

1973.

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

На правах рукописи

АГЖИТОВА ЛЮДМИЛА АЛЕКСЕЕВНА

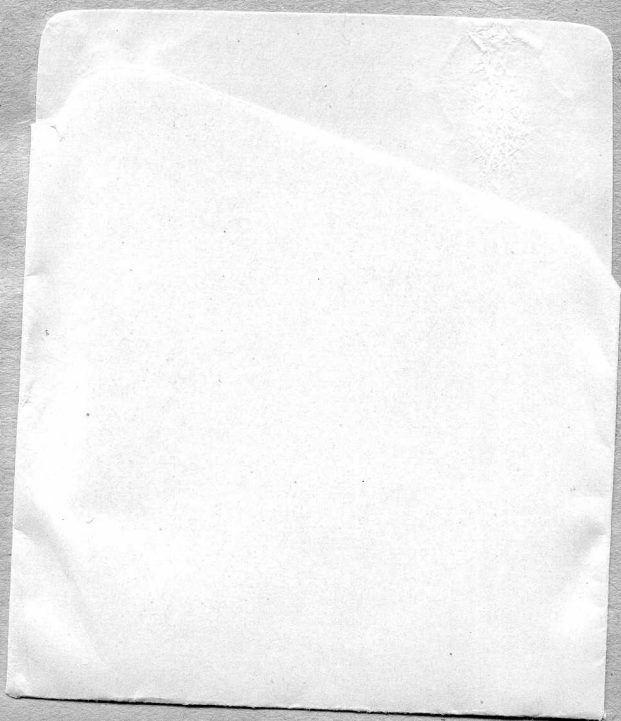
ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ КАРОТИНОИДОВ В ОКИСЛЕНИИ
ЖИРА В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОЙ
РЫБЫ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ СРОКОВ ЕЕ ХРАНЕНИЯ

(Специальность № 05.18.04 - Технология
рыбных продуктов)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1975



МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

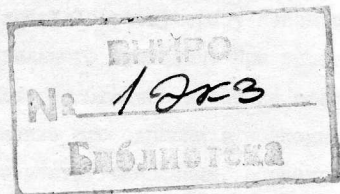
На правах рукописи

АГЕИТОВА ЛЮДМИЛА АЛЕКСЕЕВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ КАРОТИНОИДОВ В ОКИСЛЕНИИ
ЖИРА В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОЙ
РЫБЫ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ СРОКОВ ЕЕ ХРАНЕНИЯ

(Специальность № 05.18.04 – Технология
рыбных продуктов)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Москва, 1975

Работа выполнена в Атлантическом научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (АтлантНИРО).

Официальные оппоненты : д.т.н. Леванидов И.П.
к.т.н. Ржавская Ф.М.

ведущее предприятие - Калининградское Производственное
управление рыбной промышленности
Запрбын.

Автореферат разослан " " _____ 1975г

Защита диссертации состоится "12/18" _____ 1975г.

на заседании совета по присуждению ученых степеней Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Заверенные отзывы в 2-х экземплярах просим направлять по адресу: Б-140, Москва, 107140, В.Красносельская, 17-а, ВНИРО.

Ученый секретарь Совета

к.т.н. Т.И.Макарова

ВВЕДЕНИЕ

Выпуск продукции высокого качества – одна из главных задач современного развития общественного производства.

В общем объеме вырабатываемой рыбопродукции примерно 75% приходится на мороженую рыбу. При консервировании холодом ценность рыбы, как пищевого продукта, и допустимая продолжительность хранения в значительной мере зависят от изменения ее первоначальных свойств. Поэтому интенсивное развитие производства мороженой рыбы выдвигает задачу более глубокого изучения изменений, происходящих в ней в процессе замораживания и хранения, а также дальнейшего совершенствования объективных и органолептических методов оценки ее качественного состояния.

Ухудшение качества мороженой рыбы чаще всего начинает проявляться в окислительной порче жира, одним из признаков которого является изменение его окраски. В зависимости от глубины окислительных процессов окраска жира изменяется до желтой, красной и даже коричневой.

С расширением зон рыболовства, вызвавшим появление новых объектов промысла, было замечено, что у ряда видов рыб подкожный слой приобретает желтую окраску сразу после замораживания или в первые дни холодильного хранения. При определении качества такой рыбы возникает разногласия в оценке степени окисленности жира, так как изменение его окраски в подкожном слое часто рассматривается как результат окисления, несмотря на отсутствие других признаков окислительной порчи.

