг % на 100 г продукта. Более высокую стабильность липидов угря при высоком содержании жира можно объяснить количественным соотношением полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот, что согласуется с данными других исследователей (Ржавская, 1976). Очевидно, что определяющее влияние на интенсивность окисления мороженой рыбы горячего копчения оказывают способ замораживания и условия последующего холодильного хранения.

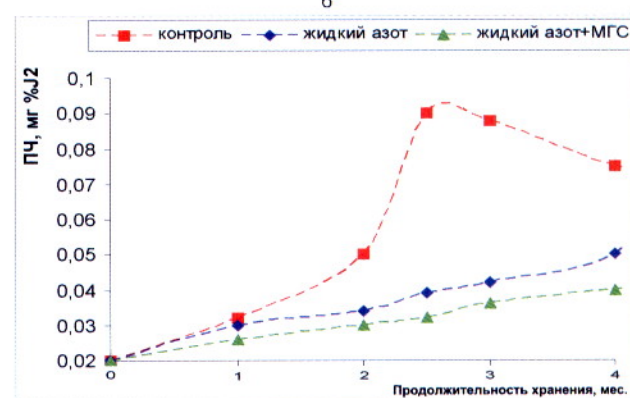
Анализ кинетики альдегидных чисел показал, что при меньшей массовой доле тканевого жира в форели радужной накопление вторичных продуктов окисления липидов происходит интенсивнее, чем у карпа и угря. Накопление в окисленных липидах окси- и эпоксикарбонильных соединений разной молекулярной массы и степени насыщенности влияет на изменение органолептической оценки качества, на ухудшение флейвора. По истечению 2,5 мес. хранения в контрольных образцах мороженой рыбы



а



б



в

Рис. 2. Изменение перекисных чисел тканевых липидов мороженых угря (а), форели радужной (б), карпа (в) горячего копчения при холодильном хранении

горячего копчения отмечены явные признаки окислительной порчи, что послужило основанием для снятия их с хранения (рис. 3).

Для всех видов рыб, замороженных с использованием жидкого и газообразного азота, в течение 4-х мес. холодильного хранения продукты окисления образовались в меньшей степени по сравнению с образцами традиционного способа замораживания и хранения.

Таким образом, воздушное замораживание и последующее хранение в воздушной среде, не препятствует контакту продукта с кислородом и создает условия для интенсивного и глубокого окисления липидов, приводящего к порче продукта (Быков, 1987). Замораживание рыбы горячего копчения жидким азотом, в том числе с помещением ее в МГС, ограничивает соприсхождение продукта с кислородом, и, как следствие, минимизирует как гидролитические, так и окислительные процессы в липидах рыбы горячего копчения при хранении.

Оценка гигиенической безопасности продукции на примере угря горячего копчения, замороженного с применением азотных технологий, хранившегося в течение 4-х мес., подтвердила со-



Таблица 2

Характеристика гигиенической безопасности мороженого угря горячего копчения при хранении в жидком азоте

Наименование показателей	Допустимые уровни для рыбы горячего копчения, мг/кг не более по СанПиН 2.3.2.1078-01	Сроки холодильного хранения, мес.		
		0 *	4**	4 ***
Кадмий	0,2	0,03±0,005	0,04±0,005	0,04±0,005
Свинец	1,0	0,15±0,01	0,18±0,02	0,18±0,02
Мышьяк	1,0	0,12±0,01	0,13±0,01	0,13±0,01
Ртуть	0,3	0,04±0,005	0,03±0,005	0,03±0,005
3,4 - бенз(а)перен	0,001	0,0007±0,0003	0,0009±0,0003	0,0009±0,0003
N-нитрозамины	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
ГХЦГ (α, β, γ - изомеры)	0,03	0,0053±0,001	0,0061±0,001	0,0061±0,001
ДДТ и метаболиты	0,3	0,114±0,01	0,128±0,01	0,128±0,01
ПХБ	2,0	0,045±0,005	0,053±0,005	0,053±0,005
гистамин	100	7,5±1,5	18,4±1,5	18,4±1,5
Микробиологические показатели				
КМАФАнМ, КОЕ/г	1 · 10 <sup>4</sup>	5 · 10 <sup>1</sup>	1,3 · 10 <sup>3</sup>	9 · 10 <sup>2</sup>
БГКП (колиформы) в 1 г	не допускается	н/в	н/в	н/в
<i>St. aureus</i> в 1 г	не допускается	н/в	н/в	н/в
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы и <i>L.monocytogenes</i> , в 25 г	не допускается	н/в	н/в	н/в
Сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г	не допускается	н/в	н/в	н/в
Дрожжи и плесневые грибы	не допускаются	н/в	н/в	н/в
<b>Примечание:</b>				
* – перед замораживанием; **– замораживание жидким азотом; ***– замораживание жидким азотом с помещением в МГС; н/в – не выделены				

