

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ордена Трудового Красного Знамени
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

На правах рукописи
УДК 664.951.037.59

ВАСИЛЬЕВА Лидия Михайловна

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАЗМОРАЖИВАНИЯ
ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БАЛЫЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

/ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.04. - Технология
мясных, молочных и рыбных продуктов /

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание учёной
степени кандидата технических
наук

Москва, 1988

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года перед рыбной промышленностью поставлена задача увеличения поставки живой, охлажденной рыбы, рыбной продукции в разделанном виде, балычных изделий, копченых и вяленых рыбных товаров. Балычные изделия из осетровых рыб вкусны и питательны. Ежегодный доход государства от производства и реализации балычных изделий из осетровых рыб составляет около 20 млн. рублей. Из добываемых в нашей стране ежегодно 200 - 250 тысяч ц осетровых рыб 96% приходится на Каспийский бассейн. Сезонность добычи осетровых обуславливает необходимость заготовки рыбы в мороженом виде. В этой связи проблема сохранения качества осетровых рыб при замораживании, холодильном хранении и последующем размораживании приобретает особую значимость. Процесс размораживания является важным этапом при производстве балычных изделий из мороженых осетровых рыб, однако теоретически и экспериментально разработан крайне недостаточно. Существующие в настоящее время способы размораживания / в проточной воде и на воздухе / осетровых рыб при производстве балычных изделий несовершенны.

Представляется весьма перспективным способ размораживания рыбы на основе использования скрытой теплоты льдообразования, позволяющей устранить недостатки традиционных способов и обеспечить высокое качество продукции.

Цель работы - разработка способа размораживания осетровых рыб за счёт скрытой теплоты льдообразования и обоснование оптимальных режимов процесса для получения высококачественных ба-

№ 1003
Библиотека

Работа выполнена на кафедре технологии рыбных продуктов Астраханского технического института рыбной промышленности и хозяйства / АТИРПиХ/, на Каспийском икорно-балычном производственном объединении.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Баль В.В.

Официальные оппоненты:

д.т.н., профессор Н.К. Дуровская

д.т.н., старший научный сотрудник Ф.М. Ржавская

Ведущее предприятие - Всесоюзное рыбопромышленное объединение "Каспроба".

Защита состоится " _____ " _____ 1988 г.

_____ час. на заседании специализированного совета К И7.01.01 во Всесоюзном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии / ВНИРО / по адресу:

107140, Москва

С диссертацией мож

Автореферат разосл

Ученый секретарь
специализированного
совета,
кандидат технических
наук

личных изделий.

Задачи работы:

- исследование основных характеристик, определяющих процесс размораживания рыбы за счёт теплоты льдообразования, получение эмпирической зависимости продолжительности процесса;
- изучение влияния способов размораживания на свойства мяса рыбы;
- исследование влияния сроков хранения сырья и способов размораживания рыбы на качество готовой продукции;
- рекомендация рационального способа размораживания осетровых рыб при производстве балычных изделий.

Научная новизна. Разработан и научно обоснован способ размораживания рыб при производстве балычных изделий на основе использования теплоты льдообразования. Получены эмпирические зависимости для расчёта продолжительности процесса размораживания осетровых рыб. Установлено влияние сроков холодильного хранения и способов размораживания: в проточной воде, на воздухе и в несменяемой воде за счёт теплоты льдообразования на степень изменения белков и липидов мяса осетров.

Практическая значимость. Разработан технологический процесс размораживания осетровых рыб за счёт скрытой теплоты льдообразования при производстве балычных изделий. Предложенный способ позволяет улучшить качество готовых балычных изделий, увеличить выход солёного полуфабриката, сократить продолжительность процесса и уменьшить расход воды по сравнению с существующими способами размораживания. Производственная проверка, подтвердившая преимущества разработанного способа размораживания рыбы позволила выработать рекомендации к внедрению. Утверждены изменения к технологической инструкции № 71 по приготовлению солёных балычных полуфабрикатов из мороженых осетровых рыб; разработа-

ны и утверждены исходные требования на проектирование опытной установки.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены на конференциях АТИРПИХ в 1981, 1982 годах; конференциях молодых ученых и специалистов в г. Астрахани /1983/, Калининграде /1984/, на коллоквиуме лаборатории общей технологии ВНИРО /Москва, 1985/, заседании межведомственной секции /АТИРПИХ / 1986/, на расширенном коллоквиуме лаборатории комплексной переработки криля ВНИРО /Москва, 1987/.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы, приложений.

