

Практическое занятие

ПАРАМЕТРЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ (НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ) ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

1. Общие сведения

Основной причиной порчи сырья и готовой продукции является развитие на их поверхности микроорганизмов и действие протеолитических и липолитических ферментов. Микроорганизмы и ферменты воздействуют на белки и жиры и разлагают их на составные части (аминокислоты, жирные кислоты и продукты их распада), что вызывает размягчение консистенции сырья или продукции, появление неприятного запаха. Большинство гнилостных микроорганизмов прекращают свое развитие при температуре, близкой к 0 °С, а при температуре около 8 °С снижается и активность ферментов.

Сущность охлаждения состоит в быстром снижении температуры сырья до минус 1 °С в центре туши, рыбы, блока масла и т. и., а затем последующем хранении при температуре 0 - минус 1 °С (начало замерзания тканевого сока). В этих условиях существенно снижается активность тканевых ферментов, а у большинства микроорганизмов, в том числе у многих видов гнилостных бактерий, резко замедляется или совсем прекращается жизнедеятельность. Однако в охлажденной продукции продолжают идти ферментативные процессы. Микроорганизмы медленно развиваются, в результате чего через некоторое время продукция начинает портиться. Следовательно, охлаждение ведет к замедлению, но не к прекращению процессов порчи охлажденного сырья. Срок хранения охлажденной продукции составляет от 36 ч до 15-20 суток.

Способы охлаждения подразделяются в зависимости от применяемого хладагента, в качестве которого чаще всего используют воздух, лед, воду, растворы солей, пары жидкого азота.

Охлаждение воздухом производят в аппаратах с усиленной циркуляцией воздуха при минус 3 °С и влажности 95-98 %. Предварительно продукцию раскладывают на специальных стеллажах или подвешивают на рамах, перемещающихся на роликах по подвесным путям.

Охлаждение в жидких средах осуществляют путем погружения сырья или продукта в охлажденную до 0 °С воду или растворы хлористого натрия и хлористого кальция (соотношение раствора и продукта составляет 1: 1-1 :3). Чем ниже температура раствора, тем быстрее охладится продукт. Чтобы не произошло частичного замораживания сырья при использовании низкотемпературных охлаждающих растворов (минус 10 - минус 15 °С), используют специальные расчетные формулы, учитывающие соотношение продукта и раствора, их начальные температуры, с тем чтобы в конце процесса охлаждения образовалась равновесная система с температурой 1 - минус ГС. Преимуществом охлаждения в жидких средах является более высокая по сравнению с охлаждением воздухом скорость понижения температуры продукта, а недостатком - возможность просаливания поверхностных слоев продукта.

Охлаждение льдом. Для охлаждения используют мелкодробленый или чешуйчатый лед, который приготавливают в льдогенераторах. Охлаждение осуществляют в специальных пластмассовых контейнерах емкостью до 30 кг, куда вместе с продуктом добавляют лед в количестве 35-50% к массе продукта. Охлажденную продукцию хранят в холодильных камерах при температуре 1 - минус ГС.

Охлаждение с использованием жидкого азота. Данный способ является разновидностью воздушного охлаждения и состоит в том, что в составе воздушной охлаждающей смеси присутствуют пары жидкого азота. Охлаждение продукта происходит очень быстро. Кроме того, жидкий азот действует как антисептик, уничтожая микробные клетки.

2. Охлаждение пищевого сырья и готовой продукции

Охлаждение мяса теплокровных животных. Мясо в зависимости от температуры и обработки холодом бывает парное, не отдавшее после убоя теплоты, остывшее - охлажденное при

температуре окружающего воздуха выше 0 °С, охлажденное - имеющее температуру, близкую к температуре заморозания 0 - минус 4 °С, мороженое - имеющее в толще температуру ниже минус 6 °С.

Охлаждение мяса (туши или полутуши) производят главным образом воздушным способом с усиленной циркуляцией воздуха повышенной влажности (воздушные оросительные установки). Температура в камере перед загрузкой должна быть около минус 5 °С, влажность воздуха - 95-98 %. К концу охлаждения температура повышается до минус 7С, влажность - до 90-92 %, при этом мясо покрывается сухой корочкой и имеет температуру 2-4 °С. Продолжительность охлаждения зависит от упитанности животного, размера туш, режима охлаждения и составляет 24-28 ч. При охлаждении теряется около 1,5% массы туши. Хранение охлажденного мяса осуществляют в подвешенном состоянии при температуре окружающего воздуха 1 - минус 1 °С и относительной влажности воздуха 85 % в течение 20 суток.

