



ВНИРО
ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

Технологии охлажденной и мороженой продукции, принципы консервирования холодом



Харенко Елена Николаевна
доктор технических наук, доцент

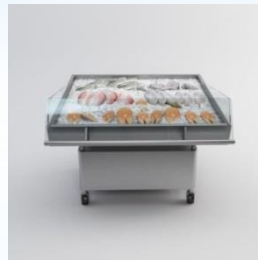


Введение

В середине 18 века У. Кулен создал первый лабораторный аппарат для получения искусственного холода, но только во второй половине 19 века машинное охлаждение приобретает промышленную основу и начинает применяться при заготовке и транспортировании скоропортящихся продуктов.

- * Первая холодильная установка для замораживания мяса была построена в Сиднее (Австралия) в 1861г. В 1876 г. впервые на судне-рефрижераторе с искусственным машинным охлаждением была осуществлена перевозка мяса.
- * Первые стационарные холодильники были построены в Бостоне и Лондоне в 1881 г.
- * В России впервые искусственный холод был применён в 1888 г. на рыбных промыслах в Астрахани, и в том же году на Волге начала эксплуатироваться рефрижераторная баржа с воздушной холодильной машиной, положившая начало развитию отечественного рефрижераторного водного транспорта.

В течение последних десятилетий холодильная обработка превратилась в гигантскую и быстрорастущую отрасль перерабатывающей промышленности. Этому способствовало развитие высокоточных методов производства эффективного оборудования и средств автоматизированного регулирования и контроля холодильных систем, усовершенствование электродвигателей компрессоров, а также создание безопасных хладагентов.





Применение холодильной технологии в рыбной промышленности позволяет решить следующие задачи:

- освоение рынков сбыта, удаленных от районов лова и от портов выгрузки;
- расширение существующих рынков сбыта путем увеличения точек продажи, т.к. мороженая рыба в отличие от охлажденной может продаваться в любом продовольственном магазине, имеющем холодильное оборудование;
- стабилизация (вне сезонов лова) снабжения населения охлажденной и мороженой рыбой;
- расширение ассортимента и производство продуктов привлекательной и удобной формы и расфасовки.





Производство охлажденной и мороженой продукции

В рыбной отрасли России основную долю от всей производимой пищевой продукции на протяжении 10-15 лет занимает мороженая продукция.

Доля охлажденной рыбной продукции за последние пять лет находится на уровне 4,0 % от всей пищевой продукции, что значительно уступает количеству произведенной аналогичной продукции в таких странах как Норвегия, Дания, Япония и др., где ее доля составляет 80,0-90,0 % от всей производимой пищевой рыбной продукции.

За последние годы в рыбной отрасли России серьезных изменений по выработке охлажденной и мороженой рыбной продукции не произошло – более 80,0 % рыбы и беспозвоночных замораживается, остальное охлаждается или поступает на переработку в живом виде (крабы, мидии, морской еж) или сырцом.

Производство охлажденной и мороженой рыбопродукции в РФ





Принципы консервирования холодом пищевой продукции водного происхождения

АНАБИОЗ

Консервирование рыбного сырья охлаждением или замораживанием относится к принципу **анабиоза** – подавление жизнедеятельности организма и содержащихся в нем микроорганизмов, резкое замедление ферментативных процессов.

Применительно к технологиям охлаждения и замораживания рыбы **анабиоз** подразделяется на следующие группы:

- **психроанабиоз** (охлаждение)

Применяется при производстве охлажденной рыбы, а также для сохранения качества сырья и полуфабрикатов перед направлением в обработку. При использовании этого принципа температура тела рыбы понижается до значений **не ниже криоскопической**.

- **криоанабиоз** (замораживание)

Применяется при изготовлении мороженой рыбопродукции или с целью увеличения сроков хранения пищевой переработанной рыбной продукции. При использовании замораживания температура продукта понижается **ниже криоскопической**.

На практике часто используется сочетание нескольких анабиотических принципов, например, производство радуризованной охлажденной рыбопродукции сочетает принципы *психроанабиоза* и *актиноанабиоза*, при производстве охлажденной продукции с регуляторами кислотности используются *психроанабиоз* и *ацидоанабиоз*.



Теория холодильной обработки

Основными процессами при холодильной обработке являются:

- Механическое разрушение мышечной ткани кристаллами льда, образующимися при замерзании воды;
- Денатурация и гидролиз белков мяса рыбы под воздействием солевых растворов, образующихся при вымораживании части воды и др. факторов;
- Автолиз некоторых химических веществ (аденозинфосфата, креатинфосфата, гликогена), содержащихся в мясе рыбы и обуславливающих определенное состояние и свойства белков актомиозинового комплекса, а следовательно и свойств мяса рыбы;
- Гидролиз и окисление липидов;
- Изменения небелковых азотистых веществ;
- Усушка мышечной ткани и др.

Характер этих процессов в значительной мере зависит от вида рыбы, исходного ее состояния, скорости и способа замораживания.

Фазовое превращение воды и образование кристаллов льда в тканях рыб начинается при достижении ей криоскопической температуры ($T_{кр.}$). Ее значение определяется концентрацией в тканевом соке рыбы солей, органических кислот и других соединений, что так же обуславливается местом обитания (пресноводная и морская), временем года, возрастом и физиологическим состоянием рыбы. Чем больше содержание влаги в мясе рыбы, тем ближе значение $T_{кр.}$ к 0°C .



Теория холодильной обработки

Криоскопическая температура разных видов рыб различна и находится в определенных пределах: для пресноводных рыб от $-0,5$ до $-1,0^{\circ}\text{C}$, для морских рыб от $-0,8$ до $-2,6^{\circ}\text{C}$. С понижением температуры рыбы количество воды, превратившейся в лед, увеличивается. Эту воду принято называть вымороженной. Количество вымороженной воды зависит от температуры, до которой замораживается продукт, его химического состава, структуры и исходного состояния.

Количество вымороженной воды определяется отношением количества льда, образовавшегося в рыбе при данной температуре, к общему количеству содержащейся в ней влаги, и выражается в процентах или в долях единицы (данные Л. Риделя).

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Количество вымороженной воды, % общего ее содержания в рыбе				
	Пикша	Треска	Морской окунь	Щука	Судак
-1	9,7	8,0	12,6	—	—
-5	79,6	76,7	77,8	80,0	—
-10	86,7	84,3	84,6	87,0	84,5
-15	89,2	87,4	87,2	89,0	—
-18	90,1	88,4	88,2	—	—
-20	90,6	89,0	88,8	91,0	89,0
-30	92,0	90,3	89,9	92,0	90,0
-40	92,2	90,5	90,0	—	—

Из данных таблицы видно, что наиболее интенсивное льдообразование в тканях рыбы происходит в зоне температур от -1 до -5°C . При температуре -40°C вымораживается более 90% содержащейся в рыбе свободной влаги.



Теория холодильной обработки

Степень изменения структуры мышечной ткани рыбы при замораживании определяется скоростью процесса: **чем быстрее происходит замораживание, тем меньшим структурным изменениям подвергается продукт.**

При низких скоростях отвода тепла кристаллообразование в мясе рыбы обычно начинается в межволоконном, межклеточном пространстве. Кристаллы имеют крупные размеры в форме дендритов, необратимо нарушающих структуру тканей, что стимулирует гидролитические, окислительные и ферментативные процессы.

Увеличение скорости замораживания приводит к возрастанию количества и уменьшению размеров кристаллов. При высоких скоростях отвода тепла (от 0,05 м/ч и выше), мельчайшие кристаллы льда образуются как вне, так и внутри клеток и волокон. При этом структура мышечной ткани почти не отличается от структуры незамороженной ткани.

Однако чрезмерное увеличение скорости замораживания сверх определенного предела может вызвать нежелательные структурные изменения в продукте. Так, при замораживании в жидком азоте, когда скорость процесса достаточно велика, наряду с формированием многочисленных и очень мелких кристаллов наблюдается появление макротрещин и внутренних разрывов, что негативно сказывается на качестве замороженной рыбной продукции.

Исходя из этого крайне важно для получения мелкокристаллической структуры льда, предотвращения перехода воды из клеток в межволоконные пространства и предупреждения повреждения мышечных волокон, максимально быстро осуществлять замораживание рыбы обеспечивая скорейшее прохождение температур максимального кристаллообразования (минус 1°C - минус 5°C). На практике в рыбной отрасли, как правило, применяются температуры замораживания минус 36-40°C.



Теория холодильной обработки

Размер и структурная целостность кристаллов льда тесно связаны со скоростью замораживания. Ультрабыстрое замораживание приводит к образованию многочисленных мелких кристаллов льда и приводит к меньшему повреждению клеточной структуры.

Принято считать замораживание со скоростью:

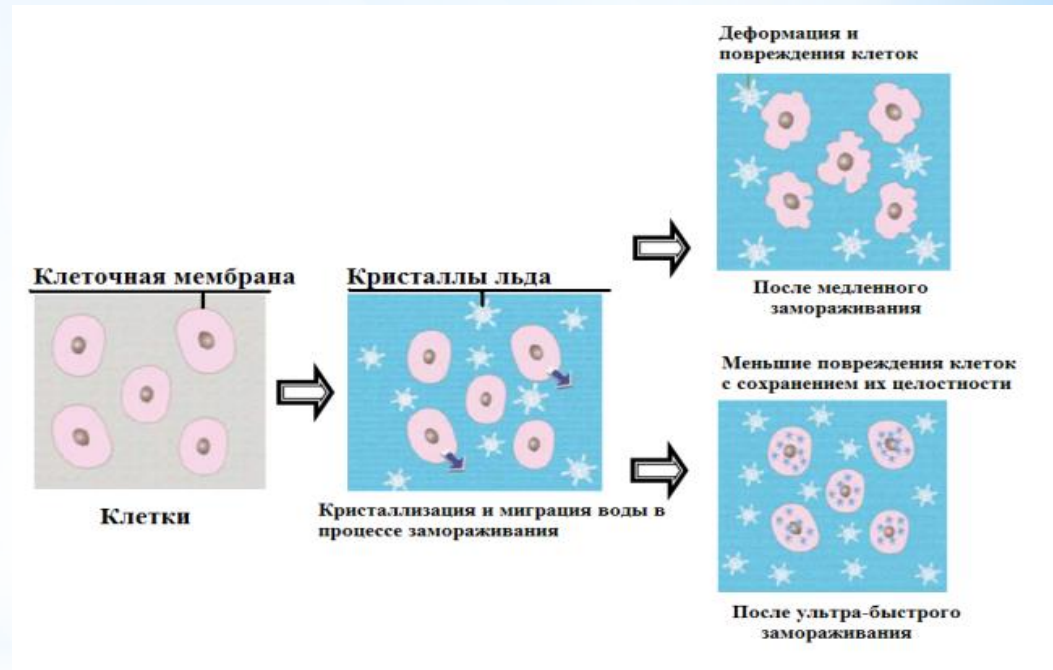
менее 0,01 м/ч – медленным,

от 0,01 до 0,05 м/ч – средним,

от 0,05 до 0,1 м/ч – быстрым,

более 0,10 м/ч – сверхбыстрым или ультрабыстрым.

*Скорость замораживания - скорость перемещения зоны кристаллизации в замораживаемом продукте.