Диссертация изложена на 183 страницах машинописного текста, содержит 33 рис., 18 табл., 35 приложений. Список литературы включает 198 наименований, в том числе 67 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы. Анализ материалов, содержащихся в работах советских и зарубежных исследователей, посвященных изменению свойств мяса рыбы при замораживании, хранении и размораживании, позволил установить, что качество размороженного полуфабриката зависит от условий ведения процесса размораживания. Существующие способы размораживания осетровых рыб при производстве балычных изделий имеют ряд недостатков, приводящих к ухудшению качества готовой продукции. Можно предположить, что предлагаемый способ размораживания за счёт скрытой теплоты льдообразования позволит исключить некоторые из них и будет способствовать улучшению качества балычных изделий.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Условия эксперимента и методы исследования

В качестве основного объекта исследования выбран осетр, являющийся наиболее массовым видом сырья при производстве балычных изделий, добыча его составляет 70% от осетровых рыб Каспийского бассейна. Отдельные модельные опыты проводили на сазане, так как эта рыба менее ценная, а по химическому составу близка к осетровым.

Экспериментальную часть выполняли в лабораторных и производственных условиях. В лабораторных условиях были проведены все модельные эксперименты по изучению основных характеристик, определяющих процесс размораживания рыбы за счёт скрытой теплоты льдообразования, исследования влияния способов размораживания на свойства мяса рыбы и изменения свойств белков и липидов мяса осетра в процессе холодильного хранения в зависимости от способа размораживания. В производственных условиях были проверены основные характеристики, определяющие процесс размораживания; проведены эксперименты для получения эмпирической зависимости продолжительности процесса.

Опытные партии осетра одного улова и пола были заготовлены в период весенней путины / 5 партий по 4 экземпляра в каждой /. Исследования свойств мяса осетра проводили до замораживания и через каждые 30 суток хранения. Размораживание осетров при производстве балыков осуществляли традиционными способами - в проточной воде при температуре 15°C и на воздухе при температуре 5°C в соответствии с технологическими инструкциями, предлагаемым способом - в несменяемой воде при температуре $1 \pm 0,5^\circ \text{C}$, которую обеспечивали добавлением льда / соотношение льда и воды 1:3 установлено опытным путём /.

Размораживание осетров в соответствии с технологической инструкцией заканчивали при достижении температуры в толще тела рыбы минус 3°C. Температуру измеряли медь-константановыми термометрами.

При исследовании определяли: химический состав осетра по ГОСТ 7636-85, влагоудерживающую способность - методом ГРАУ и Хамма / 1966 / в модификации Рехиной / 1972 /, содержание саркоплазматических и миофибриллярных белков - по методике King / 1966 /, содержание общих липидов - по методике Bligh, Dyer / 1959 /, свободные липиды - экстракцией петролейным эфиром / Головин, 1978 /, кислотное, пероксидное и альдегидное числа липидов - по ГОСТ 7636-85, качественный состав и количественное соотношение классов липидов определяли методом газожидкостной хроматографии / Ржавская, 1976 /, предельное напряжение сдвига - на коническом пластометре / Маслова, 1981 /, исследование гистологической структуры мышечной ткани проводили по методу, описанному БРОДСКИМ / 1969 /, Меркуловым / 1961 /, Spruz / 1969 /, микробиологическую обсемененность рыбы - по ГОСТ 18963.-73. Определяли также изменение массы рыбы, количество намороженного льда, расход воды при размораживании, проводили органолептическую оценку балычных изделий по ГОСТ 7631-73 на расширенных заседаниях дегустационных советов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнительная характеристика качества рыбы, размороженной разными способами

Для обоснования предлагаемого способа размораживания рыбы выбраны показатели, которые в основном определяют процесс, - это изменения массы намораживаемого льда, температуры в толще тела

рыбы, скорость повышения температуры в критической зоне от минус 5 до минус 3°C.

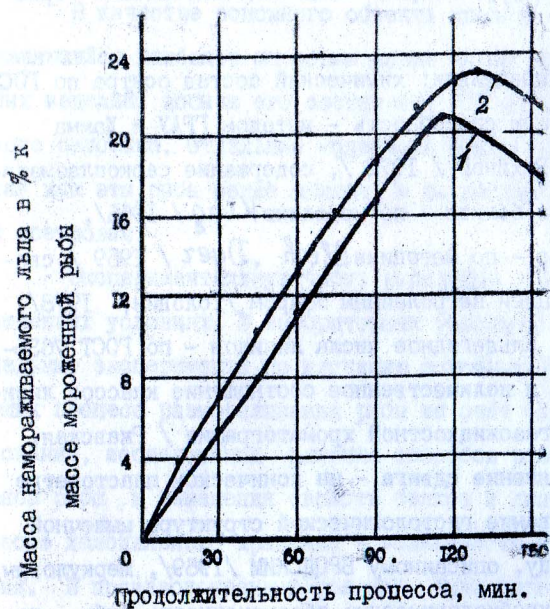


Рис. 1. Изменение массы намораживаемого льда в процессе размораживания осетров с различной массой:
1- осетр массой 9 кг;
2- осетр массой 11 кг.