Охлаждение битой птицы производят на воздухе водоледяной смесью или охлажденной до 0 °С водой. Наиболее эффективным с точки зрения условий теплопередачи, затрат труда, времени и возможности создания поточного технологического процесса является метод погружного охлаждения в водоледяной смеси или охлажденной воде. Для охлаждения тушек птицы этим способом используют танки, ванны или барабаны. Продолжительность охлаждения колеблется от 0,5 до 2,0 ч, в то время как при охлаждении на воздухе она достигает 24 ч и более. Разновидностью погружного метода является охлаждение птицы охлажденной водой путем орошения тушек через распыляющие форсунки. Существенным преимуществом этого способа является значительное снижение общей бактериальной обсемененности поверхности продукта по сравнению с погружным методом. Однако при этом отмечается большой расход воды. При температуре распыляемой воды 0 °С на каждую тушку расходуется около 12 л. Срок хранения охлажденной птицы, упакованной в ящики массой по 10-12 кг при температуре воздуха 0-4 °С и относительной влажности 80-85%, составляет 4-5 суток.

Охлаждение рыбного сырья. Для охлаждения рыбного сырья обычно используют в качестве охлаждающих сред воду, растворы солей натрия и кальция, лед, реже – пары жидкого азота. Наиболее распространенным способом является охлаждение рыбы льдом в ящиках. Для этого свежевывловленную рыбу помещают прямо на борту судна в ящик, пересыпают льдом и складывают в трюме.

После доставки на берег рыбу в тех же ящиках транспортируют к местам обработки или реализации. Данная схема работает только при прибрежном лове, так как длительность хранения охлажденного рыбного сырья в летнее время составляет 4-8, а в зимнее 7-12 суток. Использование жидкого азота позволяет увеличить срок хранения охлажденной рыбы до 15-20 суток.

Охлаждение молока. Свежевыдоенное молоко обладает бактерицидной активностью т. е. способностью в определенный период (бактерицидная фаза) подавлять развитие попавших в него микроорганизмов. Бактерицидные вещества поступают из крови животного в молочную железу. К ним относят иммуноглобулины (антитела), лейкоциты, лизоцилактенины и др. Эти вещества разрушают бактерии, попавшие в молоко из окружающего воздуха при нарушении гигиенических требований при выдое (необработанное вымя кс ров, доильное оборудование, молокопроводы и т. и.). Эти вещества имеют большое значение для организма человека, так как повышают иммунитет организма. Неохлажденное молоко теряет после доения свои бактерицидные свойства через 2-3 ч, а следовательно, биологически активные вещества и лечебные свойства. Продолжительность бактерицидной фазы молока зависит от быстроты его охлаждения (чем быстрее молоко будет охлаждено, тем дольше сохраняются бактерицидные свойства) и от температуры, до которой он охлажден. При быстром охлаждении молока до 10 °С бактерицидная фаза длится 24 ч, до 6 °С - 36 ч, до 2 °С - 48 ч. Таким образом, при быстром охлаждении (не более 2-3 ч) молоко на ферме до 2 °С оно может храниться при данной температуре в течение двух суток без снижения своих качественных показателей. Этого времени достаточно для доставки молока на перерабатывающие комбинаты, его обработку и направление на выпуск продукции. С целью интенсификации процесса охлаждения молока возможно использование жидкого азота.

Для увеличения срока хранения молока и доведения его до состояния готового продукта молоко подвергают пастеризации, т. е. тепловой обработке при температур (76±2) °С в течение 15-20 с и немедленном охлаждении до 4-6 °С. Пастеризация обеспечивает уничтожение вегетативной микрофлоры молока. Срок хранения пастеризованного молока составляет 36 ч при температуре 0±8 °С.

3. Замораживание пищевого сырья и готовой продукции

Сроки хранения охлажденного сырья ограничены (от 2 до 20 суток в зависимости о вида сырья и других факторов) и являются недостаточными для его доставки на отдаленны пищевые перерабатывающие предприятия или пункты реализации. Для увеличения сроков хранения сырья и готовой продукции (на основе рыбы, мяса, а также молока - животное масло, творог), создания их резервных запасов, обеспечения транспортировки на дальни расстояния при максимально возможном сохранении их свойств применяют замораживание

Замораживание - физический способ консервирования, основанный на принцип термоанабиоза, при котором температура продукта быстро понижается от первоначально (может колебаться в среднем от 20 до 0 °С) до температуры ниже криоскопической (в среднем минус 12 - минус 20 °С). При этом большая часть воды, содержащейся в тканях, превращается в лед. В результате снижается активность ферментов и практически прекращается жизнедеятельность всех основных групп микроорганизмов (особенно гнилостны бактерий) в связи с нарушением нормального процесса питания, так как питательные вещества проникают в бактериальную клетку через ее оболочку, а переносчиком этих веществ является тканевый сок.

Низкие отрицательные температуры вызывают гибель только части микроорганизмов. Другие микроорганизмы образуют споры и переходят в анабиотическое состояние

Кроме того, имеются холодоустойчивые (психрофильные) группы бактерий, которые не снижают своей активности в условиях низких температур. Также низкие температуры не инактивируют полностью протеолитические и липолитические ферменты, которые, воздействуя на белки и липиды, нарушают структуру продукта. Все это приводит к тому, что даже замороженное сырье имеет ограниченный срок хранения, хотя и более длительный, чем охлажденное.