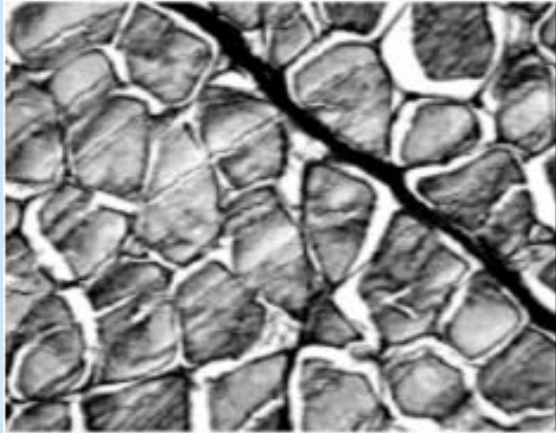
На структурные изменения мяса рыбы при замораживании оказывает влияние и посмертное окоченение сырья перед замораживанием. **Наибольшему травмированию кристаллами льда подвергается мышечная ткань рыбы, медленно замороженная в состоянии окоченения.**

Размеры и характер распределения кристаллов в мышечной ткани рыбы и связанная с этим степень разрушения морфологических структурных элементов определяют размеры потерь мышечного сока при размораживании и последующей обработке.



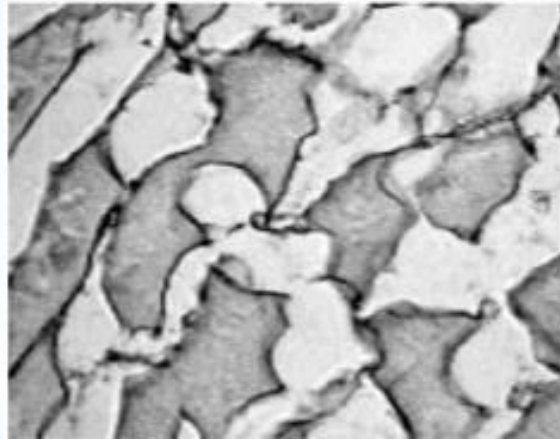
Теория холодильной обработки

Ультрабыстрое замораживание (скорость замораживания выше 10 см/час) имеет много преимуществ, образование большого числа ядер кристаллов льда и, в конечном итоге, образование мелких и равномерно распределенных кристаллов льда в объеме мышечной ткани. Это приводит к лучшему сохранению структурной целостности и качества замороженных продуктов.

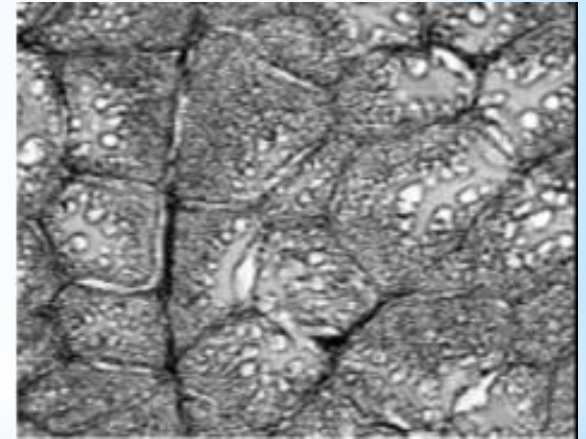


— 50 μm (for all)

Не замороженная мышечная ткань (охлажденная)



Гистологическая структура мышечной ткани при медленном замораживании



Гистологическая структура мышечной ткани при ультрабыстром способе замораживания



Изменения теплофизических свойств

Наиболее важными показателями теплофизических свойств рыбы являются **теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и энтальпия**. Теплофизические характеристики являются переменными и зависят от температуры, химического состава и свойств сырья.

При положительных температурах теплофизические показатели рыбы меняются незначительно и их практически считают постоянными, зависящими в основном от содержания влаги и жира в продукте. Превращение воды в лед при замораживании рыбы приводит к значительному изменению ее теплофизических свойств, так как свойства воды и льда весьма различны.

Удельная теплоемкость мороженой рыбы C_m [в Дж/(кг•К)];

Для технических расчетов теплоемкость мороженой рыбы принимают равной 2 кДж/(кг•К).

Теплопроводность мороженой рыбы λ_m [в Вт/(м•К)];

Для расчетов теплопроводность мороженой рыбы принимают равной 1,16 Вт/(м•К).

Температуропроводность мороженой рыбы a [м²/с];

При понижении ее температуры возрастает в связи с увеличением теплопроводности при одновременном уменьшении теплоемкости.

Плотность мороженой рыбы в результате замораживания уменьшается, на 5-8%. С понижением температуры мороженой рыбы ее плотность изменяется незначительно в отличие от теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности.

Энтальпия рыбы (*теплосодержание*) [Дж/кг];

Зависит от ее химического состава, свойств и температуры— количество тепла, содержащееся в 1 кг продукта (кДж/кг).



Изменения теплофизических свойств

Температуропроводность некоторых рыб

Температура, °С	Температуропроводность, м ² /ч			
	трески	леща	карпа	судака
1	0,00047	0,00050	0,000495	0,00045
—4,2	0,00032	—	—	0,00024
—6,0	—	0,00077	—	0,00051
—10,0	—	0,00121	—	—
—12,0	0,00117	—	—	—
—15,0	—	—	—	0,00130
—19,0	—	—	0,0190	—

Значения энтальпии некоторых жирных и тощих рыб

Температура, °С	Энтальпия, кДж/кг		Температура, °С	Энтальпия, кДж/кг	
	Жирные	Тощие		Жирные	Тощие
—20	0	0	5	266,3	283,4
—18	5,0	5,0	10	283,4	301,0
—10	32,6	33,5	15	300,6	318,6
—5	61,5	64,1	20	317,4	336,2
—1	199,7	212,3	25	334,5	353,8
0	249,1	265,9			



Изменение биохимических и физико-химических свойств. Белки

Изменение свойств мяса рыбы при замораживании в значительной степени зависит от изменения свойств белков мышечной ткани, степени их денатурации. Денатурация белков сопровождается уменьшением растворимости, способности к набуханию и обуславливает ухудшение качества мороженой рыбы по сравнению со свежей. Мясо рыбы становится сухим и жестким.

Степень денатурационных изменений белков при замораживании определяется условиями замораживания и, особенно, продолжительностью нахождения рыбы в интервале температур от криоскопической до -5°C , а также исходным состоянием сырья перед замораживанием. Для максимального сохранения свойств мяса рыбы при замораживании следует как можно быстрее проходить указанную температурную зону, при которой происходит максимальная денатурация белка.

Денатурационные изменения белков наряду с механическим повреждением мышечной ткани кристаллами льда оказывает влияние на потери сока при размораживании рыбы и ее влагоудерживающую способность.

Гидрофильные свойства мышечной ткани мороженой рыбы так же зависят от посмертного состояния. При замораживании рыбы в стадии посмертного окоченения влагоудерживающая способность снижается более значительно, чем при замораживании рыбы до наступления посмертного окоченения или сразу же после его разрешения.

При этом наблюдаются и более высокие потери мышечного сока и, как следствие, теряются растворимые белки, небелковые азотистые вещества, углеводы и их производные, минеральные соли и витамины, что приводит к ухудшению внешнего вида рыбы и ее консистенции.



Изменение биохимических и физико-химических свойств. Нуклеотиды

Существенную роль в формировании некоторых количественных показателей мяса рыб играют **нуклеотиды**. Это низкомолекулярные азотсодержащие соединения находятся в мышечной ткани, как в свободном состоянии, так и в составе нуклеиновых кислот.

Нуклеотиды отличаются друг о друга входящими в их состав азотистыми основаниями и различной степенью фосфорилирования (АТФ, АДФ, АМФ). Из всех нуклеотидов в наибольшем количестве в тканях содержится моно- ди- и три- фосфаты аденозина, остальные составляют 2 – 4% от содержания АТФ.

Трифосфаты это макроэргические соединения, которые непосредственно участвуют в механизме мышечного сокращения, а также посмертного окоченения. В большинстве работ отмечается особая роль нуклеотидов, как предшественников образования соединений, участвующих в образовании специфического вкуса и аромата.

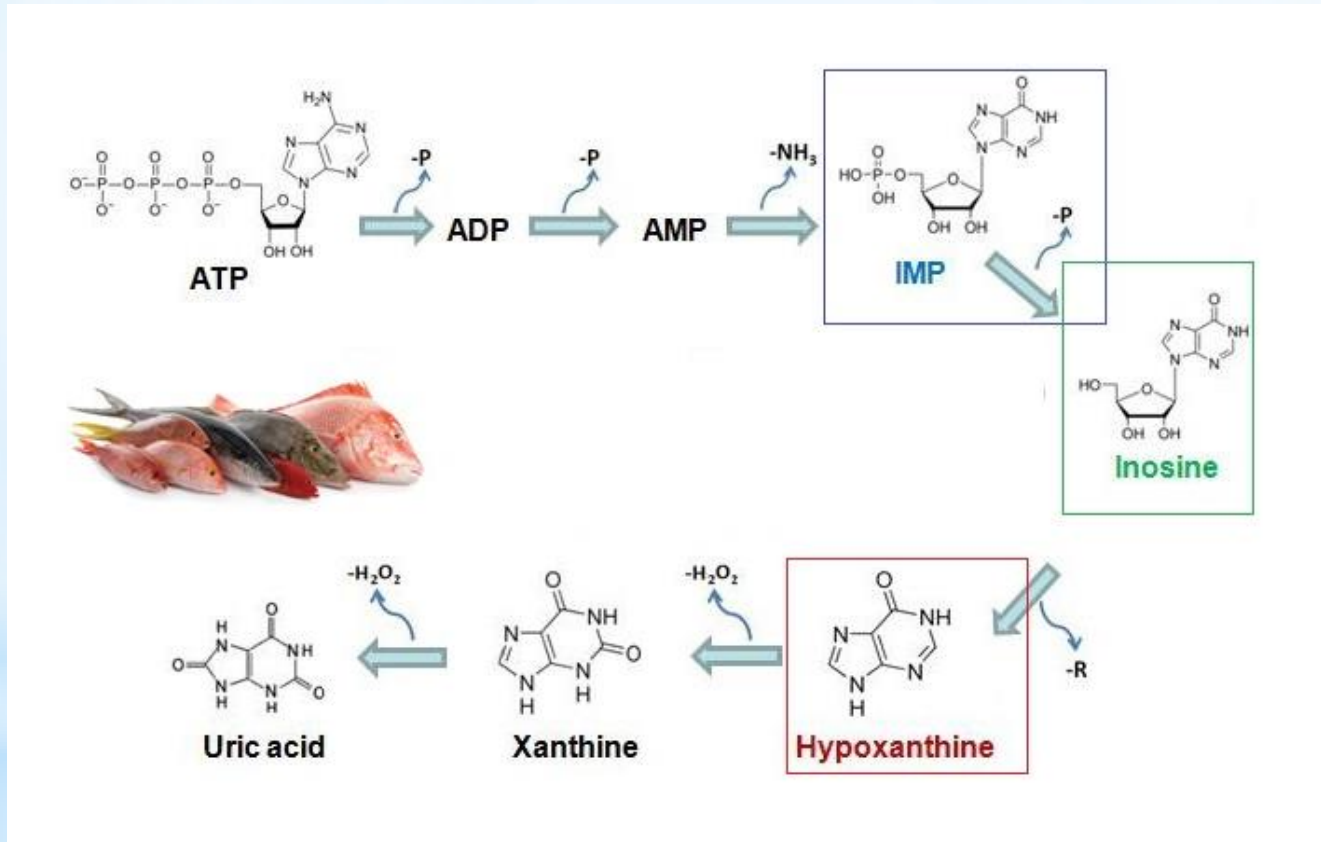
Полагают, что органолептические показатели мяса рыб улучшаются пропорционально увеличению концентрации в нем продуктов распада – инозина и гипоксантина. Однако, так же существует мнение, что накопление данных веществ обуславливает и его порчу, придавая мясу горький вкус. На этом основании **в Японии** создан индекс расчета свежести мяса – **индекс К**, который определяют по формуле:

$$\text{K-value (\%)} = \frac{\text{Ino} + \text{Hx}}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{Ino} + \text{Hx}} \times 100$$



Изменение биохимических свойств. Нуклеотиды

Процесс распада нуклеотидов в замороженной рыбе, аналогичен их распаду в охлажденном мясе рыб, но происходит медленнее.