Названные показатели были получены путём модельных экспериментов, проведенных на кусках сазана и осетра. Полученные результаты, проверенные затем на целых экземплярах рыб в производственных условиях, свидетельствуют о том, что характер льдообразования и изменения температуры при размораживании не зависят ни от разделки, ни от вида рыбы.

Представленные зависимости массы намораживаемого льда на поверхности осетров / рис. 1 / при размораживании показывают, что характер кривых идентичен и что вначале идет интенсивное льдообразование, а затем масса льда уменьшается, происходит таяние льда.

Проведенные исследования на тех же осетрах и в тот же пе-

риод времени по изменению температуры в толще тела и на поверхности рыбы (рис.2) позволили выявить, что максимальная величина массы намораживаемого льда соответствует достигаемой в толще тела рыбы температуре минус 3°C, а на поверхности - 0°C.

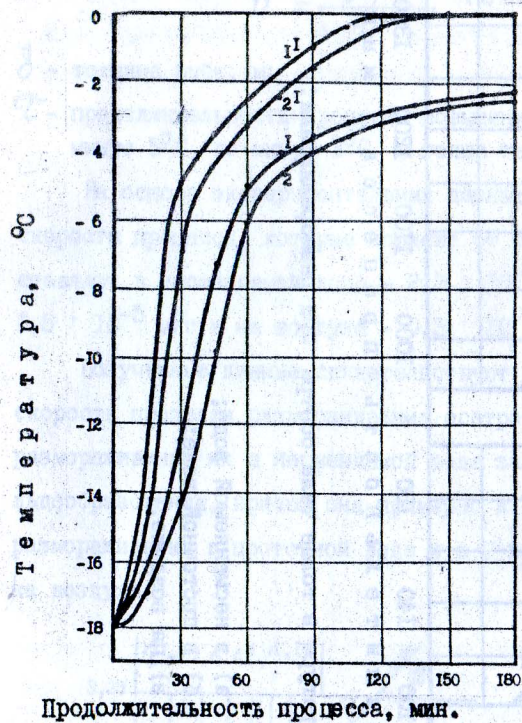


Рис.2. Изменение температуры в толще тела осетра (1,2) и на поверхности (1', 2') в процессе размораживания в несменяемой воде:
1, 1' - осетр массой 9 кг;
2, 2' - осетр массой 11 кг.

Результаты многочисленных экспериментов, проведенных в лабораторных и производственных условиях, свидетельствуют о том, что льдообразование прекращается после достижения температуры 0°C на поверхности рыбы.

Установлено, что температура в толще осетра быстро поднимается от минус 18°C до минус 5°C при размораживании в несменяемой воде с температурой 1±0,5°C. Далее в интервале от минус 5°C до минус 3°C процесс повышения температуры замедляется в связи

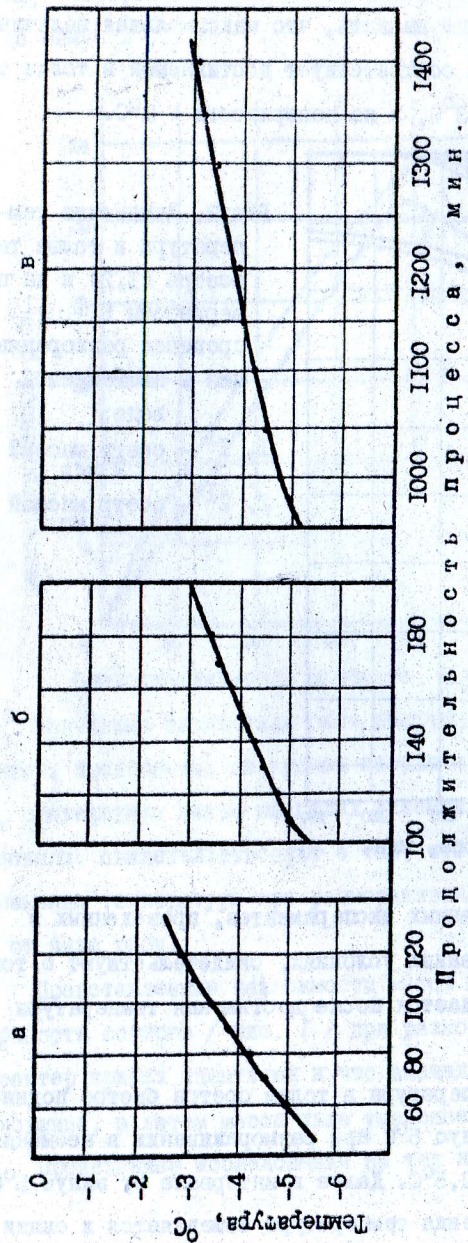


Рис. 3. Изменение температуры в толще тела осетра при размораживании:

- а) в несменяемой воде;
- б) в проточной воде;
- в) на воздухе.