Процесс замораживания состоит из трех этапов:

- охлаждение до криоскопической температуры;
- льдообразование;
- понижение температуры до заданного значения (рис. 1).

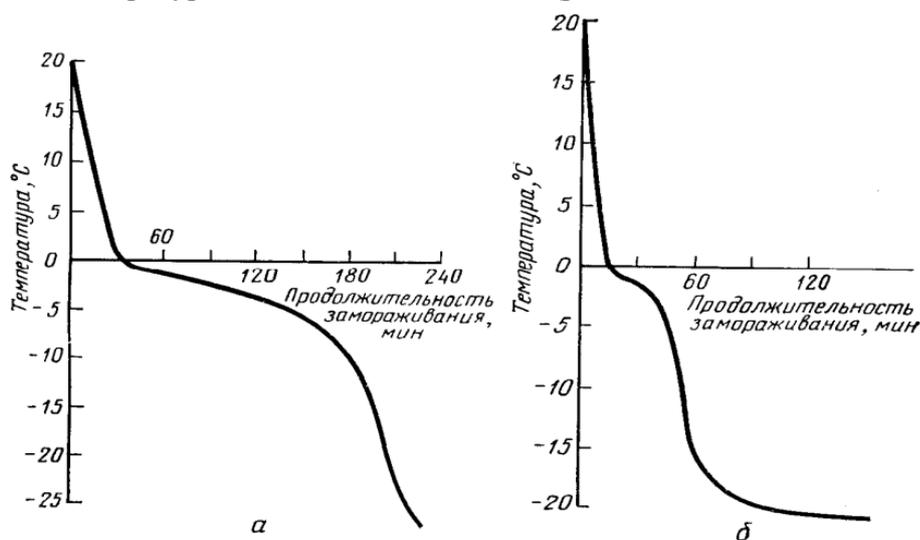


Рис. 1. Кривые медленного (а) и быстрого (б) замораживания

Сырье (рыба, мясо теплокровных животных) или готовая продукция перед замораживанием имеют температуру, которая выше криоскопической. На первом этапе замораживания температура продукта снижается до криоскопической, причем предпочтительнее более высокая скорость охлаждения.

Второй этап замораживания начинается с замерзания внешнего слоя продукта, причем понижение его температуры резко замедляется вследствие выделения теплоты кристаллизации и составляет 0 - минус 2 °С. После образования первых кристаллов возникают другие и происходит рост уже образовавшихся кристаллов, так как поверхности их служат местом образования новой фазы. В первую очередь кристаллы образуются в межклеточном пространстве и между волокнами, где тканевый сок имеет более низкую концентрацию. При замораживании тканевого сока из него в виде льда выделяется сначала вода, которая в результате диффузионно-осмотического процесса перемещается из волокон и клеток в пространство между ними, что способствует образованию крупных кристаллов льда, которые могут повреждать ткань. Вследствие этого при последующем размораживании структура ткани не восстанавливается полностью.

Повреждение структуры ткани кристаллами льда при медленном замораживании необратимо - оно стимулирует окислительные и гидролитические реакции и влияет на ферментативные процессы. При быстром замораживании образуются мелкие, равномерно распределенные в ткани кристаллы. Интенсивность отвода тепла при этом должна быть высокой, а длительность данного этапа - минимальной (рис. 1).

Третий этап начинается при температуре минус 2 - минус 5 °С и заканчивается по достижении конечной температуры замораживания (минус 12 - минус 20 °С). При температуре минус 5 °С практически завершается процесс вымораживания воды. При этом в интервале температур от минус 2 до минус 5 °С происходит активная денатурация белка. Чтобы свести к минимуму денатурационные изменения, необходимо как можно быстрее пройти эту зону температур, что достигается быстрым замораживанием. Замораживание производят различными способами.

Замораживание с помощью естественного холода - это наиболее простой и доступный способ замораживания, который используют в широтах с устойчивой отрицательной температурой (не выше минус 10 °С). При хранении сырья или готовой продукции в условиях естественных низких отрицательных температур в наибольшей степени сохраняются нативные (первоначальные) свойства продукта.

Воздушное замораживание в искусственных условиях. Этот способ заключается в замораживании сырья или готовой продукции на стеллажах, изготовленных из труб, по которым циркулирует хладагент (аммиак, фреон). Стеллажи размещены в камерах, изолированных от внешних теплопритоков, при этом в камере температура не должна быть выше минус 28 °С.