В случае превышения значения К более 20% рыба не допускается к реализации потребителю.



Изменение биохимических свойств. Жиры

В состав липидов рыб входят: полиненасыщенные эссенциальные жирные кислоты (биологическая активность которых определяется местом расположения двойных связей и пространственной конфигурацией молекул), фосфолипиды (в виде протеолипидных комплексов составляя периферийную липидную оболочку клеток), фосфоглицериды, холинфосфолипиды (лецитины), этаноламинфосфолипиды (кефалины), фосфосерины, фосфатидокислоты, кардиолипины, фосфоинозиды, алкоксиглицериды, витамины группы D, E, K, F, каратиноиды.

В клетках жировой ткани триглицериды жирных кислот очень тонко диспергированы, в следствии чего они обладают крайне большой площадью взаимодействия с другими компонентами клеток. В зависимости от условий в липидах могут образовываться вещества, свидетельствующие об одновременном протекании процессов гидролитического расщепления (**гидролиза**) и **окисления** или преобладания одного из них.

Гидролиз жиров

Степень гидролитического расщепления липидов и его интенсивность зависит от вида рыбы, температуры и длительности хранения. В тощих рыбах как правило образуются до 50 % свободных жирных кислот (Св.ЖК) к общему количеству липидов. В более жирных рыбах гидролиз липидов протекает медленнее. Однако, при этом достаточно чётко проявляются особенности отдельных видов рыб – так, что при почти равном количестве общих липидов в идентичных условиях холодильного хранения интенсивность гидролиза липидов мольвы и сайды почти в два раза выше, чем гидролиза липидов ската.

Влияние температуры и длительности хранения на глубину гидролиза липидов исследовано лишь применительно к некоторым видам рыб (Пр.: треска балтийская и атлантическая) при этом выявлено, что снижение температуры хранения замедляет гидролиз, а увеличение продолжительности хранения, наоборот, сопровождается повышением содержания свободных жирных кислот.



Изменение биохимических свойств. Жиры

Гидролиз жиров

Так в липидах трески балтийской при -12°C 55 % свободных жирных кислот образуется через 28 суток хранения, а при -23°C хранения примерно столько же свободных жирных кислот зафиксировано через 420 суток хранения. Аналогичная тенденция наблюдается и при следующих температурных режимах: -14°C ; -22°C ; -29°C .



При относительной повышенной температуре хранения содержания Св.ЖК в начальный период быстро возрастает но достигнув определённого предела сохраняется почти на постоянном уровне. По мере снижения температуры интенсивность накопления Св.ЖК значительно снижается, а при достаточно низких температурах количество Св.ЖК медленно но повышается.

Образование Св.ЖК при холодильным хранении рыб свидетельствует и о способности липолитических ферментов проявлять свою активность и при достаточно низких температурах хранения. Сохранение активности таких ферментов при низкой температуре доказано экспериментально на примере мышечной ткани терпуга.



Изменение биохимических свойств. Жиры

Стоит отметить, что при холодильном хранении термически обработанной рыбы гидролитического расщепления не происходит вследствие инактивации липолитических ферментов при повышенных температурах.

Влияние гидролиза липидов на растворимость белка мышечной ткани рыб

Гидролитическому расщеплению липидов при холодильном хранении рыб сопутствует определённые изменения основного компонента мышечной ткани - белка. они выражаются в снижении его растворимости и ухудшении органолептических свойств мышечной ткани - развития жёсткости. Корреляция образования свободных жирных кислот и снижение растворимости актомиозинового комплекса впервые было выявлено в процессе хранения камбалы при -12°C .

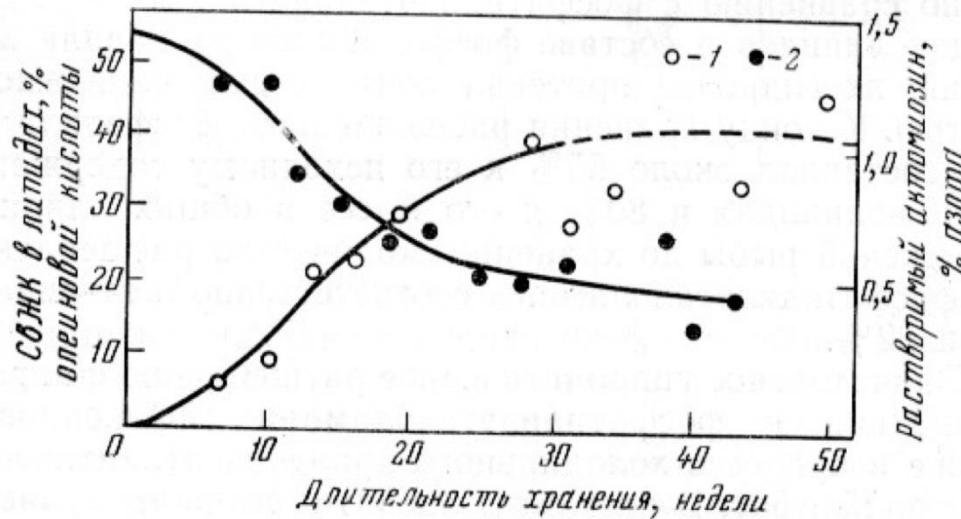


Рис. 26. Изменение содержания СвЖК 1 в липидах и растворимого актомиозина 2 в мышечной ткани камбалы во время ее хранения при минус 12°C .



Изменение биохимических свойств. Жиры

Накопление свободных жирных кислот в липидах при одновременном снижении растворимости белка зафиксировано и у пресноводных рыб. Многочисленные исследования этого весьма интересного и важного явления позволяют полагать, что белок теряет растворимость вследствие его взаимодействия или ассоциации со свободными жирными кислотами.

Механизм ассоциации белков со свободными жирными кислотами с образованием соответствующего комплекса полностью не изучены, но считают, что в этом комплексе участвуют неполярная часть цепей аминокислот и углеводородная тоже не полярная часть свободных жирных кислот, то есть эти связи гидрофобны.

По мере возрастания длительности хранения и образования названных протолипидных комплексов полярность растворителя снижается и условия для образования гидрофобных связи ухудшается. Такая концепция объясняет интенсивное снижение растворимости белка в первичный период хранения, одновременно становится понятным, что при более низкой температуре в присутствии меньшего количества свободной воды растворители быстрее оказывается менее полярным и в связи с этим образование гидрофобных связей затрудняется.

В малых жирных рыбах как, например, в терпуге, липиды диспергированы между миофибриллами в виде отдельных включений. Такое расположение триглицеридов позволяет им проявлять защитные действия, препятствуя взаимодействию белков со свободными жирными кислотами.

В очень жирной рыбе триглицериды расположены в депо вне клеток, а в клетках, вероятно, отсутствуют, что не позволяет им оказывать смягчающее влияние на денатурации белка в результате его взаимодействия со свободными жирными кислотами. Этим можно объяснить неустойчивость белка к денатурации у таких жирных рыб как акула и скумбрия.



Изменение биохимических свойств. Жиры

Окисление липидов

Окисление липидов во время хранения мороженой рыбы имеет очень важное значение, поскольку в большинстве случаев его качество снижается из-за их окислительной порчи.

Из имеющихся материалов об окислении липидов мороженых рыб следует, что характер изменения степени окисления и устойчивость липидов к развитию процессов окислительной порчи определяется видом рыбы, температурой и продолжительностью их хранения.

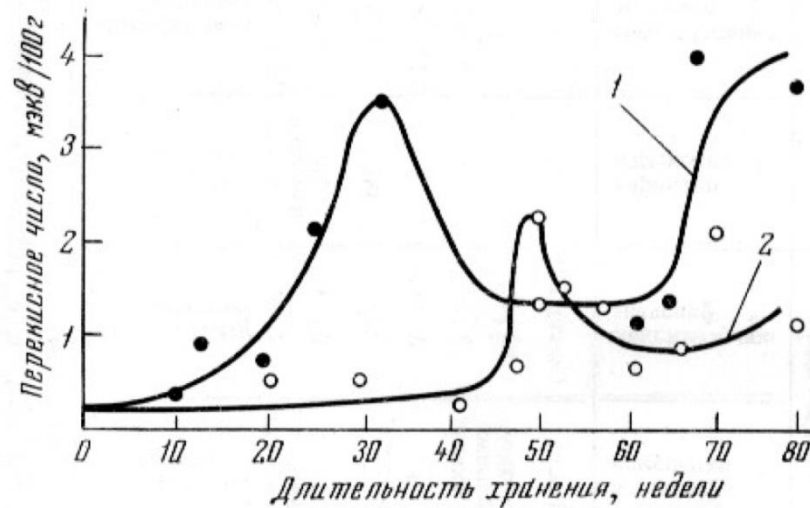


Рис. 37. Кривые изменения перекисных чисел липидов морского окуна в зависимости от температуры холодильного хранения:

1 — при минус 12° С; 2 — при минус 23° С.