с фазовым переходом льда. За скорость размораживания рыбы принимали перемещенные границы таяния льда в единицу времени. Среднее значение скорости размораживания определяли по формуле:

$$v = \frac{\delta / 2}{\tau} \quad (\text{м/с}), \text{ где}$$

- δ - толщина рыбы, м;
- τ - продолжительность процесса повышения температуры от минус 5°C до минус 3°C в толще тела рыбы.

На основе экспериментальных данных (рис.3) были рассчитаны скорости процесса, которые зависят от способа размораживания и составляют в несменяемой воде - $2,3 \cdot 10^{-5}$ м/с; в проточной воде - $1,5 \cdot 10^{-5}$ м/с и на воздухе - $0,3 \cdot 10^{-5}$ м/с.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшая скорость процесса размораживания осетровых рыб достигается при размораживании их в несменяемой воде за счет скрытой теплоты льдообразования, причем она примерно в 1,5 раза выше скорости размораживания в проточной воде и в 7 раз - при размораживании на воздухе.

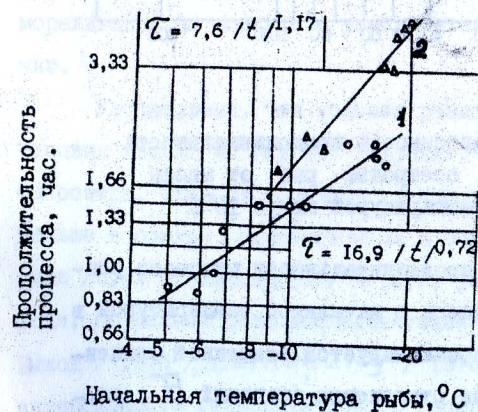


Рис. 4. Эмпирические зависимости продолжительности размораживания рыб от начальной температуры при массе рыбы: 1 - 9,5 кг; 2 - 29,8 кг.

Для реализации этого способа размораживания необходимо иметь зависимость, по которой можно было бы подсчитать продол-

жительность процесса, т.к. определить окончания размораживания крайне затруднительно: рыба покрыта слоем льда. Анализ приведенных на рис.4 зависимостей показывает, что экспериментальные точки наилучшим образом соответствуют результатам аналитической аппроксимации, выполненной по методу наименьших квадратов.

В качестве аппроксимирующей была выбрана степенная зависимость $y = A \cdot X^n$.

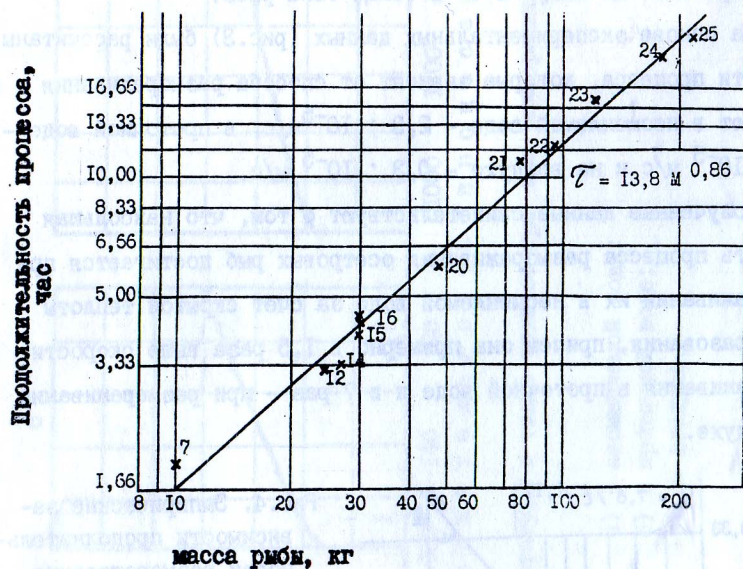


Рис.5. Эмпирическая зависимость продолжительности размораживания осетровых рыб от массы с начальной температурой минус 18°C

Эмпирическая зависимость продолжительности процесса размораживания осетровых рыб от массы с начальной температурой в толще тела рыбы минус 18°C аппроксимируется степенной зависимостью $y = B \cdot X^m$. Максимальные отклонения значений T , рассчитанных по аппроксимирующим зависимостям, от экспериментальных значений не превышают 16%, что указывает на приемлемость

их использования для практики.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ БЕЛКОВ МЯСА РЫБЫ.

Анализ экспериментальных данных по содержанию экстрагируемых саркоплазматических и миофибриллярных белков мяса осетра позволил установить, что денатурационные изменения саркоплазматических и миофибриллярных белков в большей степени происходит при размораживании осетра на воздухе, в меньшей, и примерно одинаковы изменения в белках мяса осетра, размороженного в несменяемой и проточной воде. Это объясняется сокращением периода нахождения осетров в интервале температур от минус 5°C до минус 3°C, в котором по данным Быкова / 1970/, Мижуховой / 1983/ и др./ денатурационные изменения белков протекают с максимальной скоростью. Об этом же свидетельствует анализ экспериментальных данных по влагоудерживающей способности мяса осетра. Размораживание рыбы в несменяемой и в проточной воде практически не влияет на изменение влагоудерживающей способности белков мяса рыбы / уменьшается соответственно на 0,5% и 1% а при размораживании на воздухе - уменьшается на 2,5% к исходному значению.