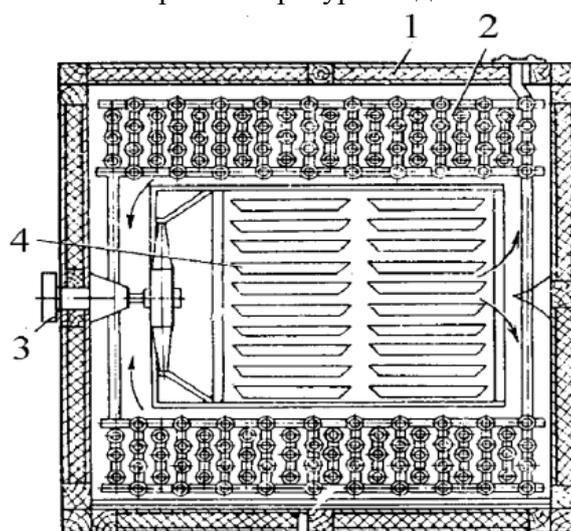


Рис. 2. Морозильный аппарат шкафного типа:

- 1 - морозильный шкаф; 2 - охлаждающие батареи; 3 - вентилятор с электродвигателем;
4 - противни с продуктом

Разновидностью данного способа является замораживание продукта в морозильных камерах с естественной и активной принудительной циркуляцией воздуха при температуре около минус 30

°С. Длительность замораживания в первом случае составляет более двух суток, во втором - от 18 до 36 ч.

В связи с тем что замораживание данным способом происходит медленно, его используют редко. Замораживание при активной циркуляции воздуха применяют при обработке туш и полутуш крупного рогатого скота, свиней, реже - крупных видов рыб.

Воздушное замораживание в скороморозильных аппаратах. Данный способ заключается в замораживании продукта в специальных закрывающихся блок-формах с ребристой наружной поверхностью, охлаждаемых воздухом (при температуре минус 40 °С), движущимся со скоростью 5 м/с. Эти условия обеспечивают быстрое замораживание продукта (в течение 3-5 ч). Замораживание по этому принципу осуществляется в установках камерного (периодического действия) или туннельного (непрерывного действия) типа (рис. 3).

Замораживание в жидких средах. В качестве хладагента используют растворы хлористого натрия или хлористого кальция. Способ заключается в погружении продукта в ванну, заполненную непрерывно охлаждаемым раствором соли (рассолом). Преимуществом рассольного замораживания является высокий коэффициент теплоотдачи в жидкость и сравнительно простая конструкция аппарата. На практике широко используют бесконтактное замораживание в жидких средах, т. е. продукт перед замораживанием предварительно упаковывают в различные полимерные пленки. Особенно целесообразен этот способ для замораживания продуктов неправильной геометрической формы (например, тушек птицы). Он позволяет значительно интенсифицировать процесс, механизировать и автоматизировать его.

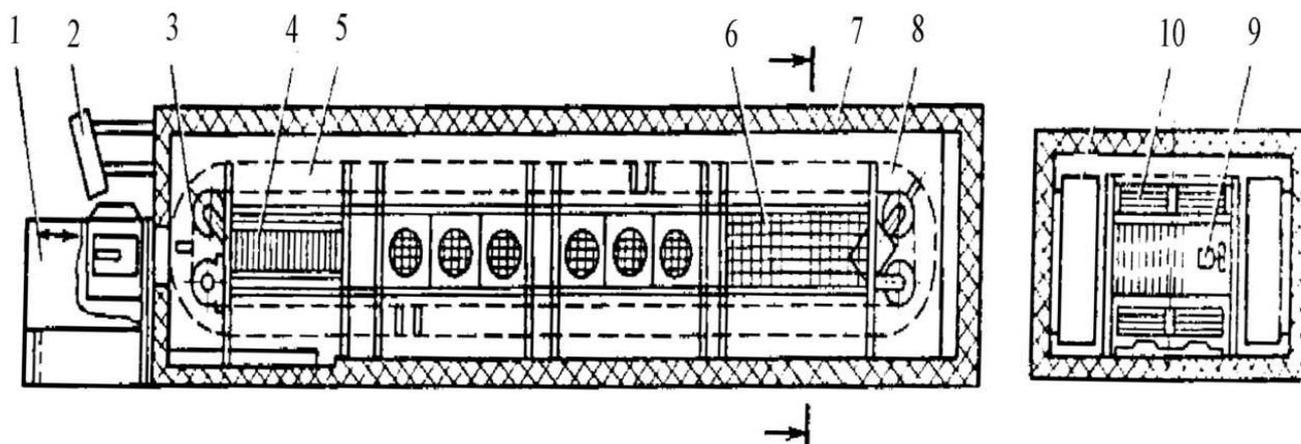


Рис. 3. Конвейерный морозильный аппарат ЛВН 25-1 «Кюльавтомат»:

- 1 – загрузочно-разгрузочное устройство; 2 – щит управления; 3 – приводная станция;
- 4 – гладкотрубные охлаждающие батареи; 5 – конвейерная цепь; 6 – оребренные охлаждающие батареи; 7 – теплоизолированный корпус; 8 – поворотное устройство;
- 9 – вентилятор; 10 – двери в проходе

Замораживание с помощью жидкого азота. В последние годы для замораживания пищевых продуктов широко используются криогенные жидкости, имеющие низкие температуры испарения (жидкий азот с температурой испарения минус 196 °С). Применение жидкого азота в качестве охлаждающего агента позволяет в значительной степени повысить скорость замораживания и снизить его продолжительность. Если при традиционных способах замораживания длительность процесса составляет несколько часов, то при использовании жидкого азота она сокращается от нескольких минут до получаса. Высокая скорость замораживания позволяет получать замороженные продукты более высокого качества, обладающие повышенной стойкостью при хранении. Сохранение качества продукта сопровождается уменьшением потерь клеточных соков при размораживании, меньшей степенью денатурации белковых веществ и т. д.

Схема аппарата для криогенного замораживания пищевых продуктов приведена на рис. 4.

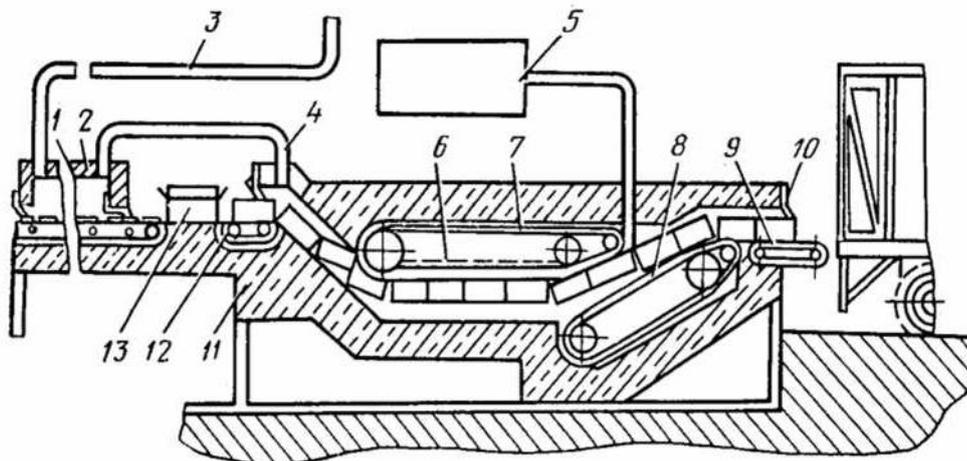


Рис. 4. Схема аппарата для криогенного замораживания пищевых продуктов:
 1 - камера предварительного охлаждения продуктов в упаковочном автомате; 2 - упаковочный автомат; 3 - трубопровод для отвода газообразного азота; 4 - трубопровод для отвода газообразного азота из скороморозильного аппарата в упаковочный аппарат;
 5 - бак для жидкого азота; 6 - ванна с жидким азотом; 7, 8 - конвейеры; 9 - выходной конвейер;
 10 - разгрузочное окно; 11 - желоб для подачи продуктов в ванну; 12 - выходной конвейер;
 13 - продукты в упаковке

Жидкий азот может использоваться для интенсификации традиционных способов замораживания (замораживание в жидких средах с добавлением жидкого азота, воздушное замораживание с добавлением азота в парокapельном состоянии), а также использоваться в специально созданных для этого установках. В этом случае продукт сначала охлаждают газообразным азотом, имеющим температуру минус 50 °С, а затем замораживают непосредственно в среде жидкого азота, который подается для контакта с продуктом в мелкодисперсном состоянии. После выполнения функции хладагента азот уже в газообразном состоянии выводится в атмосферу.

По сравнению с другими способами замораживание жидким азотом является более затратным, поэтому его целесообразно применять для замораживания более дорогостоящих видов продукции.

Замораживание с помощью диоксида углерода. В пищевой промышленности диоксид углерода (CO₂) применяется для охлаждения, замораживания и в качестве инертного газа при упаковке продукции для увеличения срока ее хранения. Как правило, в морозильных установках используют жидкий диоксид углерода, что позволяет замораживать продукт до температуры минус 50 °С. Жидкий диоксид углерода подводится к форсункам под давлением и разбрызгивается на продукт, перемещаемый транспортной лентой. Диоксид углерода широкодоступен и сравнительно недорог. Он нетоксичен (исключая чрезмерно высокие концентрации), довольно инертен, негорюч, взрывобезопасен. Применение его в специальных морозильных аппаратах обеспечивает быстрое замораживание и значительное снижение потерь тканевого сока.