Изменение биохимических свойств. Жиры

Степень окисления липидов различных видов рыб в зависимости от температуры их хранения

Рыба	Содержание липидов, %	Условия хранения		Перекисное число, % йода		Альдегидное число, мг % коричневого альдегида	
		температура, °С	длительность, сутки	характер изменения	максимальное значение	характер изменения	максимальное значение
Треска балтийская [71] (<i>Cadus morhua callarias</i>)	0,5	-12	350	Экстремальный	∞0,65	—	—
	—	-23	350	То же	∞0,65	—	—
Хек (<i>Merluccius merluccius</i>) ¹ [17]	1—1,5	-10÷-20	До 180	Не указан	0,3	Не указан	34 ²
Морской окунь [70] (<i>Sebastes marinus</i>)	3,5	-12	560	Экстремальный	~0,45	—	—
	—	-23	500	То же	~0,32	—	—
Окунь (<i>Sebastes alutus</i>) ¹ [17]	2,5—	-10÷	До 240	Не указан	0,25	Не указан	11,6 ²
	4,0	-20					
Камбала-ерш (<i>Hippoglossoides platessoides</i>) [69]	1,5	-12	280	»	Около 0,26	—	—
Тюлька (<i>Clupeonella delicatula delicatula</i>) [39]	13 и 20	-18	75	Рост	Около 0,1	Рост	Около 1,5 ²
Пресноводная рыба отряда сельдеобразных (<i>C. Clupeiformis</i>) [51]	3,8	-10	102	Экстремальный	0,85	—	—
Снек (<i>Thyrsites atun</i>) ¹ [17]	До 5,5	-10÷-20	До 120	Не указан	0,3	Не указан	19 ²
Ставрида круглая (<i>Decapterus punctatus</i>) ¹ [17]	7—12	-10÷-20	До 180	То же	0,17	»	12,4 ²
Сардинелла (<i>Sardinella spp.</i>) [26]	—	-18	Около 140	Не указан	0,46	Не указан	21,6 ²
Сериола (<i>Seriola dumerili</i>) ¹ [17]	10—14	-10÷-20	До 240	»	0,04	Не указан	7,3 ²



Изменение биохимических свойств. Жиры

Окисление липидов

Применение низких температур хранения мороженых рыб задерживает развитие процессов окисления липидов и способствует лучшей сохранности их пищевой ценности поскольку замедляет распад биологически активных жирных кислот. Степень окисления липидов рыб в процессе холодильного хранения, безусловно, зависит от исходного содержания продуктов окисления.

Термическая обработка рыбы способствует большей устойчивости липидов к окислению процессе последующего холодильного хранения. Полагают, что окисление свободных жирных кислот идёт через образование комплекса с гидроперекисями, который, затем разлагается с образованием двух свободных радикалов вследствие разрыва связи $-O-O$ гидроперекиси. Образовавшиеся свободные радикалы инициирует процесс окисления по обычному цепному механизму свободно-радикальных реакции.

Стоит отметить, что присутствие гемотиновых (гемоглобин и другие белки, содержащие железо-порфирин) катализаторов способствует повышению концентрации свободных радикалов, а следовательно и ускоренному развитию процессов окисления. Этот процесс оказывает денатурирующее действие окисляющихся липидов на белки, обусловленное образованием полимеров.

В заключение можно утверждать, что по мере понижения температуры хранения замороженной рыбы процессы окисления и гидролиза жиров снижаются, однако, увеличивающаяся при этом продолжительность хранения, оказывает негативное действие на сохранность как белков, так и жиров, обуславливает развитие окисления и гидролиза, что негативно влияет на качество мороженой продукции. Поэтому при выборе рациональных режимов холодильного хранения стоит ограничивать продолжительность хранения, а также использовать низкие температуры хранения.



Изменение физико-химических свойств

К физико-химическим изменениям относятся **усушка, изменение цвета и гистологической структуры.**

При хранении мороженой рыбы всегда существует разность давлений водяного пара над поверхностью рыбы и окружающей воздушной среды холодильного помещения. Разность давлений обуславливает испарение влаги с поверхности рыбы и, как следствие этого, перемещение ее из внутренних слоев рыбы к поверхности, т. е. внутреннюю диффузию.

В результате испарения влаги происходит **усушка рыбы**, которая зависит от ее вида и химического состава, свойств и размера, вида упаковки, температуры и продолжительности хранения, способа укладки и расположения в камере или трюме, системы охлаждения, холодильного помещения, степени его загрузки, величины теплопритоков и др. Усушке подвергаются в основном поверхность рыбы и близлежащие слои мышечной ткани.

Цвет мяса рыбы, обезвоженного в процессе холодильного хранения, изменяется. Оно становится губчатым, а после размораживания и тепловой обработки - сухим и волокнистым.

Степень усушки и качественных изменений при этом зависит от температуры хранения и диапазона ее колебаний. С понижением температуры хранения усушка мороженой рыбы уменьшается: при хранении мороженой рыбы при температуре -30°C усушка в 3 раза меньше, чем при -18°C . Понижение температуры хранения с -30 до -40°C сопровождается уменьшением усушки на 0,013% каждый месяц хранения.

Эффективными способами снижения усушки мороженой рыбы являются: понижением температуры хранения, глазирование с применением водорастворимых полимерных материалов, а также упаковка в газопаронепроницаемые пленки.

При продолжительном хранении в мышечной ткани мороженой рыбы происходят структурные изменения, которые обусловлены **перекристаллизацией влаги**: число крупных ледяных кристаллов увеличивается; мелкокристаллическая структура превращается в крупнокристаллическую.

Чем продолжительнее хранение мороженой рыбы и неустойчивее температура, тем больше размеры кристаллов льда в ее тканях. При этом **целость мышечных волокон нарушается**, что приводит к большим потерям тканевого сока при размораживании и, следовательно, к ухудшению качества рыбы.



Применение холода

Способы холодильной обработки

Охлаждение

Охлажденная пищевая рыбная продукция - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, подвергнутые процессу охлаждения, не достигая температуры заморзания тканевого сока, а также продукция из них, подвергнутая процессу охлаждения до температуры в толще продукта не выше 5°C;

[ТР ЕАЭС 040/2016]

Переохлаждение

Переохлаждение (глубокое охлаждение, сверхохлаждение) представляет собой процесс холодильной обработки, обеспечивающий понижение температуры рыбы (на 1-2 °С), а в некоторых случаях и значительно ниже криоскопической температуры без фазового превращения воды в лёд.

[Харенко Е.Н., Архипов Л.О., Яричевская Н.Н. // Труды ВНИРО.– 2019.– Т 176.– С. 81-94.]

Подмораживание

Подмороженная пищевая рыбная продукция - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, подвергнутые процессу замораживания до температуры на 1°C или 2°C ниже температуры заморзания тканевого сока внутри них;

[ТР ЕАЭС 040/2016]

Замораживание

Мороженая пищевая рыбная продукция - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, в том числе продукция из них, подвергнутые процессу замораживания до температуры в толще продукта не выше минус 18°C;

[ТР ЕАЭС 040/2016]



Технологии охлаждения

Существующие в настоящее время способы охлаждения рыбы можно разделить на три основные группы:

- охлаждение льдом

Для охлаждения свежельвленной рыбы и беспозвоночных широко применяется лед. Существует много разновидностей льда, различающихся размером и формой кусочков, температурой и другими признаками (кусковой или дробленый лед, трубчатый лед, чешуйчатый и пористый).

- охлаждение в водной среде

В промысловых условиях и на береговых предприятиях широко практикуется охлаждение рыбы и других объектов промысла в охлажденной морской воде (ОМВ) или в 2,0-4,0%-ном солевом растворе. Охлаждение в холодной жидкой среде производится путем погружения (или орошения).

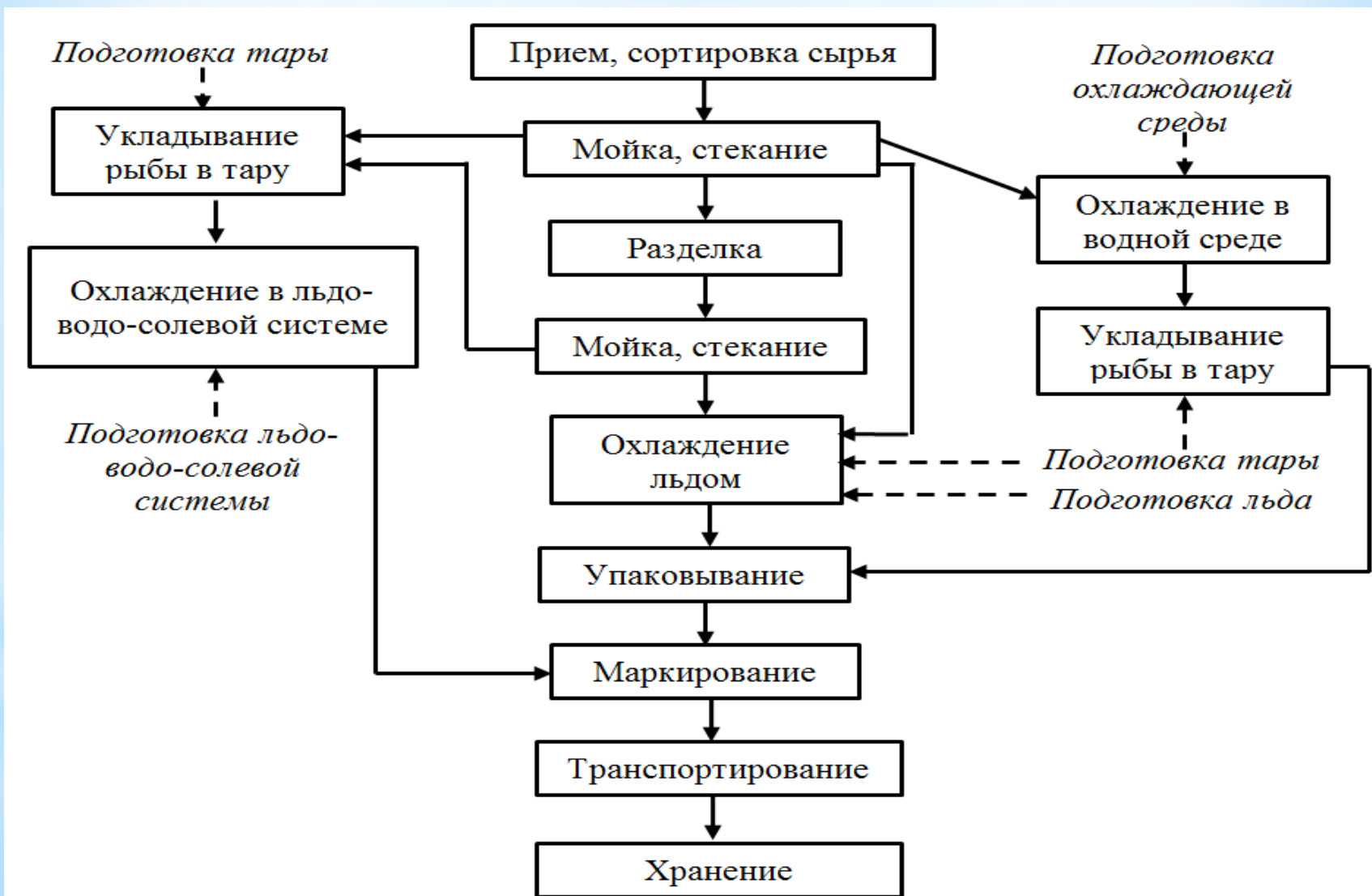
- льдо-водо-солевых системах

Процесс охлаждения в льдо-водяных (рассольных) системах представляет интерес как в России, так и за рубежом. Подобные системы имеют различные названия – бинарный лед, ледяная суспензия, ледяное тесто, текучий лед, ледяная шуга, гелеобразный лед, жидкий лед, Binary ice, Ice-Tech, Flo-ice, Liquid ice и др. Обобщенным названием представленных выше охлаждающих сред является льдо-водо-солевая система.

Льдо-водо-солевая система (ЛВС) – суспензия с содержанием льда от 10 до 70 % и размерами кристаллов не более 0,1 мм. Принцип изготовления льда заключается в охлаждении прокачиваемой через льдогенераторы морской воды или 3%-го солевого раствора до температуры кристаллизации, что является значительным отличием от подобных систем, принцип действия которых основан на смешивании ОМВ и чешуйчатого льда.