Установлено, что условия размораживания в незначительной степени влияют на глубину гидролитических изменений белков мяса осетра. Прирост небелкового азота / 6,3% от исходного/ был меньше в осетре, размороженном в несменяемой воде, и несколько выше /8,6% от исходного / в рыбе, размороженной в проточной воде. По данным ряда исследователей / Павловский / 1966 /, Быков / 1970 /, Demeszky / 1973 /, Мижухова / 1983 / на интенсивность гидролитического расщепления белков мяса влияют продолжительность процесса и температура окружающей среды. На основа-

нии полученных результатов можно заключить, что в нашем случае температура окружающей среды в большей степени влияет на гидролитические изменения белков мяса осетра.

Изменение состава и свойств липидов рыбы

Влияние способа размораживания осетровых рыб на процессы гидролитического расщепления и окислительной порчи липидов рассматривали на мороженых осетрах с содержанием общих липидов до замораживания от 10,9 до 14,1%.

При размораживании осетровых рыб во всех случаях наблюдали незначительное уменьшение содержания общих липидов и оно, вероятно, связано с потерей свободных липидов с мышечным соком.

Установлено, что гидролитические изменения липидов мышечной ткани осетра при размораживании в проточной воде больше по сравнению с другими способами (табл. I).

Результаты исследований фракционного состава липидов осетра при различных способах размораживания (табл. 2) подтверждают, что содержание свободных жирных кислот возрастает, особенно в случае размораживания осетров в проточной воде.

Аналогичный характер носят и изменения содержания первичных продуктов окисления. Так, увеличение пероксидного числа липидов осетра, размороженного в несменяемой воде, в 1,5 раза меньше, чем при размораживании в проточной воде. Вместе с тем, различия в содержании альдегидов при всех способах размораживания осетров незначительны.

Состав и количественное соотношение отдельных компонентов жирных кислот общих липидов мышечной ткани представлены 20 компонентами, доминируют пальмитиновая-16:0; пальмитолеиновая -

Таблица I

Влияние способа размораживания на изменение показателей степени окисления и гидролиза липидов мяса осетра

Показатели степени окисления и гидролиза липидов	Рыба до замораживания	Рыба размороженная		на воздухе
		в несменяемой воде	в проточной воде	
Пероксидное число,	0,016±0,002	0,166±0,002	0,244±0,001	-
% йода	0,022±0,002	0,171±0,002	0,253±0,002	0,206±0,001
	0,018±0,001	0,168±0,001	-	0,205±0,001
	0,018±0,001	0,168±0,001	-	-
Альдегидное число, мг карбонильного альдегида в 100 г	1,25 ±0,014	1,84±0,007	2,34±0,014	-
	1,51 ±0,007	2,19±0,028	2,62±0,014	-
	1,28 ±0,028	1,86±0,007	-	2,10 ±0,014
	1,32 ±0,021	1,90±0,028	-	2,15 ±0,007
Кислотное число, мг/г	3,80 ±0,007	10,02±0,007	11,85±0,014	-
	4,14 ±0,035	10,36±0,007	12,19±0,007	-
	3,99 ±0,007	10,20±0,007	-	11,03 ±0,007
	3,50 ±0,014	9,72±0,035	-	10,53 ±0,014

16:1; стеариновая - 18:1; линолевая - 18:2; эйкозеновая - 20:1; арахидоновая - 20:4; эйкозаспентаеновая - 20:5 и докозагексаеновая - 22:6; которые составляют 85-87% общей суммы кислот. Липиды осетра характеризуются относительно повышенным содержанием мононенасыщенных кислот (более 54%). Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани осетра при различных способах размораживания остается практически постоянным.

Таблица 2

Влияние способа размораживания на изменение фракционного состава липидов мяса осетра

Классы липидов, %	Рыба до замораживания	Рыба размороженная		
		в несменяемой воде	в проточной воде	на воздухе
Фосфолипиды	7,0±0,75	7,5±0,81	7,8±0,68	6,9±0,71
Моноглицериды	2,8±0,41	2,5±0,63	1,5±0,52	2,9±0,65
Диглицериды	3,5±0,27	3,1±0,39	2,1±0,41	3,3±0,54
Стерины	2,9±0,23	3,0±0,37	3,5±0,39	3,3±0,42
Св И К	1,8±0,41	2,6±0,49	3,7±0,69	2,7±0,22
Триглицериды	73,2±0,77	72,1±0,89	70,9±1,21	71,9±1,14
Эфиры стеринов + углеводов	8,8±0,51	9,2±0,47	10,5±0,58	9,0±0,64