Мясо крупного рогатого скота и свиней замораживают обычно в полутушах и четвертинах, баранье - в тушах. Кроме того, мясо замораживают в блоках по 10 кг и в мелкой расфасовке. Замораживание производят в морозильных установках преимущественно воздушного типа (камерных или тоннельных), где туши и полутуши находятся в подвешенном состоянии. Температура воздуха в морозильной камере должна быть не выше минус 23 °С при усиленной циркуляции воздуха (5 м/с). После полного замораживания температура в толще мяса должна быть не выше минус 15 - минус 18 °С. При хранении замороженного мяса температура воздуха в камере должна быть не выше минус 18 °С при влажности 95-98% и его естественной циркуляции. Колебания температуры не должны превышать ±ГС. Соблюдение этих условий позволяет хранить говядину и баранину от 5 до 8 месяцев в зависимости от упитанности, свинину - от 3 до 6 месяцев, мясо в блоках - до 8 месяцев.

Битую птицу замораживают в ящиках массой 10-12 кг при тех же температурных режимах, используя воздушный способ. Относительная влажность воздуха в камере должна составлять 85-90%. Тушки цыплят, кур, индеек при температуре минус 12 °С хранят до 8 месяцев, при минус 15 °С - до 9 месяцев, гусей и уток при температуре минус 12 °С - до 5 месяцев, при минус 15 °С - до 7 месяцев. Увеличение сроков хранения птицы возможно при упаковке ее перед замораживанием в полимерную пленку.

Рыбное сырье и продукцию на его основе замораживают чаще в скороморозильных аппаратах, реже - погружным способом в жидких средах. Рыба считается замороженной, если температура в центре тела (блока) составляет минус 18 °С. В зависимости от обработки выпускают следующие виды мороженой продукции: рыба мороженая неразделанная, потрошенная без головы, рыба специальной разделки, филе рыбное мороженое, мороженая рыба в мелкой расфасовке (полиэтиленовых пакетах, картонных коробочках и т. и.). Температуру в камере хранения мороженой рыбы поддерживают на уровне минус 20 °С. Срок хранения мороженой продукции зависит от множества факторов (вида рыбы, ее размера, химического состава, интенсивности питания, вида разделки и упаковки и т. д.) и колеблется в пределах от 3 до 7 месяцев (для основных промысловых видов рыб в среднем 4-5 месяцев).

Замораживание молока и масла. Замораживание молока вызывает его расслоение, т. е. разделение жировой и водной фаз (образование опресненного льда). Коллоидное состояние системы нарушается также при оттаивании и не восстанавливается, поэтому при транспортировании и хранении молока не допускается его замораживание. Тем не менее при быстром замораживании в тонком слое при температуре минус 25 °С молоко не подвергается при размораживании существенным изменениям.

Для увеличения длительности хранения животного масла его замораживают блоками по 30-25 кг и упаковывают в пергаментную бумагу и картонные короба. На стойкость масла при длительном хранении большое влияние оказывает его структура - степень раздробленности и распределения воды. Тонкая дисперсность воды в масле способствует увеличению сроков хранения, сохранению качества масла и сокращению усушки. При температуре минус 2 °С длительность хранения масла составляет 1 месяц, при температуре минус 18 °С - 5-7 месяцев.

4. Размораживание (дефростация) пищевого сырья

Размораживание - это заключительная операция в непрерывной холодильной цепи, осуществляемая непосредственно перед промышленной переработкой мороженого сырья. Целью этой операции является приведение продукта в состояние, близкое к первоначальному, удобному для его дальнейшей переработки.

Размораживание является процессом, обратным замораживанию и сводится к передаче продукту определенного количества тепла для повышения температуры до 0 - минус 1 °С. При этом сначала в поверхностных, а затем и в более глубоких слоях тканей лед превращается в воду.

При размораживании в продукте происходят существенные изменения, обусловленные главным образом таянием кристаллов льда и поглощением воды тканями.

Качество размороженного продукта зависит от качества сырья перед замораживанием, скорости замораживания, условий и сроков последующего холодильного хранения, а также режима размораживания.

Изменение свойств ткани при размораживании (как и при замораживании) определяется в основном денатурацией ее белков в интервале температур от минус 1 до минус 5 °С. Чем быстрее будет пройдена зона критических температур, тем меньшим изменениям будет подвергаться продукт.

Размораживание в воздушной среде. В качестве размораживающей среды широко используют воздух. Размораживание этим способом производится на воздухе при его естественной циркуляции и с принудительной его циркуляцией, при этом продолжительность

дефростации сокращается на 35 %. Используют два температурных режима размораживания: 15-20 °С и 0-5 °С. В воздушной среде размораживают крупную рыбу, туши и полутуши теплокровных животных, готовые рыбные блюда, кулинарные изделия, филе и фарш, мясо в блоках. Для размораживания продукт раскладывают на стеллажах в помещении или под навесом и выдерживают от 6 до 24 ч.