Технологическая схема производства охлажденной рыбной продукции





Технологии охлаждения сырья водного происхождения

В производстве охлажденной рыбы используются льдогенераторы различных конструкций для выработки кускового, чешуйчатого, дробленого и др. льда, а также льдо-водо-солевых систем (жидкого льда/бинарного льда).

Сроки хранения: при температуре от 0°C до минус 2°C : лед - не более 7-12 суток, при температуре от минус 2°C до минус 3°C : ЛВС - не более 20 суток.





Льдогенераторы

Льдогенераторы чешуйчатого льда («Brema», «Buss», «Scotsman», «Simag»)

Принцип действия льдогенераторов чешуйчатого льда: при работе льдогенератора вода самотеком поступает во внутреннюю часть цилиндра испарителя, в результате чего на внутренней стенке цилиндра, охлаждаемой хладагентом, образуется лед. Лед, намерзший на стенке цилиндра, соскребается шнеком, приводимым в действие электродвигателем, и переносится в верхнюю часть цилиндра, где он подпрессовывается, дозамораживается, колется и направляется в бункер через выходное окно.

Льдогенераторы кускового льда

Этот вид холодильного оборудования представляет собой установки периодического действия. Поверхность испарителя у них имеет ячеистую структуру (в этом случае в зависимости от формы ячейки лед получается в виде кубиков, конусов, пирамидок различного размера) или снабжена штырьками для производства полых внутрицилиндрических кусков льда – так называемых «пальчиков» или «пулек». Вода через систему форсунок под давлением распыляется на испаритель, где замерзает. Как только пластина льда достигает требуемой толщины, включается система оттаивания и готовый лед падает с испарителя в накопительный термоизолированный бункер, где может храниться в течение нескольких часов. Специальный датчик автоматически прекращает работу оборудования, когда бункер полностью заполняется льдом.

Льдогенераторы льдо-водо-солевых систем (ЛВС) («Sunwell», «Optimar», «Ziegra», «Фабрика холода»)

Принцип действия льдогенераторов ЛВС основан на охлаждении до температуры кристаллизации прокачиваемой через льдогенераторы морской воды либо 3%-ного раствора соли. В результате чего ЛВС имеет гелеобразную структуру, состоящую из мелких кристаллов льда размерами не более 0,1 мм, что позволяет подавать охлаждающую среду к местам потребления по трубопроводам с помощью водяных насосов.



Технологии охлаждения



Обработка льдом



Охлажденная рыба



Технологии замораживания

Применяемые способы замораживания делят на 3 основные группы:

- **замораживание в естественных условиях** (на открытом воздухе в зимний период) при температуре воздуха не выше минус 15°C . Этот способ наиболее приемлем для районов Севера;
- **сухое (воздушное) замораживание** осуществляется в морозильных камерах холодильников при температурах $-25\text{...}-35^{\circ}\text{C}$. Продолжительность замораживания зависит от размера рыбы, температуры воздуха в камере, степени ее загрузки, скорости движения воздуха. При температуре внутри камеры -30°C и скорости движения воздуха $4\text{-}4,5$ м/с рыба толщиной слоя $60\text{-}70$ мм замораживается за $2,5\text{-}3$ ч.

В настоящее время широко используется способ интенсивного воздушного замораживания рыбы в блок-формах. Рыба, попадая из разгрузочного бункера в блок-формы, по пути в морозильную камеру подпрессовывается стальной лентой, расположенной выше транспортера. Процесс замораживания начинается одновременно с формированием блоков.

- **замораживание в жидких средах** осуществляется как при контакте с холодной жидкой средой – в растворах поваренной соли, охлажденных до температуры минус 21°C , или в льдосоляной смеси (контактное замораживание), так и без прямого контакта продукта с жидкой средой (бесконтактное замораживание).

В качестве рассола могут быть использованы растворы солей хлористого кальция, хлористого магния. При их использовании рассол можно охлаждать до температур $-40\text{...}-45^{\circ}\text{C}$, а при использовании поваренной соли только до -20°C .

Рыбу могут замораживать поштучно, россыпью, блоками в специальных формах.

Температура продукта на выходе из морозильных камер должна быть не выше -18°C .



Технологии замораживания

Мороженая продукция - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, в том числе продукция из них, подвергнутые процессу замораживания до температуры в толще продукта не выше минус 18 °С.



Замораживание рыбы осуществляется как на промысловых судах, так и в условиях береговых предприятий, как правило, при температуре минус 36-40°С.



Технологическая схема производства мороженой рыбной продукции



Глазирование

В целях торможения окислительных процессов в жирах, глубокого обезвоживания и усушки мороженую рыбу выпускают глазированной, т.е. покрытой тонкой ледяной корочкой.

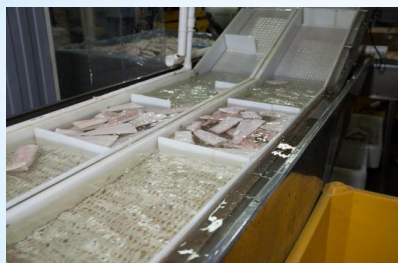
Глазированием называется процесс намораживания на поверхность рыбы или блоков рыбы тонкой ледяной корочки.

Замороженную рыбу глазируют погружением в предварительно охлажденную до 1-3 °С пресную или обеззараженную морскую воду (иногда с добавлением антисептиков). Для продукции из рыбы масса глазури не должна превышать 5 %. Могут быть использованы специальные защитные покрытия: поливиниловый спирт (ПВС), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), сорбиновая и лимонная кислоты, глицерин, антисептики.

Требования к упаковке: в каждой упаковочной единице должна быть рыба одного наименования, сорта, одной размерной группы, одного вида разделки и одной потребительской тары.

Сроки и условия хранения

Сроки хранения мороженого филе, глазированного в блоках, при температуре не выше минус 18 °С с даты изготовления: филе минтая глазированного в блоках - 12 мес.; филе из карася, линя, окуня, сазана, сома, судака глазированных в блоках или поштучно - 10 мес; филе тресковых и океанических рыб - 5 мес; филе морского окуня, зубатки, палтуса - 6 мес; филе ставриды, скумбрии и сардин - 4 мес.





Рекомендуемый срок годности мороженой рыбы

ГОСТ 32366-2013

Вид мороженой продукции	Срок годности, мес, не более, при темп-ре не выше	
	минус 18 °С	минус 25 °С
1 Лососевые рыбы	от 3 до 10	от 5 до 11,5
2 Осетровые рыбы	от 7 до 12	9
3 Сиговые рыбы	от 6 до 8	от 7 до 10
4 Пресноводные рыбы:	от 6 до 8	от 7 до 10
4.4 Мелочь первой группы (подуст):	от 6 до 8	от 7 до 10
4.5 Мелочь второй группы	4	-
4.6 Мелочь третьей группы	от 6 до 8	от 7 до 10
5 Морские рыбы:		
5.1 Калкановые	от 6 до 8	10
5.2 Камбаловые	от 5 до 8	от 7 до 10
5.3 Кефалевые	8	10
5.4 Макрелешуковые (скумбрешуковые)	от 2 до 3	от 5 до 7
5.5 Мерлузовые	от 4 до 8	от 6 до 10
5.6 Налимовые	от 4 до 8	от 6 до 10
5.7 Нототениевые	от 6 до 8	от 8 до 10
5.8 Сельдевые	от 7 до 8	от 9 до 10
5.8.2. Сардина тихоокеанская (иваси):	от 1 до 4	от 5 до 6
5.9 Скорпеновые	от 5 до 9	11,5
5.10 Скумбриевые	от 2 до 8	от 2,5 до 10
5.11 Ставридовые	от 5 до 18	от 8 до 12
5.12 Тресковые	от 4 до 18	от 8 до 11,5
5.13 Рыбы других семейств и видов	от 3 до 10,5	от 5 до 10



Технологии замораживания беспозвоночных

Промысловое значение имеют более 800 видов беспозвоночных, среди которых для производства мороженой продукции наиболее широко используются ракообразные (креветки, крабы); головоногие моллюски (кальмары, осьминоги), брюхоногие моллюски (трубачи) и двустворчатые моллюски (гребешки, мидии); иглокожие (трепанги, кукумарии, морские ежи).





Технологии замораживания беспозвоночных

Замораживание беспозвоночных осуществляется как на промысловых судах, так и в условиях береговых предприятий, при этом к сырью, направляемому в переработку, предъявляются определенные требования.

Так, для производства мороженой продукции используются:

- *крабы* – только самцы промыслового размера, обязательно в живом виде;
- *креветки* – живые, уснувшие, но не позднее, чем через 4-6 ч после вылова без изменения цвета и консистенции мяса; охлажденные с подогнутой и прижатой к телу хвостовой частью (шейкой), светлыми и прозрачными глазами и чистым панцирем;
- *головоногие моллюски (кальмары, осьминоги)* – сырец и охлажденные со сроком хранения не более 2 суток;
- *брюхоногие моллюски (трубачи)* – живые особи промыслового размера;
- *двустворчатые моллюски (гребешки, мидии)* – живые и сырец;
- *иглокожие (трепанги, кукумарии, морские ежи)* – живые.

В зависимости от глубины переработки ассортиментом мороженой продукции являются: **сыро-, варено-мороженые целые или разделанные беспозвоночные.**



Особенности производства мороженой продукции из крабов

При приемке живого краба производят его рассортировку по массе и внешнему виду. При изготовлении целого краба удаляют абдомен и внутренности.

Разделяют крабов отделив конечности от карапакса с удалением абдомена и внутренностей. Зачищенные от жабр конечности промывают и комплектуют отдельными партиями. Комплекты конечностей, предназначенные для производства сыро-мороженой продукции, дополнительно обескровливают, выдерживая в чистой проточной воде.