Проведенные исследования по изменению гистологической и морфологической структуры мяса осетра позволили получить результаты, подтверждающие преимущества предлагаемого способа размораживания за счет скрытой теплоты льдообразования. Так, электронно-микроскопические исследования показали, что на продольных ультратонких срезах мышечных волокон осетра, размороженного в несменяемой воде, миофибриллы обладают четким периодическим рисунком саркомеров, в то же время, в мышечных воло-



в)



б)



а)

Рис. 6. Морфологическая структура мяса осетра, размороженного: а) в несменяемой воде; б) в проточной воде; в) на воздухе.

Увеличено в 250 раз.

нах осетра, размороженного в проточной воде и на воздухе, нарушена ультраструктура миофибрилл. Общая структура мышечной ткани осетров, размороженных предлагаемым способом, в основном, сохранена / рис. 6 а/, мышечные клетки сохраняют свою структуру, исчерченность.

Наряду с этим общая структура мышечного волокна резко нарушена в случае размораживания осетра в проточной воде /рис. 6 б/. Мышечные клетки деформированы, поперечная исчерченность практически отсутствует или представлена в виде небольших фрагментов. Перимизий набухший, соединительные волокна его большей частью разорваны, стенки сосудов также повреждены. Общая структура мышечных волокон осетра, размороженного на воздухе, сохранена умеренно, ядра одинаковой формы и хорошо воспринимают окраску.

Результаты изучения гистохимической реакции на белки и липиды мяса осетра также выявили преимущества предлагаемого способа размораживания осетровых рыб.

Проведенные нами исследования позволяют сделать заключение, что способ размораживания рыбы влияет на денатурационные и гидролитические изменения белков, на окислительные и гидролитические изменения липидов. Выявлены преимущества предлагаемого способа размораживания осетровых рыб в несменяемой воде за счёт скрытой теплоты льдообразования по таким показателям, как содержание экстрагируемых саркоплазматических и миофибриллярных белков, влагоудерживающая способность, содержание небелкового азота, гидролитические и окислительные изменения липидов мяса рыбы. Это же подтверждается результатами исследований гистологической и морфологической структуры мяса осетра.

Влияние длительности холодильного хранения и способов размораживания на изменение свойств мяса рыбы

Полученные результаты показали, что после замораживания и холодильного хранения рыбы в течение месяца содержание экстрагируемых саркоплазматических и миофибриллярных белков уменьшается, причем содержание экстрагируемых миофибриллярных белков снижается на 48%, а саркоплазматических - на 6% по отношению к исходной растворимости белков осетра до замораживания.

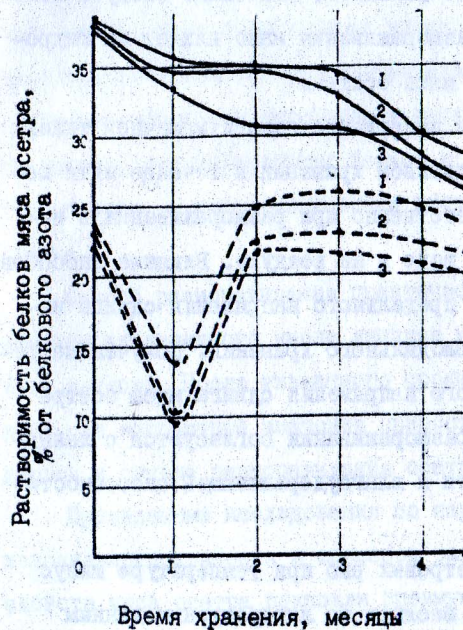


Рис. 7. Изменение растворимости белков мяса осетра в зависимости от длительности холодильного хранения при размораживании: 1,1 - в несменяемой воде; 2,2 - в проточной воде; 3,3 - на воздухе; — - саркоплазматические белки; - - - миофибриллярные белки.

Вероятно, в первый месяц хранения рыбы происходит агрегация белков актомиозинового комплекса за счет биохимических процессов, резко заторможенных низкой температурой (Быков, 1964; Сикорский, 1977; Алмаши, Эрцели, 1981). Увеличение содержания растворимых белков в период от одного до трех месяцев хранения,

возможно, происходит за счет диссоциации актомиозина на актин и миозин. При последующем холодильном хранении осетра от трех до пяти месяцев наблюдается уменьшение содержания саркоплазматических и миофибриллярных белков (рис.7).

В период хранения от трех до пяти месяцев уменьшение растворимости белков, по-видимому, обусловлено не только денатурационными, но и гидролитическими изменениями, происходящими в мясе осетра. Нами установлено, что с увеличением длительности холодильного хранения рыбы наблюдается увеличение содержания небелкового азота на 8-10% от исходного значения. Следует отметить, что при этом способ размораживания мало влияет на гидролитические изменения белков мяса осетра.