Снижение сорта рыбы по наличию подкожного пожелтения, образовавшегося в начальный период хранения, логически не обосновано, ибо в течение первых дней жир мороженой рыбы не может

быть окислен настолько, чтобы приобрести окраску за счет продуктов окисления. В связи с этим возникла необходимость установить какие причины, кроме окислительной порчи, могут вызвать изменение окраски подкожного жира мороженых рыб в ранний период их хранения.

Поскольку многие виды рыб содержат в коже жирорастворимые пигменты каротиноиды, представлялось целесообразным выяснить возможность окрашивания ими подкожного жира. Подтвердить каротиноидный характер окраски можно по качественному составу каротиноидов, содержащихся в коже и подкожном слое. Вместе с тем данных по идентификации красящих веществ подкожного слоя мороженых рыб не имелось.

Рядом исследователей установлено, что каротиноиды, являясь высоконепредельными соединениями, легко подвергаются окислению. Имеются данные о влиянии каротиноидов на окислительную порчу животных и растительных жиров. Влияние же их на окисление жира рыб не было изучено.

В связи с возможностью окрашивания жира не только каротиноидами, а также пигментами, еще более возросла потребность в объективной оценке качества мороженой рыбы. В настоящее время имеется ряд показателей, с помощью которых определяют количество накопившихся продуктов окисления жира. При порче тканевых жиров рыб динамика продуктов окисления нередко имеет экстремальный характер, что определяет выбор наиболее объективного показателя для каждого вида рыбы.

В связи с этим в данной работе были рассмотрены следующие вопросы:

1. Изучение пигментов подкожного слоя мороженых рыб.
2. Исследование влияния каротиноидов на окислительную пор-

чу жира мороженых рыб.

3. Выбор объективного показателя качества мороженой рыбы и обоснование допустимых сроков ее хранения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для установления наличия пигментов в подкожном слое исследовали рыбы, добываемые в Атлантическом океане, Балтийском море, Черном море и Курском заливе. Каротиноиды идентифицировали в подкожном жире ставриды, скумбрии, сардинюса, помелобуса, морского окуня и салаки.

Разделение пигментов проводили в хроматографической колонке на окиси алюминия второй степени активности, а также по методу Губен-Вейля с трехслойным адсорбентом, состоящим из окиси алюминия, карбоната кальция и порошкообразной сахарозы.

В качестве подвижных растворителей использовали этиловый спирт, бензол, бензин марки Б-72, петролейный эфир с температурой кипения 50-60°С и 60-70°С, хлороформ, а также смесь растворителей ацетон-петролейный эфир в соотношении 1:10, 1:4 и 1:3.

Спектры поглощения каротиноидов снимали на спектрофотометре СФ-10, содержание каротиноидов рассчитывали в мг%.

Для характеристики жира рыб определяли состав высоконенасыщенных кислот спектрофотометрическим методом, содержание токоферолов по методике ВНИВИ и йодное число видоизмененным методом Вийса по прописи Лазаревского (1956).

Качественное состояние рыбы контролировали по изменению оптической плотности жира в ультрафиолетовой и видимой областях спектра, содержанию азота летучих оснований, перекисных и карбонильных соединений. Содержание азота летучих оснований

устанавливали стандартным методом, перекисных соединений - йодометрическим методом и карбонильных соединений - по реакции с 2-тиосарбитуровой кислотой и бензидином, оптическую плотность измеряли на спектрофотометрах СФ-10 и СФ-4А. Динамику альдегидных чисел исследовали на жире мороженого помолбуса, скумбрии и ставриды.

Этапы технологической обработки, на которых возникает подложное окрашивание, установили применительно к ставриде, скумбрии, сардинопсу и помолбусу. Мороженую рыбу на холодильное хранение направляли неглазированной и глазированной пресной водой, в том числе с добавлением антиокислителей (смесь 0,2% аскорбиновой и 0,3% лимонной кислот от массы воды).

Окислительную порчу жиров в присутствии каротиноидов исследовали на модельных системах, составленных из жира рыб и внесенных в него каротиноидов.

Выбор объективного показателя степени окисления жира для оценки качественного состояния рыбы производили по данным оценки более 150 опытных и промышленных партий мороженого ставриды, скумбрии и помолбуса. Значения объективных показателей рассчитывали на массу (100 г) мышечной ткани рыбы.