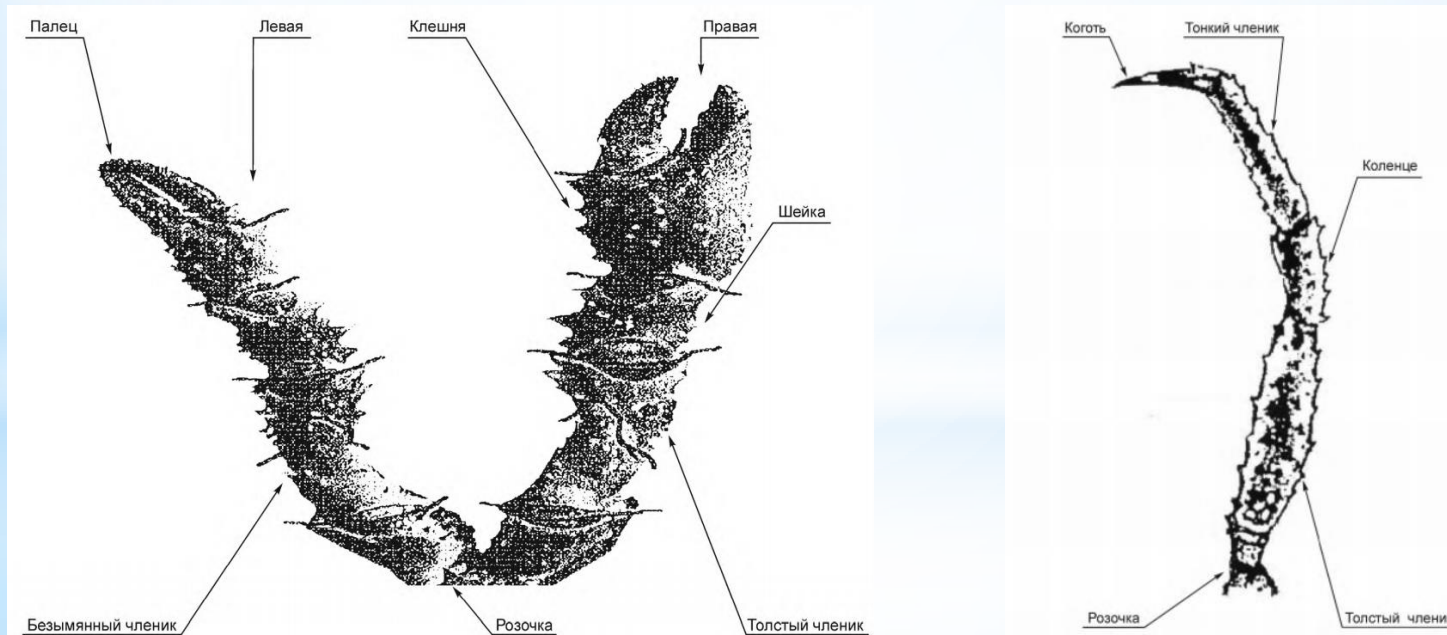


Схема рубки конечностей крабов



Мороженая продукция из крабов

Конечности, предназначенные для изготовления варено-мороженой продукции, направляют на варку в кипящей морской или пресной воде, после чего быстро охлаждают. Время варки и охлаждения зависит от вида и размера крабов и в каждом конкретном случае устанавливается в соответствии с требованиями технической документации.

Обескровленный или вареный полуфабрикат тщательно промывают, удаляя остатки внутренностей и других загрязнений, оставляют на стекание, после чего направляют на замораживание. В случае изготовления мяса краба вареные конечности отделяют друг от друга и разделяют на требуемые виды разделки.

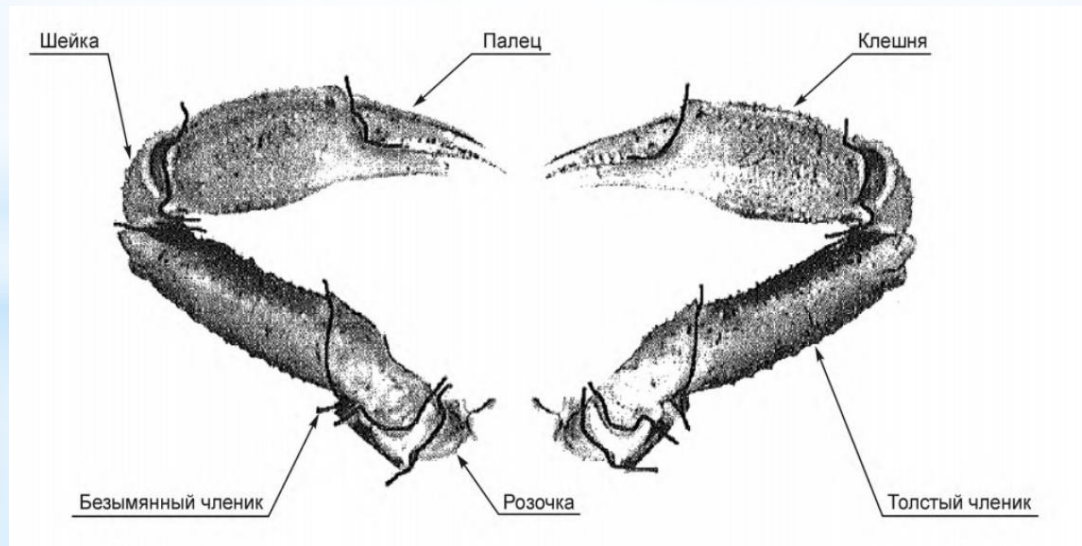


Схема рубки конечностей крабов



Разделка крабов перед замораживанием





Мороженая продукция из крабов

В зависимости от типа применяемого морозильного оборудования продукцию производят с использованием воздушного (сухого) или рассольного способа замораживания. При сухом способе продукцию замораживают в скороморозильных аппаратах с искусственной циркуляцией воздуха, при контактном рассольном способе – в растворе пищевой поваренной соли.

Технологические режимы замораживания (как правило температура охлаждающей среды минус 36-40°C) должны обеспечивать температуру в толще продукции при выгрузке из морозильных установок не выше минус 18°C.

Замороженные комплекты конечностей обычно рассортировывают по массе и внешнему виду на следующие весовые категории: 4L – 1100 г и более; 3L – 900-1100 г; 2L – 700-900 г; L – 500-700 г; M – 300-500 г.

После рассортировки крабовую продукцию глазируют орошением или погружением в чистую воду (обеззараженную морскую воду при рассольном замораживании и пресную воду при воздушном замораживании). Глазурь должна быть в виде ледяной корочки, равномерно покрывающей поверхность крабовой продукции в панцире или блока мяса краба и не должна отставать при легком постукивании.

Готовую продукцию упаковывают, маркируют и отправляют на хранение.

Рекомендуется хранить крабы варено-мороженые при температуре не выше минус 18 °С не более 14 мес.





Мороженая продукция из креветок

Выловленных креветок тщательно моют и очищают от посторонних примесей. В зависимости от вида разделки различают: креветки целые (неразделанные); шейка в панцире с кишечником или без него; шейка без панциря и внутренностей; очищенное мясо.

Разделяют креветку вручную, удаляя головогрудь в месте сочленения ее с шейкой, рассортировывают по цвету и размерным группам и комплектуют отдельными партиями, после чего креветки, предназначенные для производства сыро-мороженой продукции, направляют на замораживание в скороморозильных аппаратах.



Виды разделки креветок: 1 – креветка целая; 2 – шейка в панцире; 3 – шейка без панциря; 4 – шейка без панциря с удаленным кишечником



Сыро-мороженая продукция из креветки



Мороженая продукция из креветок

Креветки, предназначенные для изготовления варено-мороженой продукции, направляют на варку в кипящей морской или пресной воде, после чего быстро охлаждают. Окончание времени варки определяют по появлению на панцире креветок белых пятен.

Вареные креветки комплектуют отдельными партиями, очищенное мясо креветок промывают в чистой воде, обсушивают и направляют на замораживание в скороморозильные аппараты, при температуре минус 40 °С креветка замораживается до температуры не выше минус 18°С.





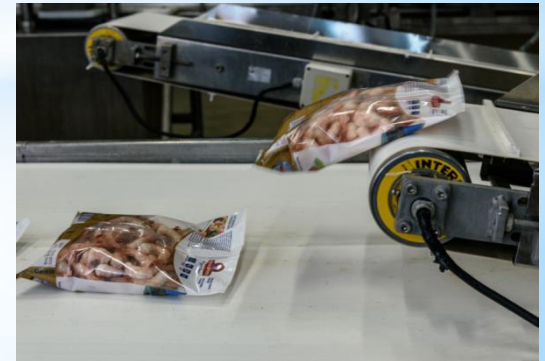
Мороженая продукция из креветок

Мороженые креветки глазируют орошением или погружением в чистую пресную воду. Далее готовую продукцию упаковывают, маркируют и отправляют на хранение.

Транспортируют варено-мороженые креветки при соблюдении следующих температурных режимов: - при температуре не выше минус 18 °С в рефрижераторных судах; при температуре от минус 15 °С до минус 18 °С и ниже - в рефрижераторных вагонах и автомобилях.

Хранят креветки при температуре минус 18 °С с даты изготовления от 4 до 6 месяцев (сыромороженные глазированные и неглазированные; варено-мороженые глазированные и неглазированные).

При температуре не выше минус 25 °С с даты изготовления хранят от 7 до 10 месяцев (глазированные и неглазированные, замороженные россыпью или блоками, варено-мороженые неглазированные, замороженные россыпью или блоками, с последующим упаковыванием в потребительскую тару).





Мороженая продукция из креветок

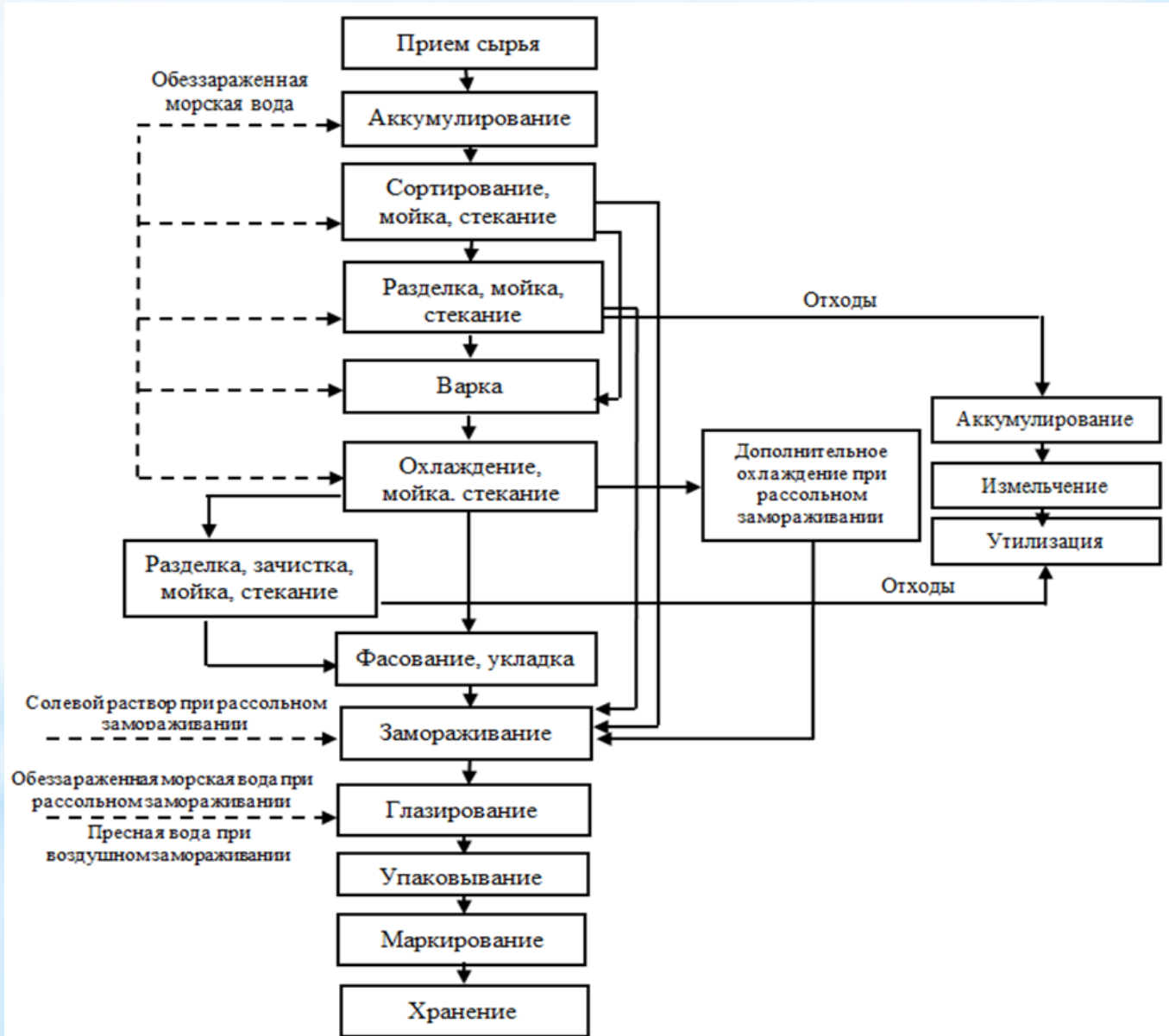
На этикетке должно быть указано: наименование креветок, район промысла (добычи), производитель и цифры, обозначающие количество креветок в 1 кг. Например, 80-100, это мелкие креветки, а 70-90 более крупные.