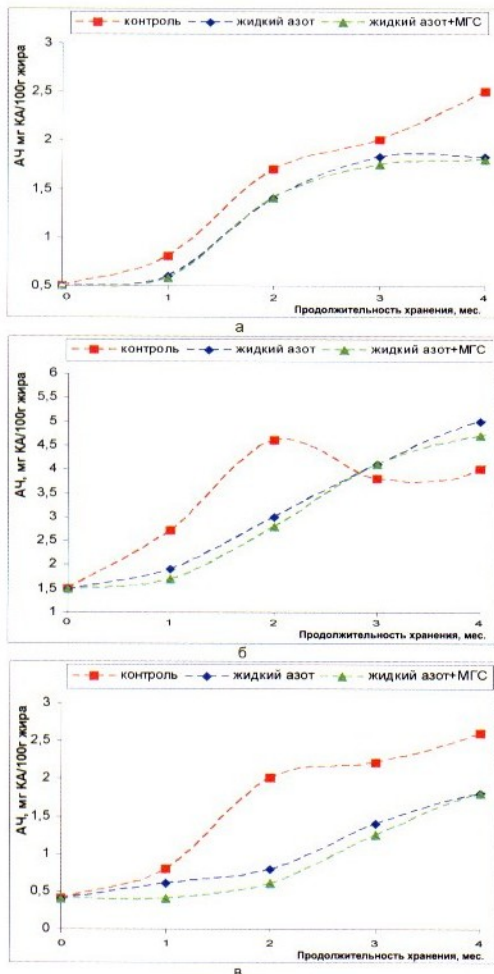


Рис. 3. Изменение альдегидных чисел тканевых липидов мороженого угря (а), форели радужной (б), карпа (в) горячего копчения при холодильном хранении

ответствие его по физико-химическим и микробиологическим показателям, регламентируемым требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 (табл.2).

Общая обсемененность карпа, угря и форели горячего копчения, замороженных без использования жидкого и газообразного азота, превысила 1·10<sup>4</sup> КОЕ/г по истечении 2–2,5 мес. хранения. 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 5·10<sup>2</sup> до 1,6·10<sup>3</sup> КОЕ/г. Бактерии группы кишечной палочки семейства *Enterobacteriaceae*, условно-патогенные микроорганизмы (*E. coli*, *S. aureus* и сульфитредуцирующие клостридии), патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы и *Listeria monocytogenes*, а также дрожжи и плесневые грибы не обнаружены.

Использование жидкого и газообразного азота при замораживании рыбы горячего копчения позволяет продлить срок ее последующего холодильного хранения. Для рыб различного технoхимического состава (форель радужная, карп, угорь) использование низкотемпературной криогенной технологии обеспечивает сохранение качества и гигиенической безопасности копченой продукции и решение задачи увеличения срока ее годности свыше 4-х месяцев.

**Chernega O.P.**

**The study of freezing process and cool keeping of hot-smoked fish with use of liquid and gasiform nitrogen**

The author discusses results of investigation of the most significant safety indices of hot smoking fish frozen by a cryogenic method, among which are acid, peroxide and aldehyde numbers, volatile compounds nitrogen, allowable contents of chemical, radiation, biologically active substances, compounds and microorganisms. The indices depend on refrigeratory storing duration. The results obtained demonstrate that cryogenic technologies allow to increase hot smoking fish refrigeratory storing time not damaging its quality.