Выявлено, что предельное напряжение сдвига мышечной ткани осетра уменьшается при холодильном хранении в течение пяти месяцев на 20, 28 и 36% соответственно при размораживании в несменяемой воде, в проточной воде и на воздухе. Влияние способов размораживания на изменение предельного напряжения сдвига наблюдается при всех сроках холодильного хранения. Полученные результаты изменения предельного напряжения сдвига мяса осетра при холодильном хранении и размораживании согласуются с данными по изменению растворимости и влагоудерживающей способности белков.

Холодильное хранение осетровых рыб при температуре минус 18°C в течение первых шести месяцев по литературным данным (Ржавская, Омаров, 1982) сопровождается преимущественным гидролизом фосфолипидов и триглицеридов, в результате чего идет накопление свободных жирных кислот. Наибольшее значение кислотных чисел отмечается в липидах размороженной рыбы после трехмесячного холодильного хранения, особенно в случае размораживания

в проточной воде. Наименьшая степень гидролитических изменений липидов отмечается в случае размораживания рыбы в несменяемой воде при всех сроках холодильного хранения.

Показано, что интенсивность окислительных изменений липидов мяса осетра возрастает после трехмесячного холодильного хранения при всех упомянутых способах размораживания. Наибольшие значения пероксидного числа липидов осетров отмечены при трехмесячном хранении. Далее значения пероксидного числа снижаются, что вполне объяснимо взаимодействием реакционноспособных пероксидов с белками и продуктами их гидролиза, дальнейшими окислительными изменениями до вторичных продуктов окисления, и, наконец, преобладанием скорости указанных изменений пероксидов над их накоплением. Снижение пероксидных чисел коррелирует с изменением содержания миофибриллярных белков и снижением влагоудерживающей способности, а также изменением гистологической структуры мяса осетра.

Способ размораживания практически не влияет на степень изменения альдегидного числа липидов мяса осетра, хранившегося до трех месяцев. После указанного срока холодильного хранения наибольшие абсолютные значения прироста альдегидных чисел наблюдаются в случае размораживания осетра в проточной воде.

Проведенные исследования по изучению влияния длительности холодильного хранения и способов размораживания на изменение свойств мяса осетра показали преимущества предлагаемого способа размораживания рыбы за счет скрытой теплоты льдообразования перед существующими и подтвердили результаты, полученные рядом авторов, что денатурационные, гидролитические и окислительные изменения в белках и липидах рыб не прекращаются во время хранения при низких температурах (минус 18°C).

Реализация результатов проведенного исследования

Разработанный способ размораживания осетровых рыб за счёт скрытой теплоты льдообразования был проверен на Каспийском икорно-балычном производственном объединении.

Согласно технологической инструкции выход соленого полуфабриката составляет 54,7%. Предложенный способ позволяет увеличить выход солёного полуфабриката до 56,4%.

Установлено, что микробиологическая обсемененность исходных образцов рыбы перед размораживанием составляла 213 кл/см², после размораживания осетров в несменяемой воде - 2110 кл/см², в проточной воде и на воздухе - соответственно 12005 кл/см² и 18000 кл/см².

Результаты экспериментов по определению кратности использования воды для размораживания рыбы за счёт скрытой теплоты льдообразования позволяют сделать вывод о том, что вода без предварительной очистки может быть дважды использована в технологическом процессе. Показана принципиальная возможность использования трубочатых ультрафильтров марки БГУ -0,5 /2, для очистки воды от взвешенных веществ / эффект очистки - 96,5 + 99,8% /

Установлено, что при соотношении рыбы и воды 1:5 обеспечиваются необходимые условия ведения процесса размораживания за счёт теплоты льдообразования, расход воды - минимальный.

Результаты дегустационной оценки выявили, что во всех случаях балычные изделия, приготовленные из осетров, размороженных предлагаемым способом, имели лучший внешний вид / заметно снижено расслоение ткани мышц рыбы/, упругую, плотную, нежную консистенцию / табл. 6 /.

Таблица 6

Влияние способов размораживания на органолептические показатели балычных изделий

Способ размораживания	Органолептические показатели			
	вкус	запах	консистенция	внешний вид
в несменяемой воде	свойственный данному продукту	без порочащих признаков, ароматный	упругая, плотная, нежная	естественный, отсутствует расслоение ткани
в проточной воде	свойственный данному продукту	без порочащих признаков	мягковатая, мучковатая	естественный, отмечается расслоение ткани
на воздухе	свойственный данному продукту	без порочащих признаков	жестковатая, суховатая	потускневший, отмечается расслоение ткани

На основании проведенных исследований можно считать, что предложенный способ размораживания в несменяемой воде с температурой $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$ обеспечивает улучшение качества готовой продукции, сокращение продолжительности процесса, значительную экономию воды.