Чем холоднее вода, в которой обитают креветки, тем они мельче и сочнее. Северные глубоководные креветки редко достигают размера 31/40.

Количество штук на 1 кг.	Пример
40-60	Креветки 40-60
50-70	Креветки 50-70
70-90	Креветки 70-90
80-100	Креветки 80-100
90-120	Креветки 90-120
90-140	Креветки 90-140
90+	Креветки 90+
100-200	Креветки 100-200
120+	Креветки 120+
140-160	Креветки 140-160
200-300	Креветки 200-300

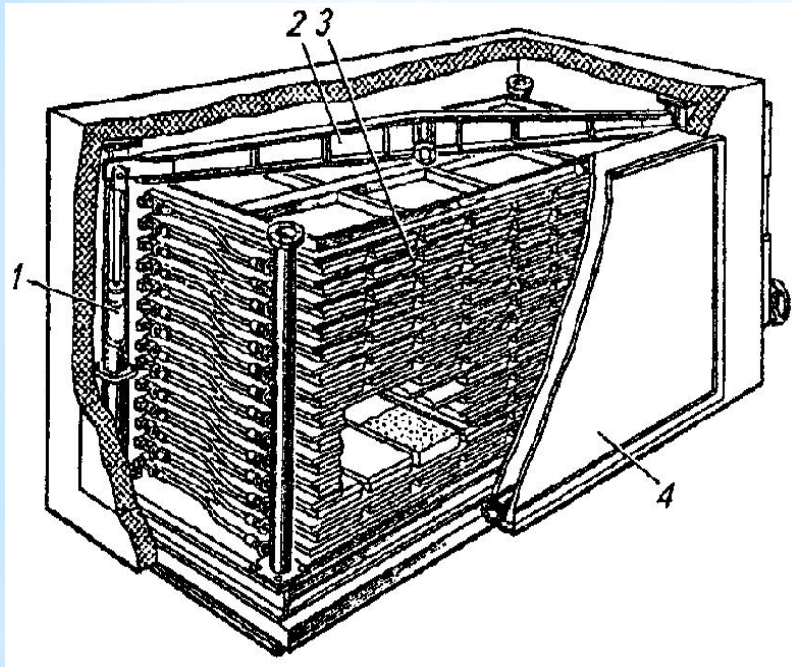


Технологическая схема производства мороженой продукции из беспозвоночных





Оборудование для производства мороженой продукции



Горизонтальная плиточная морозильная установка:

1 – гидроцилиндры; 2 – траверсы; 3 – плиты; 4 – шторы

В производстве замороженной рыбной продукции наибольшую популярность приобрели горизонтальные плиточные скороморозильные аппараты, температуры замораживания которых составляют минус 36-40°С. Чаще всего они используются для быстрой заморозки улова, а также в портовых складах для быстрой заморозки рыбы и дальнейшей его перевозки на производство.

Так популярны же аппараты вертикального типа замораживания.



Оборудование для производства мороженой продукции

Вертикальные морозильные аппараты предназначены для замораживания мелкой рыбы и креветок, а также фарша.

Продукт поступает в аппарат при помощи специального транспортера, после загрузки всех ячеек оператор прекращает подачу и закрывает аппарат, затем идет процесс замораживания, после которого оператор отключает охлаждение.

Выжидается некоторое время, чтоб продукт оттаял и отделился от стенок ячейки, после чего специальными механизмами идет его выгрузка из устройства и цикл можно повторять снова. Оборудование позволяет замораживание рыбы непосредственно на судне, благодаря чему судно может продолжать заниматься ловом, без необходимости срочной доставки рыбы в порт.

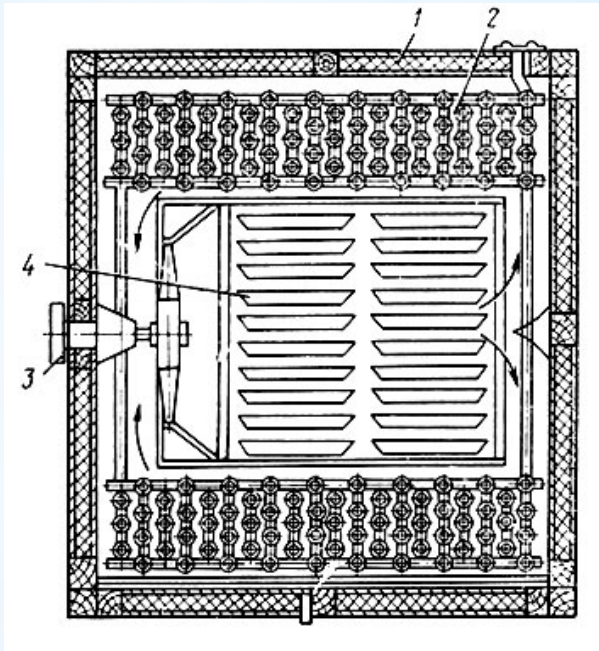
За счет обширной площади контакта охлаждающей плиты и объекта происходит интенсификация процесса замораживания, что позволяет за 2.2-2.4 часа понизить температуру в толще блока рыбы до температуры не выше минус 18°C.



**Морозильная установка
вертикального типа**



Оборудование для производства мороженой продукции



Морозильный аппарат шкафного типа

Морозильный аппарат шкафного типа: 1 - морозильный шкаф; 2 - охлаждающие батареи;
3 - вентилятор с электродвигателем; 4 - противни с продуктом

Морозильный аппарат шкафного типа представляет собой теплоизолированную камеру щитовой конструкции, в которую снизу и сверху вмонтированы два воздухоохладителя, состоящих из батареи непосредственного испарения аммиака, оребренных спиральной лентой.

Между воздухоохладителями расположен стеллаж, состоящий из полок, на которые устанавливают противни с рыбой. Полки расположены в 10 ярусов. Противни штампованные, алюминиевые. На передней стенке шкафа сделаны двустворчатые дверки для загрузки и выгрузки рыбы и два люка для доступа к воздухоохладителям. Рабочая температура минус 32°С



Качество и безопасность охлажденной и мороженой продукции

Качество и безопасность охлажденной и мороженой продукции, полученной из сырья водного происхождения, регламентируются следующими нормативными и техническими документами:

ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»

ГОСТ 814 «Рыба охлажденная. Технические условия»;

ГОСТ 32366 «Рыба мороженая. Технические условия»;

ГОСТ 17660 «Рыба специальной разделки мороженая. Технические условия»;

ГОСТ 17661 «Макрель, марлин, меч-рыба, парусник и тунец мороженые. ТУ»;

ГОСТ 20414 «Кальмар и каракатица мороженые. Технические условия»;

ГОСТ 20845 «Креветки мороженые. Технические условия»;

ГОСТ 32342 «Лососи тихоокеанские с нерестовыми изменениями мороженые. ТУ»;

ГОСТ 32005 «Мясо мидий варено-мороженое. Технические условия»;

ГОСТ 32744 «Рыба мелкая мороженая. Технические условия»;

ГОСТ 32910 «Сельдь мороженая. Технические условия»;

ГОСТ 21311 «Акулы мороженые для экспорта. Технические условия»;

ГОСТ 3948 «Филе рыбное мороженое. Технические условия»;

ГОСТ 30314 «Филе морского гребешка мороженое. Технические условия»;

ГОСТ 32006 «Филе трески без кожи подпрессованное мороженое. Технические условия»;

ГОСТ 21607 «Наборы рыбные для ухи мороженые. Технические условия»;



Качество и безопасность охлажденной и мороженой продукции

- ГОСТ 24645 «Паста белковая мороженая «Океан». Технические условия»;
- ГОСТ Р 51493-99 «Рыба разделанная и неразделанная мороженая. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51494 «Филе из океанических и морских рыб мороженое. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51495 «Кальмар мороженный. Технические условия»;
- ГОСТ Р 53847 «Рыба мелкая охлажденная. Технические условия»;
- ГОСТ Р 51496-99 «Креветки сырые, бланшированные и вареные мороженые. Технические условия»;
- ГОСТ Р 55505 «Фарш рыбный пищевой мороженный. Технические условия»;
- ГОСТ 1368 «Рыба. Длина и масса»;
- ГОСТ 7631 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей»;
- ГОСТ 7636 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа»;
- ГОСТ 31339 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб»;
- ГОСТ 31789 «Рыба, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Количественное определение содержания биогенных аминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»;
- СанПиН 2.3.4.050 «Производство и реализация рыбной продукции. Санитарные правила и нормы», а также технические условия и контракты.



Пороки охлажденной и мороженой рыбы

Пороки охлажденной и мороженой рыбы могут быть обусловлены качеством сырья, поступившего для замораживания, и технологией переработки.

- **Механические повреждения**, деформация (возникают при неправильно осуществленной механизации производства, погрузки и выгрузки рыбы, транспортировании, при замораживании ее навалом);
- **Ослабевшая консистенция мышечной ткани** (может быть обусловлена задержкой рыбы в орудиях лова или на палубе до ее охлаждения);
- **Лопанец** (возникает при ослаблении и разрушении тонких стенок брюшной полости под влиянием автолиза);
- **Высыхание** (возникает при значительной усушке мороженой рыбы, при этом она не только теряет цвет, но мясо приобретает сухую, жесткую, волокнистую консистенцию, аромат свежей рыбы исчезает. При высыхании в мясе развивается гидролиз жиров);
- **Изменение цвета, потемнение поверхности** (может возникать из-за денатурации белка. Красновато-коричневая окраска может появляться при плохом обескровливании рыбы);
- **Смерзание** (возникает в тех случаях, когда недомороженную или оттаявшую рыбу складывают для домораживания. Смерзание приводит к деформациям и поломкам рыбы);
- **Наличие постороннего запаха** (Кисловатый или гнилостный запах в жабрах - результат воздействия микрофлоры, следствие распада крови и слизи. Запах окислившегося жира, залежалый, складской, резкий «рыбный» запахи возникают при длительном хранении охлажденной и мороженой рыбы при высокой температуре, пониженной влажности и отсутствии глазури. В охлажденной и мороженой рыбе может появляться запах окислившегося жира, который возникает при хранении рыбы при повышенной температуре, при отсутствии упаковки и при плохом обескровливании рыбы в момент разделки, при длительном хранении выловленной рыбы без охлаждения).