Промышленную проверку установленных пределов альдегидного числа, как объективного показателя качества мороженой рыбы различной степени окисленности, проводили совместно с сотрудниками Объединенной технологической лаборатории Калининградского производственного управления рыбной промышленности (КПРУП).

Результаты экспериментальных работ

I. Методические исследования

В работе представлены данные по изучению окислительной порчи жира и разрушению растворенных в нем каротиноидов. Эти

процессы прослеживались по спектрофотометрическим кривым, снятым в области 300–500 нм: разрушение каротиноидов вызывало уменьшение способности жира к поглощению при 400–500 нм, а накопление продуктов окисления – увеличение способности жира к поглощению в области 300–340 нм. Вместе с тем, окислительную порчу принято изучать по изменению оптической плотности жира в области 260–280 нм. Поэтому для выявления возможности оценки качественного состояния жира по спектру поглощения при 300–340 нм нами было изучено изменение его оптической плотности в этом интервале длин волн. Исследование провели на жире ставриды, содержащем каротиноиды, и жире нототении без каротиноидов. Сравнение полученных данных со спектрами поглощения в диапазоне 250–290 нм показало, что окисление жира сопровождалось нарастанием оптической плотности наиболее интенсивно при 272 нм и 320 нм. Интенсивность поглощения при 320 нм была меньше, чем при 272 нм, но увеличение ее в обоих случаях происходило примерно в одинаковое число раз. Это позволило использовать оптическую плотность при 320 нм для характеристики процесса окисления жира, содержащего каротиноиды.

При извлечении жира из мышечной ткани рыбы растворителем, полученные растворы (мисцеллы), как правило, имеют различную концентрацию. Сопоставить способность извлеченных жиров к поглощению можно путем пересчета оптической плотности мисцелл различной концентрации на оптическую плотность мисцеллы постоянной концентрации. Однако это допустимо в случае подчинения растворов жира закону Бера, по которому оптическая плотность (D) прямо пропорциональна концентрации (C) вещества в растворе. С целью проверки подчиненности закону Бера мисцелл, полученных при извлечении жира из мышечной ткани ставриды, скумбрии и по-

молобуса, вначале определяли концентрацию C_1 и оптическую плотность D_1 исходной, а затем соответственно C_2 и D_2 разбавленной мисцелл. Оптическую плотность замеряли при 268-326 нм. В случае подчиненности растворов закону Бера цифровые выражения отношений $C_1:C_2$ и $D_1:D_2$ теоретически должны быть равны. Обобщенная характеристика мисцелл представлена в табл. I.

Таблица I

Характеристика мисцелл

Вид рыбы, из которой извлекали жир	Значение отношений		Относительная ошибка, %
	$C_1:C_2$	$D_1:D_2$ в диапазо- не 268-326 нм	
Ставрида	1,50	1,48-1,50	1,33
Скумбрия	2,29	2,29-2,35	1,31
Помолобус	3,02	3,05-3,08	1,35

Анализ полученных результатов подтвердил подчиненность растворов жира закону Бера, поэтому оптическую плотность исследуемых мисцелл пересчитывали на оптическую плотность мисцеллы постоянной концентрации - 50 г/л.

2. Исследование пигментов подкожного слоя мороженых
рыб и их связи с образованием подкожного окраши-
вания

Из 40 видов исследованных рыб в 24 было обнаружено окрашивание подкожного жира, возникающее на следующих этапах технологической обработки: при подсыхании кожно-чешуйчатого покрова свежей рыбы, в процессе ее подмораживания и замораживания, а также холодильного хранения мороженой рыбы.

В работе показано, что нанесенная на блоки мороженой рыбы глазурь, в том числе с антиокислителями, не задерживает воз-

никновения окраски в жире. При хранении сардинопса до трех месяцев количество экземпляров с подкожным пожелтением практически было одинаковым в глазированных и неглазированных блоках рыбы. Вместе с тем, гидролиз и окисление жира в неглазированной рыбе прошли интенсивнее, чем в глазированной. Значения химических показателей, характеризующих изменения в жире мороженого сардинопса с подкожным пожелтением, хранившегося неглазированным и глазированным с антиокислителями, представлены в табл.2. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что окрашивание подкожного жира в начальный период хранения мороженой рыбы не является следствием его окислительной порчи. Добавление в глазурь смеси 0,2% аскорбиновой и 0,3% лимонной кислот от массы воды позволяет удлинить срок хранения мороженого сардинопса. В то время как в сардинопсе, глазированном пресной водой, окислительная порча была отмечена к двум месяцам хранения, в сардинопсе, глазированном с добавлением смеси аскорбиновой и лимонной кислот, жир к трем месяцам хранения не был окислен.