ВЫВОДЫ

1. Разработан способ размораживания осетровых рыб для производства балычных изделий за счёт скрытой теплоты льдообразования, и показано его преимущество по сравнению с примененными в промышленности размораживанием в проточной воде и на воздухе. Изучено влияние длительности холодильного хранения и способов размораживания на изменение свойств мяса осетровых рыб.
2. Научно обоснованы оптимальные условия размораживания за счет

скрытой теплоты льдообразования в несменяемой воде при температуре $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, соотношении рыбы и воды 1:5 до температуры в толще рыбы минус 3°C .

Получены эмпирические зависимости, позволяющие в производственных условиях рассчитать продолжительность процесса размораживания предлагаемым способом для осетровых рыб с различной массой и начальной температурой.

3. Установлено, что разработанный способ размораживания рыбы обеспечивает увеличение скорости процесса по сравнению с размораживанием в проточной воде и на воздухе примерно в 1,5 и 7 раз соответственно, сокращение расхода воды в 20 раз, увеличение выхода солёного полуфабриката, уменьшение в 6 раз микробиологической обсемененности поверхности осетров. Получаемые при этом балычные изделия характеризуются лучшими органолептическими показателями и наименьшими изменениями гистологической и морфологической структуры мышечных волокон.

4. Выявлены преимущества способа размораживания рыбы за счет скрытой теплоты льдообразования перед существующими по степени гидролитических и окислительных изменений липидов, а также денатурационных и гидролитических изменений белков мяса осетра.

5. Показано, что жирнокислотный состав липидов мяса осетра при различных способах размораживания практически не изменяется. Липиды осетра характеризуются относительно повышенным содержанием мононенасыщенных кислот (более 54%). Жирные кислоты общих липидов мяса осетра представлены 20 компонентами, среди которых доминируют пальмитиновая (16:0), пальмитолеиновая (16:1), олеиновая (18:1), линолевая (18:2), эйкозеновая (20:1), эйкозапентаеновая (20:5) и декозагексаеновая ((22:6) кислоты, которые составляют 85-87% общей суммы кислот.

6. Установлено, что продолжающиеся при размораживании изменения белковых и липидных компонентов, протекающие при длительном холодильном хранении, менее интенсивны у осетра, размороженного в несменяемой воде, чем при размораживании в проточной воде и на воздухе. Наибольшие изменения свойств белков и липидов мяса осетра наблюдаются после трех месяцев холодильного хранения.

7. Производственная проверка, проведенная в условиях Каспийского икорно-балычного производственного объединения, подтвердила эффективность и целесообразность использования способа размораживания рыбы за счет скрытой теплоты льдообразования и преимущества его перед существующими. Разработаны и утверждены изменения к технологической инструкции по размораживанию осетровых рыб для производства балычных изделий, а также исходные требования на проектирование опытной установки.

8. Сравнительные расчеты экономической эффективности предложенного способа размораживания осетровых рыб и существующего на Каспийском икорно-балычном производственном объединении показали, что за счет снижения себестоимости вследствие уменьшения потерь, а также расхода воды и льда способ размораживания рыбы за счет скрытой теплоты льдообразования является наиболее экономически целесообразным.

Экономический эффект от применения этого способа размораживания рыбы на Каспийском икорно-балычном производственном объединении в 1986 г. составил 26,9 рублей на тонну готовой продукции. Условно-годовая экономия составит 25640 рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Баль В.В., Васильева Л.М. Исследование размораживания рыб осетровых пород. - Межвузовский сборник научных трудов. В кн.: Исследование тепло- и массообмена при холодильной обработке и хранении пищевых продуктов. Л.: 1982.
2. Васильева Л.М., Баль В.В. Размораживание осетровых в несменяемой воде. Рыбное хозяйство, 1983, № 8, с.67-68.
3. Васильева Л.М., Акмаева Р.И. Экономическая эффективность внедрения новой технологии при производстве беликов. - В сб.: Комплексное использование биологических ресурсов Каспийского и Азовского морей. М.: 1983, с.14-15.
4. Васильева Л.М., Долганова Н.В. Совершенствование процесса размораживания рыб осетровых пород. - В сб.: Комплексное использование биологических ресурсов Каспийского и Азовского морей. М.: 1983. с.16.
5. Васильева Л.М., Долганова Л.В., Гусев Л.Е. Изменение азотистых веществ при размораживании осетровых рыб. - Тезисы докладов III межвузовской конференции молодых ученых и специалистов. Калининград, 1984, с.171-172.

И- 44021

Подписано к печати 15.04.88

Формат 60x84 1/16

Тираж 100 экз.

Объем - 1,5 п.л.

Заказ № 194

Ротапринт ВНИРО

Москва 107140, В.Красносельская, 17