К преимуществам этого способа относят простоту и дешевизну, экономию воды, отсутствие сложного оборудования, возможность размораживания филе, фаршевых изделий, блочного мяса, для которых использование воды недопустимо вследствие обводнения данных продуктов. Недостатком является высокая продолжительность процесса, некоторая потеря массы в результате усушки, возможность повышенной обсемененности продукта и ухудшения его качества.

Размораживание в жидкой среде - это наиболее распространенный способ размораживания сырья. При этом размораживание могут осуществлять погружением в проточную воду или орошением. В первом случае продукт при помощи транспортирующего устройства перемешают в ванне с водой (температура воды должна быть не выше 20 °С). Для интенсификации размораживания можно использовать циркуляцию воды, смесь воды и воздуха. Во втором случае продукт в дефростационной установке совершает возвратно-поступательные движения на ленте транспортера, постепенно перемещаясь при этом из верхней части установки в нижнюю, где и заканчивается процесс размораживания. Во время движения продукта происходит его постоянное орошение водой, подаваемой через специальные форсунки. Температуру воды поддерживают на уровне 15 °С. Продолжительность дефростации составляет от 1 до 9 ч.

Преимуществами данного способа являются высокий коэффициент теплоотдачи от воды к продукту, меньшая длительность процесса по сравнению с размораживанием на воздухе. Параллельно с размораживанием происходит мойка продукта. К недостаткам данного способа следует отнести большой расход воды, обводнение продукта, потери с тканевым соком части минеральных и азотистых веществ.

Размораживание токами промышленной частоты заключается в том, что через замороженный продукт (в основном блочный) пропускают переменный электрический ток, который вызывает нагрев продукта. Для размораживания блок помещают в медленно циркулирующую воду, а затем подводят с двух его сторон электроды и пропускают через них переменный ток напряжением 10-40 В (10-20 А).

Преимуществами данного способа являются высокая скорость процесса (в пределах 1 ч), отсутствие усушки, присущей размораживанию на воздухе, возможность установки дефростационного аппарата в поточную линию. К недостаткам можно отнести большой расход электроэнергии, возможность местного (поверхностного) провара продукции.

Размораживание в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ). Использование для размораживания СВЧ-камер благодаря объемному прогреву позволяет значительно сократить продолжительность процесса по сравнению со всеми другими известными способами (в течение 5-15 мин). Нагрев в поле СВЧ приводит к тому, что зону критических температур от минус 5 до 0 °С удается проходить за короткое время, что в значительной степени способствует сохранению высокого качества сырья или готового продукта.

Основными достоинствами способа являются высокая скорость размораживания, отсутствие контакта продукта с теплоносителем, высокий КПД преобразования энергии в тепло, выделяемое непосредственно в продукте, сокращение потерь белков и экстрактивных веществ, повышение гигиенической чистоты при размораживании. К недостаткам относят возможный перепад температур по объему продукта, большой расход электроэнергии, воздействие СВЧ-поля на человека, сложность конструкции аппарата.

Размораживание инфракрасным излучением. В процессе нагревания между излучателем и облучаемым телом происходит лучистый теплообмен. Высокая плотность теплового потока позволяет достигать значительных скоростей нагрева. Однако быстрый прогрев поверхности происходит на глубину 1-2 мм. В результате интенсивного испарения воды поверхность

подсыхает, что может вызвать вздутие кожи рыбы, птицы и т. п. Этот способ рекомендуется применять в комбинации с другими.

Размораживание конденсирующимся паром под вакуумом. Сущность метода заключается в том, что насыщенный водяной пар, подающийся в качестве теплоносителя, при пониженном давлении расширяется и, конденсируясь на поверхности продукта, обогревает его. Скорость размораживания в условиях вакуума увеличивается в 2-3 раза по сравнению с размораживанием в воде и на воздухе. Длительность размораживания составляет 2-5 ч.

К преимуществам данного способа относят высокое качество продукта, меньшие потери массы при последующей тепловой обработке, отсутствие вторичного обсеменения микроорганизмами, относительно высокую скорость размораживания. Недостатками являются сложность конструкции аппарата и повышенный расход электроэнергии.

По способу организации технологического процесса различают дефростеры периодического и непрерывного действия. В промышленности нашли применение два типа аппаратов: для размораживания сырья в воде - погружного и оросительного типа (рис. 5 и 6); для размораживания сырья с помощью воздуха - воздушные дефростеры камерного и туннельного типа (рис. 7).

Дефростеры погружного типа (рис. 5) работают по принципу погружения и перемещения мороженого сырья в толще воды с одновременным воздушным барботированием и подогревом воды паром.

Установка представляет собой ванну, в нижней части которой расположен магистральный конвейер. Сырье (блоки рыбы, мяса и т. и.) подают в ванну, залитую водой, и оно движется в толще воды с помощью конвейера. Вода подогревается до температуры 15-20 °С. Для интенсификации процесса применяют барботирование - подачу воздуха под слой продукта.