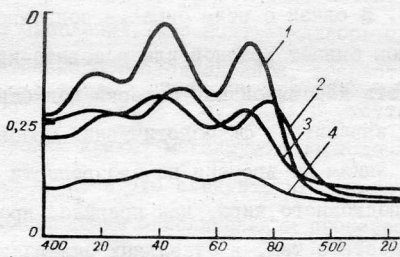
Для выявления причины возникновения окраски в подкожном жире рыб провели идентификацию содержащихся в нем пигментов. Результаты идентификации показали, что в подкожном жире рыб присутствуют каротиноиды (рис.1) астаксантин (А), лютеин (Б) и тарксантин (В), способные изменять его окраску от желтой до красной.

В случае присутствия в рыбе нескольких каротиноидов, после ее замораживания подкожный жир приобретает неоднородную окраску. У мороженого сардинопса, камбалы-ерша, ставриды и других видов рыб подкожная ткань, как правило, имеет желтую или оранжевую окраску, преимущественно за счет присутствия лютеина и тараксан-

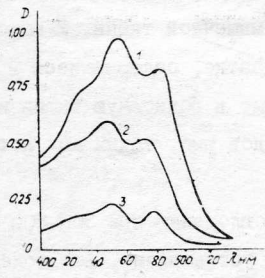
ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИРА МОРОЖЕНОГО САРДИНОПСА
С ПОДКОЖНЫМ ПОЖЕЛТЕНИЕМ

Таблица 2.

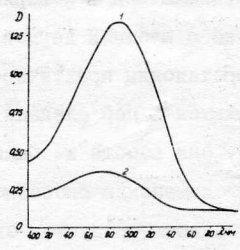
Состав глазури	Показатели жира											
	Кислотное число, мг КОН				Перекисное число, % йода				Альдегидное число, мг коричного альдегида на 100 г жира			
	Продолжительность хранения, дни											
	0	5	15	90	0	5	15	90	0	5	15	90
Пресная вода + антиокислитель	3,5	3,5	3,7	5,3	0,020	0,020	0,048	0,070	0	0,20	0,36	2,40
Без глазури	3,5	5,3	6,3	14,8	0,020	0,073	0,066	0,740	0	0,75	2,68	32,00



A



Б



В

Рис. I. Спектры поглощения каротиноида, содержащегося в ставриде (А), сардиниосе (Б) и морском окуне (В).
 Растворители: А: 1 - бензин; 2 - хлороформ; 3 - этиловый спирт; 4 - петролейный эфир; В: 1 - хлороформ; 2 - этиловый спирт; 3 - петролейный эфир; В: 1 - хлороформ; 2 - петролейный эфир.

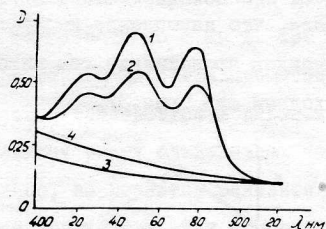
тина. У некоторых видов рыб, например помолобуса, дополнительно может содержаться астаксантин, главным образом в спинном подкожном жире. В связи с этим окраска подкожного жира спинной поверхности рыбы бывает красной или розовато-красной.

Интенсивность каротиноидной окраски подкожного жира в значительной мере зависит от физиологических особенностей рыбы. По нашим наблюдениям ко времени половозрелости у самцов сардиноса окраска подкожного жира, как правило, проявляется ярче, чем у самок. Вместе с тем, в отдельных экземплярах рыб жир не изменяет окраски.

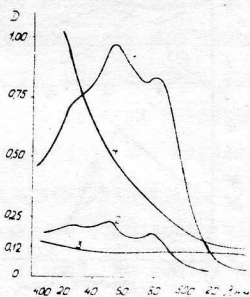
С помощью спектрофотометрических исследований в работе показано, что в тощих мороженых рыбах подкожное окрашивание может проявляться в поверхностном слое мышечной ткани. У мороженых рыб с плотной кожей, например зубатке, содержащиеся в коже каротиноиды практически не переходят в подкожную ткань или содержатся в ней следами, а у ряда видов рыб, таких как нототения, они вообще не были обнаружены.