Показатели безопасности охлажденной и мороженой рыбной продукции

Основные показатели безопасности		
Показатель	Характеристика	Использование
Токсичные элементы, мг/кг	Значения выше ПДУ: свинец 1,0; мышьяк 2,0 (тунец, меч-рыба, белуга); 1,0 (пресноводная); 5,0 (морская); кадмий 0,2; ртуть 0,3 (пресноводная нехищная), 0,6 (пресноводная хищная), 0,5 (морская); 1,0 (тунец, меч-рыба, белуга), медь 10; цинк 40	Не допускается к реализации
Гистамин, мг/кг	Более 100 (тунец, скумбрия, лосось, сельдь)	Не допускается к реализации
Нитрозамины, сумма НДМА и НДЭА, мг/кг	Более 0,003	
Пестициды, мг/кг	Значения выше ПДУ: гексахлорциклогексан (α -, β -, γ -метаболиты) 0,2 (морская рыба, мясо морских животных), 0,03 (пресноводная рыба); ДДТ и его метаболиты 0,2 (морская рыба), 0,3 (пресноводная рыба), 2,0 (осетровые, лососевые и жирная сельдь)	Не допускается к реализации
Полихлорированные бифенилы, мг/кг	Более 2,0	Не допускается к реализации
Радионуклиды, Бк/кг	Цезий 137 — более 130; Стронций 90 — более 100	
Микробиологические показатели		
КМАФАнМ, КОЕ/г	Значения выше ПДУ более 5×10^4	Не допускается к реализации
Масса продукта (г), в которой не допускается	Значения выше ПДУ: БГКП (колиформы) — 0,01, Staphylococcus aureus — 0,01, Патогенные м-мы, в т.ч. Salmonella — 25	

Рыбная продукция согласно **ТР ЕАЭС 040/2016** Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» считается непригодной для потребления людьми при следующем превышении уровня содержания общего азота летучих оснований (ОАЛО):

- 25 мг азота на 100 г мяса для видов семейства Scorpaenidae (скорпеновые);
- 30 мг азота на 100 г мяса для видов семейства Pleuronectidae (камбаловые), за исключением вида Hippoglossus spp. (палтус);
- 35 мг азота на 100 г мяса для других видов рыб.



Показатели безопасности охлажденной и мороженой рыбной продукции

Известно, что на поверхности охлажденной рыбы обычно от 1×10^2 до 1×10^4 клеток микроорганизмов на 1 см^2 (представители родов *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* и *Corynebacterium*, *Vibrio parahaemolyticus*).

В кишечнике рыбы от 1×10^5 до 1×10^8 клеток микроорганизмов на 1 г. При этом преобладает гнилостная микрофлора *Clostridium sporogenes*, *Cl. putrificum*, а также возбудители пищевых отравлений *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*.

При потрошении рыбы часто ее поверхностная обсемененность микрофлорой увеличивается. Только тщательная мойка рыбы после потрошения снижает число колониеобразующих единиц. При несоблюдении санитарных норм филетирование увеличивает обсемененность микроорганизмами тканей рыбы. Поэтому крайне важным является быстрое охлаждение рыбы.

Микрофлора рыбы большей частью гибнет при замораживании. Стойкость к замораживанию характеризуется наличием микрококков, которые сохраняются в мороженой рыбе в течение нескольких месяцев. Микрофлора в основном представлена бактериями родов *Mycobacterium*, *Mycococcus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*. Психрофильная микрофлора развивается при температуре минус 8-10 °С. *Penicillium* гибнет при минус 12-15 °С. Общая обсемененность мороженой рыбы составляет 10^4 - 10^5 КОЕ/г. В основном это дрожжи, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacteri*, *Aspergillus*, *Penicillium*.



Обеззараживание рыбы и рыбной продукции холодом

Важным аспектом безопасности рыбы и рыбной продукции является наличие паразитов. Для человека опасны лишь те гельминты, которые проходят окончательный цикл развития в организме человека: *сосальщик* (описторхис, клонорхис) – вызывающие заболевание описторхоз и клонорхоз; *ленточные* (широкий и др.) – вызывающие дифиллоботриоз.

Согласно СанПиН 3.2.3215-14 Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации, разделу VII. Мероприятия по профилактике гельминтозов, передающихся через рыбу, ракообразных, моллюсков, земноводных, пресмыкающихся и продукты их переработки, п.7.6. Обеззараживание рыбы и рыбной продукции осуществляется посредством замораживания, посола и тепловой обработки.

Режимы обеззараживания рыбы от личинок лентецов

Температура (минус °С) в теле рыбы	Виды рыб		
	Щука, налим, ерш, окунь	Кета, горбуша, кунджа, сима, сахалинский таймень	Пелядь, омуль, сиг, голец, муксун, чир, лосось, тугун, хариус, форель озерная
Время, необходимое для обеззараживания			
12	72 ч		60 ч
15		50 ч	
16	36 ч		
20			36 ч
22	18 ч		
26		16 ч	
27	12 ч		7 ч
30			6 ч



Обеззараживание рыбы и рыбной продукции холодом

(СанПиН 3.2.3215-14)

Обеззараживание рыбы и рыбной продукции осуществляется посредством замораживания от личинок **описторхид** и других трематод рыба обеззараживается при режимах замораживания, указанных в таблице.

Режимы обеззараживания рыбы от личинок описторхид

Температура в теле рыбы	Время, необходимое для обеззараживания
минус 40°C	7 часов
минус 35°C	14 часов
минус 28°C	32 часа

Морская рыба, ракообразные, моллюски, земноводные и пресмыкающиеся, содержащие живых личинок **анизакид** и других опасных для человека и животных гельминтов, обеззараживается замораживанием при показателях температуры в теле рыбы, времени действия этой температуры и последующих условиях хранения в соответствии с таблицей X.

Режимы обеззараживания морской рыбы от личинок анизакид и других опасных для человека и животных гельминтов

Температура в теле рыбы	Время действия температуры	Последующие условия хранения
минус 18°C	14 суток	Согласно действующим правилам хранения
минус 20°C	24 часа	Последующее хранение при температуре не выше минус 18°C в течение 7 суток. Далее согласно действующим правилам хранения
минус 30°C	10 минут	Последующее хранение при температуре не выше минус 12°C в течение 7 суток. Далее согласно действующим правилам хранения



Единая холодильно-технологическая цепь

Холодильная обработка рыбы необходима с момента ее вылова (на судах) до реализации ее потребителю. На протяжении всего пути должны поддерживаться соответствующие стабильные температуры производства, хранения и транспортирования, что обуславливает создание «Единой холодильно-технологической цепи» (ЕХТЦ), в которую входят суда, стационарные производственные холодильники, железнодорожный, авиа- и автомобильный рефрижераторный транспорт, холодильники и витрины торговой сети.

Каждое звено единой холодильной цепи является важной и неотъемлемой частью системы, обеспечивающей высокое качество и заданную хранимоспособность охлажденной, подмороженной, замороженной рыбной продукции на пути от производителя до потребителя.

На сегодняшний день проблема создания и обеспечения непрерывной холодильной цепи является одной из важнейших и приоритетных в рыбной отрасли.





Единая холодильно-технологическая цепь

Холодильные технологии хранения пищевых продуктов в настоящее время являются доминирующими и продолжают активно развиваться, так как позволяют наилучшим способом сохранить их нативные (или близкие к ним) свойства, обеспечить длительное хранение и транспортирование практически на любые расстояния при наличии развитой **ЕХТЦ**.

Отсутствие системного подхода к развитию **ЕХТЦ** как сложного технологического комплекса, включающего самостоятельные взаимовлияющие процессы обработки продукции холодом, процессы производства и транспорта охлаждающих сред к продукту, а также недостаток теоретических и практических исследований о закономерностях связей между параметрами процессов, протекающих в холодильно-технологических системах, обуславливают необходимость научных изысканий в этом направлении.

В настоящее время изготовители и сети (ритейл) заинтересованы в увеличении сроков годности продукции, следовательно, значимость холодильной цепи на всех этапах передвижения по ней продукции крайне важны. Также возрастает и степень ответственности за обеспечение необходимых для сохранения качества продукта режимов хранения.

Однако на сегодняшний день в нашей стране нет единой политики в отношении нормирования температурных режимов хранения **ВБР**.

Так же важным препятствием для создания **ЕХТЦ** является большая территориальная протяженность нашей страны. Удалённость рыбохозяйственных бассейнов (Дальневосточный и Северный рыбохозяйственные бассейны), которые обеспечивают около 74% всех производственных мощностей отрасли от основных регионов-потребителей, обуславливают необходимость длительного транспортирования рыбы до основных регионов потребителей.

Разработка единых требований к непрерывности работы холодильной цепи (температура, диапазоны, допустимые отклонения и т.д.) при обработке, хранении, транспортировании и потреблении продуктов, а так же развитие транспортно-логистической цепи в стране являются приоритетными задачами, которые будут способствовать получению пищевой продукции с высокими качественными характеристиками и пролонгированными сроками хранения.



Заключение



Применение современного холодильного оборудования на рыбоперерабатывающих предприятиях и судах дает возможность ускорить процессы охлаждения и замораживания рыбы, повысить качество вырабатываемой продукции.

Если проводить сравнение по перспективам развития технологий охлаждения и замораживания рыбы, то явное преимущество имеет замораживание за счет более длительных сроков хранения продукции.

Для дальнейшего развития холодильной индустрии в рыбной отрасли необходимо:

- модернизация холодильного оборудования с учетом производственных потребностей, что особенно важно в судовых условиях;
- разрабатывать новые и совершенствовать имеющиеся способы замораживания для сохранения и повышения качества замороженных продуктов, увеличения скорости замораживания и эффективности использования холода, поскольку процессы замораживания являются крайне сложными и не лишены негативного воздействия на качество замораживаемых продуктов;
- создание единой холодно-технологической цепи, которая будет обеспечивать сохранение высоких качественных показателей и заданных сроков хранения рыбной продукции;



Список литературы



1. Белозеров Г.А., Медникова Н.М., Пытченко В.П., Серова Е.Н., Харенко Е.Н., Артемов Р.В. Исследование процесса охлаждения рыбы с использованием бинарного льда // Холодильная техника. - 2012. - № 6. – С. 37-41.
2. Бредихин С.А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств. – М.: КолосС, 2005. – 464 с.
3. Константинова Л.Л., Дубровин С.Ю. Сырье рыбной промышленности // СПб.: ГИОРД, 2005. - С. 209-213.
4. Справочник технолога рыбной промышленности. Т. 2 / Под ред. В.М. Новикова. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 464 с.
5. Быков В. П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. М.: ВО Агропромиздат. 221 с. – 1987.
6. Харенко Е. Н., Артемов Р. В. Оборудование и технологии охлаждения и замораживания рыбы. Основные проблемы холодильной обработки рыбного сырья //Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2010. – №. 4. – С. 5-9.
7. Харенко Е. Н. и др. Перспективы использования жидкого льда для производства охлажденной рыбопродукции. – Изд-во АтлантНИРО, 2007.
8. Ржавская Ф. М. Жиры рыб и морских млекопитающих. – Изд-во" Пищевая промышленность", 1976. – 475 с.
9. Шаробайко В. И. Биохимия продуктов холодильного консервирования //М.: Агропромиздат. – 1991. – Т. 255.

Контакты

Адрес: 107140, г. Москва, В. Красносельская, 17

Сайт: <http://vniro.ru>



————— **ВСЕРОССИЙСКИЙ** —————
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