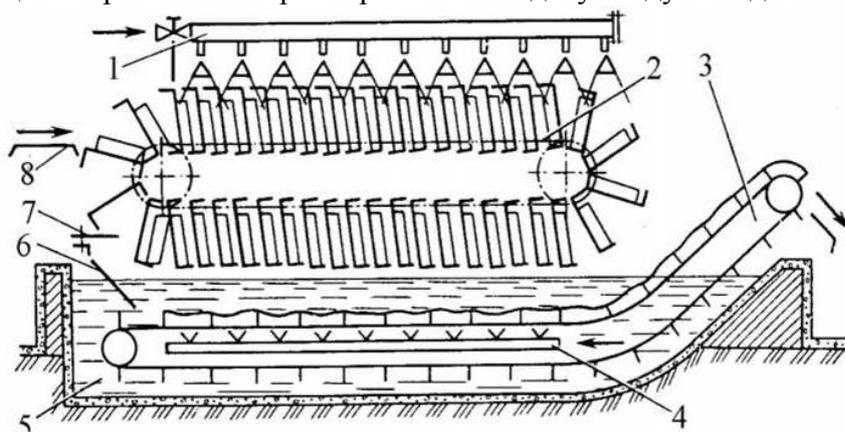


Рис. 5. Механизированный дефростер ИДА:

1 - сетчатые транспортеры; 2 - оросители; 3 - привод; 4 - коллектор; 5 - поддон

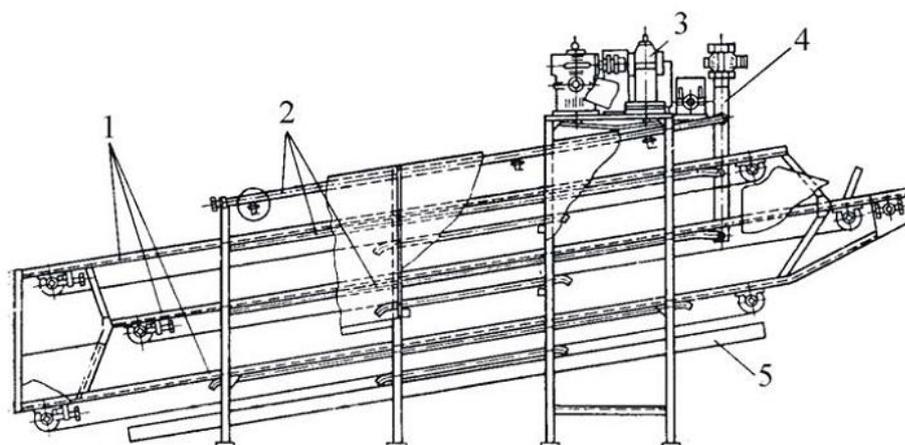


Рис. 6. Дефростер Н2-ИТА-110:

1 - ороситель; 2 - верхний транспортер с кассетами; 3 - нижний транспортер; 4 - барботер; 5 - ванна

Дефростеры оросительного типа (рис. 6) работают по принципу непрерывного орошения поверхности продукта водой.

Установка состоит из нескольких сетчатых транспортеров, расположенных один над другим и движущихся в противоположных направлениях, оросительных устройств, смонтированных над транспортерными лентами, основного каркаса и привода. Размораживание производится водой с температурой 18-20 °С, которая разбрызгивается оросителями, расположенными над продуктом.

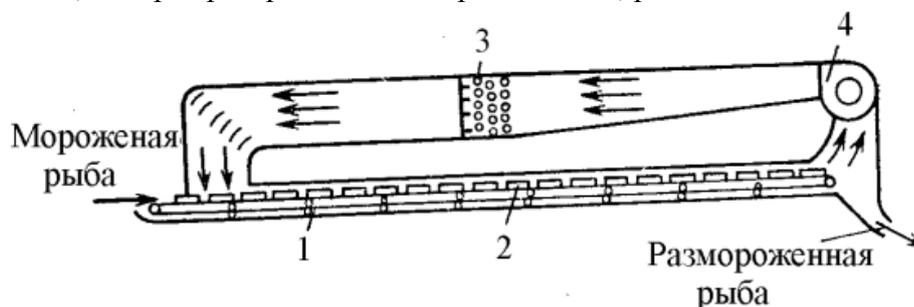


Рис. 7. Схема туннеля для размораживания рыбы в потоке теплого влажного воздуха:
1 - транспортер; 2 - рыба; 3 - нагреватель и увлажнитель; 4 - вентилятор

Дефростеры воздушного типа (рис. 7) работают по принципу воздушного непрерывного размораживания продукта, находящегося в камере или тоннеле в специальных тележках, перемещающихся по рельсам. Для размораживания используют воздух с температурой 20-22 °С и скоростью движения 5-8 м/с. С целью уменьшения подсушки применяют увлажнение воздуха паром и орошение поверхности продукта водой.