По изменению способности жира к поглощению при 300–500 нм и накоплению продуктов окисления было установлено, что вследствие развивающегося окислительного процесса, первоначально образовавшаяся окраска жира постепенно ослабевает или полностью исчезает, но при последующем окислении она вновь появляется или усиливается, вызывая рост оптической плотности в ультрафиолетовой и видимой областях поглощения. Извлеченный из ставриды и сардиноса свежий жир, имевший желтую окраску каротиноидного характера, при дневном освещении полностью обесцвечивался в течение пяти суток. Обесцвечивание жира обуславливалось разрушением содержащихся в нем каротиноидов, что подтверждается уменьшением его способности к поглощению в диапазоне 400–500 нм, являющегося областью поглощения каротиноидов (рис.2, А и Б кр.1–3).

При последующем двадцатидневном хранении на свету в море вновь появилась желтая окраска за счет интенсивного накопления продуктов окисления. Это подтверждалось органолептической оценкой качественного состояния жира, возрастанием его оптической плотности (рис.2, А и Б, кр.4) и отсутствием на спектрофотометрических кривых максимумов поглощения, характерных для каротиноидов. Из этого следует, что пожелтение жира, вызванное глубоко зашедшим окислительным процессом, происходит значительно позднее, чем его окрашивание каротиноидами.



А



Б

Рис.2. Спектры поглощения жира в хлороформе:

1 - после выделения из рыбы; 2 - хранившегося изолированно от света; 3 - обесцвеченного при хранении на свету; 4 - пожелтевшего после обесцвечивания.

А - ставрида; Б - сардинопс.

3. Влияние каротиноидов на процесс окисления жира мороженых рыб

Интенсивность накопления продуктов окисления в жире, содержащем каротиноиды, исследовали в зависимости от глубины процесса окисления, присутствия природного антиоксиданта α -токоферола и действия света.

Для изучения влияния каротиноидов на окисление жира в зависимости от глубины процесса, в жир сабли-рыбы различной степени окисленности вводили элюаты астаксантина и тараксантина. Исследования показали, что накопление продуктов окисления в присутствии каротиноидов происходило тем интенсивнее, чем более окислен был исходный жир (рис.3).

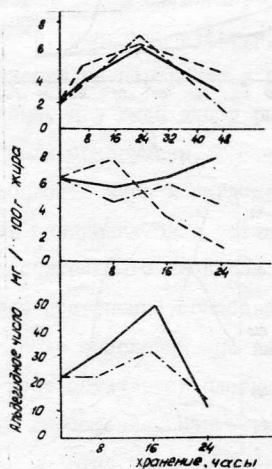


Рис.3. Изменение качества жира сабли-рыбы в присутствии каротиноидов:
— астаксантин; --- тараксантин;
... контроль.

Ввиду того, что во многих видах рыб вместе с каротиноидами содержится природный антиокислитель α - токоферол, нами был исследован процесс окисления жира леща, лугара и нототении в присутствии этих веществ, введенных в жир отдельно и в виде смеси. Результаты исследования процесса окисления жира леща показали, что стабилизирующее действие антиокислителей уменьшается в следующей последовательности: α - токоферол > смесь α - токоферола с астаксантином > астаксантин.

Жир был лучше стабилизирован при введении в него астаксантина и α - токоферола по 1 мг %. При этом изменение их соотношения в жире от 1:1 до 2:1 в процессе десятидневного хранения при комнатной температуре и дневном освещении привело к более интенсивному росту альдегидных чисел (рис.4. А и Б).

Следовательно, на развитие окислительных процессов оказывает влияние как количество, так и соотношение содержащихся в рыбе антиокислителей.

Стабилизирующее действие смеси α - токоферола с каротиноидом в жире различных видов рыб проявляется неодинаково, что подтверждалось при исследовании процесса окисления жира лугара и нототении. Смесь этих антиокислителей, введенная в жир лугара, стабилизировала его слабее, чем α - токоферол, но несколько лучше астаксантина (рис.5 А), а в жире нототении она не проявила никакого стабилизирующего действия (рис.5 Б).

Полученный результат, по нашему мнению, можно объяснить различной степенью непредельности жира нототении по сравнению с жиром лугара, сумма высоконенасыщенных жирных кислот, в которых составила 40,1 и 24,3 % соответственно.

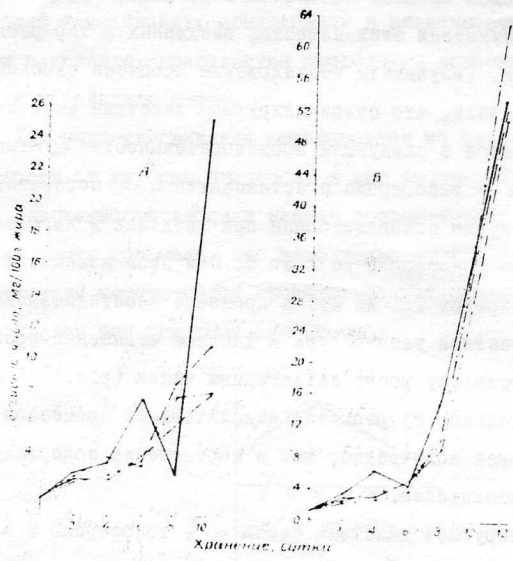
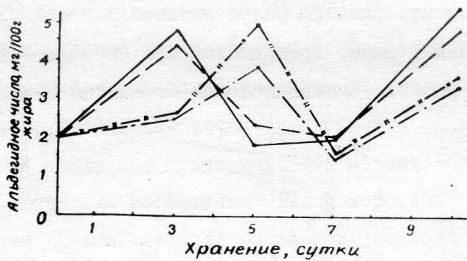


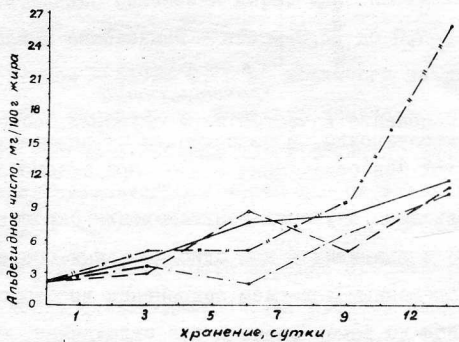
Рис.4. Изменение качества жира, выделенного из леда, в зависимости от содержания астаксантина и α -токоферола:

— — — — астаксантин; --- α - токоферол;
 — — — — астаксантин + α - токоферол;
 ————— контроль.

В жир введено: А - астаксантина 1 мг% и α -токоферола 1 мг%; Б - астаксантина 0,5 мг% и α -токоферола 0,25 мг%.



А



Б

Рис. 5. Изменение качества жира луфара (А) и нототении (Б) в зависимости от содержания астаксантина и α -токоферола:

--- астаксантин (1 мг%); -.- α -токоферол (4 мг%);
 -.-.- астаксантина + α -токоферола (1 и 4 мг% соответственно); — контроль.

Изучение процесса окисления жира скумбрии, содержащей каротиноиды, позволило выявить катализирующее действие на него света, что подтвердилось более интенсивным накоплением продуктов окисления в рыбе, хранившейся при дневном освещении, сравнительно с рыбой, хранившейся без освещения (рис.6).

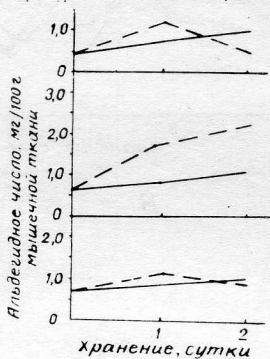


Рис.6. Изменение качества жира скумбрии, содержащей каротиноиды, в зависимости от освещения:
 — без освещения; - - - при освещении.

По результатам изучения возникновения окрашивания подкожного жира рыб и развития в нем окислительных процессов установлено, что непременным условием сохранения высокого качества рыбы, хранившейся до замораживания без охлаждения, является изоляция ее от действия света и поддержание кожно-чешуйчатого покрова во влажном состоянии.

4. Выбор объективного показателя качества мороженой рыбы и установление сроков ее хранения

Объективный показатель выбирали по величине коэффициента корреляции перекисного, тиобарбитурового и альдегидного чисел с органолептической оценкой качественного состояния мороженой рыбы. Были получены следующие коэффициенты корреляции: 0,2-

0,56 для перекисного числа, 0,47-0,6 для тиобарбитурового числа и 0,6-0,88 для альдегидного числа.

Изучение изменений, происходящих в мороженой рыбе в процессе ее холодильного хранения показало, что органолептическая оценка имеет достаточно устойчивую связь с альдегидным числом, поэтому последнее может наиболее объективно отражать качественное состояние исследуемых видов мороженых рыб.

Результаты оценки качества опытных и производственных партий мороженых ставриды, скумбрии и помолобуса позволили установить следующие значения альдегидных чисел, для рыбы с различной степенью окисления жира: без окисления - до 0,55, с незначительным окислением - свыше 0,55 до 0,75, со значительным окислением - свыше 0,75 мг коричневого альдегида в 100 г мяса рыбы. Достаточная точность полученной градации подтвердилась расчетом средних арифметических значений допустимых пределов альдегидных чисел для скумбрии первого и второго сортов.

Результаты оценки точности средней арифметической \bar{x} допустимых пределов альдегидных чисел, среднее квадратическое отклонение s точность ϵ , относительная ошибка δ в %, доверительный интервал J с 95% надежностью представлены в табл.3.

Таблица 3

Результаты оценки точности средней арифметической допустимых пределов альдегидных чисел жира мороженой скумбрии

Сорт рыбы	Характеристика средней арифметической				
	\bar{x}	s	ϵ	δ	J 0,95
1	0,56	0,026	0,020	3,6	0,54-0,58
2	0,79	0,103	0,065	8,2	0,72-0,86

Как следует из полученных результатов, средняя арифметическая допустимого предела альдегидного числа для скумбрии первого сорта практически совпала с его значением, установленным как среднее по трем видам исследуемых рыб, а для скумбрии второго сорта она оказалась выше среднего значения всего на 0,04.

Динамика объективного показателя оказывает влияние на его связь с органолептической оценкой. Нами была исследована динамика альдегидных чисел, характеризующих качественное состояние жира мороженых ставриды, скумбрии и помолобуса в процессе их хранения.

В работе представлены данные, свидетельствующие об экстремальном характере изменения альдегидного числа, первый максимум которого образовывался при его значении не менее 0,9. В связи с экстремальным изменением альдегидного числа для характеристики мороженой рыбопродукции использовали его значения до первого максимума, отражавшие качественное состояние рыбы от исходного до нестандартного.

Допустимая продолжительность хранения исследуемой мороженой рыбы первого сорта определялась значением альдегидного числа $0,55 \pm 0,03$. В рыбе одного вида, но различной жирности, альдегидное число достигало этого значения в неодинаковое по продолжительности время: в более жирной быстрее, чем в тощей. В связи с этим допустимый срок хранения рыбы с жирностью до 10%, как правило, на 15-30 суток больше сравнительно с рыбой, жирность которой превышает 10%. Так, качество помолобуса жирностью до 10% соответствовало первому сорту в течение 3-3,5 месяцев хранения, а жирностью свыше 10% только в течение 2,5. При этом, первый максимум альдегидных чисел для менее жирного помолобуса отмечался почти к 4,5 месяцам хранения и для более жирного к

3,5 месяцам.

Для скумбрии и ставриды, в зависимости от жирности, допустимые сроки хранения оказались в пределах 3 и 4 месяцев, а первый максимум альдегидных чисел отмечался к 4 и 5 месяцам соответственно.

Следовательно, допустимые сроки хранения мороженой рыбы должны устанавливаться дифференцированно, в соответствии с жирностью ее мышечной ткани.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена природа окраски подкожного слоя мороженых рыб, исследовано влияние каротиноидов на процесс окисления жира и установлены предельно допустимые количества продуктов окисления для рыб разного качественного состояния.

2. По результатам исследования 40 видов морских и пресноводных рыб выявлено, что в ранний период их хранения окрашивание подкожного жира обусловлено переходом в него из кожи жирорастворимых пигментов каротиноидов. В подкожном жире идентифицированы астаксантин, тараксантин и лютеин, которые придают ему окраску от желтой до красной.

3. Каротиноиды переходят из кожи в подкожный жир на следующих этапах обработки и хранения рыбы:

- при подсыхании кожно-чешуйчатого покрова свежей рыбы;
- при подмораживании и замораживании;
- в процессе холодильного хранения.

4. Подкожный жир в рыбе одного вида может иметь различную окраску вследствие присутствия разных каротиноидов. Жир боковой поверхности рыбы приобретает желтую или оранжевую окраску в основном за счет лютеина и тараксантина. В подкожном жире спинной поверхности может появляться также красная ок-

раска, преимущественно обусловленная астаксантином.

5. Установлено, что интенсивность окраски подкожного жира в рыбе одного вида в значительной мере зависит от пола, стадии зрелости, плотности дермального слоя. В нежирных рыбах окрашивание может проявляться непосредственно в подкожном слое мышечной ткани.

В рыбах, не содержащих каротиноидов, окрашивание жира возникает только при значительном его окислении, что, как правило, характеризует нестандартную продукцию.

6. Исследованные виды мороженых рыб в зависимости от наличия подкожной окраски в ранний период хранения можно разделить на три группы: 1) имеющие окраску различной интенсивности; 2) не имеющие окраску; 3) имеющие слабую окраску.

Такая классификация по нашей рекомендации используется в промышленности для предварительной органолептической оценки качественного состояния мороженой рыбы.

7. Влияние каротиноидов на окисление жира определяется глубиной процесса. В неокисленных и слабоокисленных жирах каротиноиды проявляют стабилизирующее действие, а в сильноокисленных - способствуют накоплению продуктов окисления.

8. Для объективной оценки степени окисления мороженой рыбы предложено альдегидное число, поскольку его значения имеют наибольшую корреляцию с органолептическими свойствами рыбы по сравнению с другими исследованными показателями степени окисления.

9. Определены следующие значения альдегидных чисел для рыбы с различной степенью окисления жира, выраженные в мг коричневого альдегида на 100 г мышечной ткани: без окисления, соответствующие рыбе первого сорта - до 0,55;

с незначительным окислением, соответствующие рыбе второго сорта - от 0,56 до 0,75;

со значительным окислением, соответствующие нестандартной рыбе - свыше 0,75.

Применение альдегидных чисел для объективной оценки качества мороженой рыбы позволит научно обоснованно устанавливать предельные сроки ее хранения независимо от окраски подкожного слоя жира.

10. Результаты исследований природы окраски подкожной ткани рыбы позволили внести изменения в ГОСТ и другую техническую документацию на мороженую рыбопродукцию, допускающие в последней подкожное пожелтение каротиноидного характера.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих статьях:

1. О природе раннего пожелтения у мороженой рыбы. "Рыбное хозяйство", № 8, стр.67-69, 1967.

2. Некоторые выводы о природе подкожного пожелтения. "Рыбное хозяйство", № 2, стр.61-63, 1969.

3. Об определении качества мороженой рыбы. "Рыбное хозяйство", № 4, стр.53-55, 1969.

4. Определение качества некоторых видов рыб. Тезисы доклада на межинститутском научном коллоквиуме, по вопросу окислительной порчи жиров рыб. Текущая информация, серия 3, вып.1, стр.1-2, 1970.

5. К вопросу определения качества мороженого сардиноса и скумбрии. Тр. АтлантНИРО, вып.XXX, стр.62-68; 1970.

6. Определение качества мороженой рыбы. Тр.АтлантНИРО, вып.XXX, стр.53-60, 1970.

7. Об объективном методе оценки качества мороженых рыб в связи с подкожным пожелтением. Тр. АтлантНИРО, вып.ХУП, стр. 63-71, 1971.

8. Оценка качества мороженого помолобуса. Тр. АтлантНИРО, вып.П, стр.198-201, 1973.

По теме диссертационной работы сделаны сообщения:

1. На техническом совете Калининградской базы тралового флота, 6 июня 1969 г.

2. На межинститутском коллоквиуме отраслевых научно-исследовательских институтов МРХ СССР, Москва, 8 октября 1969 г.

3. На объединенном коллоквиуме технологических лабораторий ВНИРО, Москва, 14 апреля 1970 г.

4. На юбилейной сессии Ученого Совета АтлантНИРО, посвященной 100-летию со дня рождения В.И.Ленина, Калининград, 28 апреля 1970 г.

5. На экономической конференции по вопросу повышения эффективности использования промыслового флота. Калининград, 20 августа 1970 г.

6. На совещании специалистов по производству рыбной продукции Главного управления рыбной промышленности Западного бассейна, Рига, 20 апреля 1971 г.

Л - 18744

Размер 22,4x60

Объем 12п.л.

Ротапринт ВНИРО

Москва, Верхняя Красносельская, 17а

Заказ № 27

Тираж 130 экз.

