

## **Краткое описание самой бережной технологии акустической глубокой заморозки продуктов питания**

Технология обеспечивает заморозку продукции и хранение на срок до 15 месяцев без потери качества при хранении продуктов при температуре -18 С.

Сначала в специальной АЕФ установке производится замораживание от +5С до -18С, в которой с помощью акустических колебаний обеспечивается качество продукта.

Далее продукты можно хранить в обычных морозильных камерах с температурой -18С.

Продукты, замороженные в системе АЕФ содержат на 15 процентов больше соков после приготовления или переработки, чем при шоковой заморозке.

Вкус и сочность приготовленных блюд из продуктов, замороженных в системе АЕФ, не отличается от охлажденных.

Рыба, замороженная свежей в системе АЕФ, после разморозки возвращается в свежее состояние.

### **Что можно замораживать без потери качества?**

**Овощи**, которые употребляются в приготовленном виде – жареном, печеном, тушеном или вареном, **рыбу, мясо, кондитерские изделия, полуфабрикаты, готовые блюда.**

Можно подмораживать мясные и рыбные **деликатесы** для нарезки.

Овощи перед приготовлением не размораживаются.

#### **Овощи**

Картофель (дольки, соломка, мини картофель, чищенный мини картофель и другие виды картофеля)

Морковь (соломка, кружки, кубики, мини морковь)

Фасоль стручковая

Кукуруза

Цветная капуста

Брокколи

Брюссельская капуста

другие виды овощей

Только система AEF позволяет заморозить сырой картофель таким образом, что его можно варить и получить вареный картофель или сделать пюре. В отличие от шоковой заморозки через 30-50 дней не происходит выделение ледяной массы из продукта. Процесс срачивания кристаллов и разрушения структуры начинается не ранее чем через 15 месяцев.

### **Ягоды**

Голубика

Малина

Клубника

Ежевика

Манго

другие ягоды

Система AEF отличается от обычной шоковой заморозки тем, что ягоды не теряют своего исходного вкуса. При шоковой заморозке ягоды приобретают выраженный кислый вкус.

### **Рыба, Икра.**

Любая рыба в виде стейков, филе или потрошенные и не потрошенные тушки. Рыба может быть заморожена без глазури.

Икра может быть приготовлена и заморожена в системе AEF в пластиковых или стеклянных банках, помещена на хранение в -18С и разморожена непосредственно перед употреблением. Таким образом она полностью сохранит вкус и консистенцию свежей икры.

Рыба допускает приготовление как из замороженного, так и из дефростированного состояния. Возможно замораживание, далее размораживание и продажа рыбы как охлажденной.

Замороженную другими способами, включая технологию IQF, размораживать и делать из нее рыбу AEF нельзя. Установка по AEF

замораживанию должна получать на вход не замороженную (свежую) рыбу. Поэтому установки должны быть установлены на кораблях, имеющих склады с температурой -18С и с технологией разделки свежей рыбы. Вторым вариантом это установка на берегу около водоема, в котором рыба разводится в неволе или на береговых предприятиях, получающих свежую рыбу для переработки.

Если рыба заморожена в море на шоковых установках (воздушных или плиточных) то использование системы АЕФ для повторной заморозки продукции сохраняет качество единичной заморозки (нет дабл фроста).

## **Мясо**

Разделанные мясные полуфабрикаты, как филе, так и на костях.

Мясо может быть говядина, баранина, птица и их аналоги.

Мясо, как и рыбу допустимо размораживать перед приготовлением.

Например возможно разделка, приготовление полуфабрикатов из баранины, доставка из мест производства в замороженном виде и продажа в дальнейшем, как охлажденной, поскольку качество мяса ухудшается настолько незначительно, что покупатель или даже повар ресторана не отличит разницу.

Мясные деликатесы перед нарезкой подмораживаются. При использовании системы АЕФ для подмораживания полностью исключается последующая потеря влаги.

### **Кондитерские полуфабрикаты, мясные и рыбные полуфабрикаты.**

Полуфабрикаты, как и готовые блюда могут быть заморожены в системе АЕФ с таким качеством, что в размороженном виде они будут не отличимы от свежеприготовленных. Нами и нашими клиентами произведено множество тестов, которые это доказывают. В том числе качество суши и роллов подтвердили сети ресторанов, а качество бортового питания отмечено как исключительно высокое комбинатом питания аэропорта Внуково.

К сожалению пока невозможна заморозка свежих овощей, которые употребляются в свежем виде, с возвращением им первоначального состояния. Исключение это резаная зелень, которую можно использовать в виде приправ при приготовлении блюд.

### **Хранение**

Всю замороженную по системе АЕF продукцию желательно хранить в вакуумных пакетах, которые предотвращают возгонку льда и высыхание внешней части продукта (холодная сублимация). Так же пакеты предотвращают намерзание влаги из воздуха.

### **Некоторые технические детали**

#### **Что происходит с водой при разных способах заморозки.**

Смысл заморозки АЕF заключается в получении внутри продуктов такого микро кристаллического льда особой формы, который многократно меньше размера клеток. Общеизвестно, что шоковая заморозка (или ее более современный вариант – индивидуальная быстрая заморозка IQF) позволяет получить мелкую структуру льда в продукте. Бытует мнение, что такая заморозка дает высокое качество продукта.

Мелкие кристаллы, полученные при шоковой заморозке, не разрывают клетки и мышечные волокна, сохраняя их качества.



Вот так выглядит под микроскопом мясо карпа, замороженного в шоковой камере (заморожен за 120 минут при -25С):

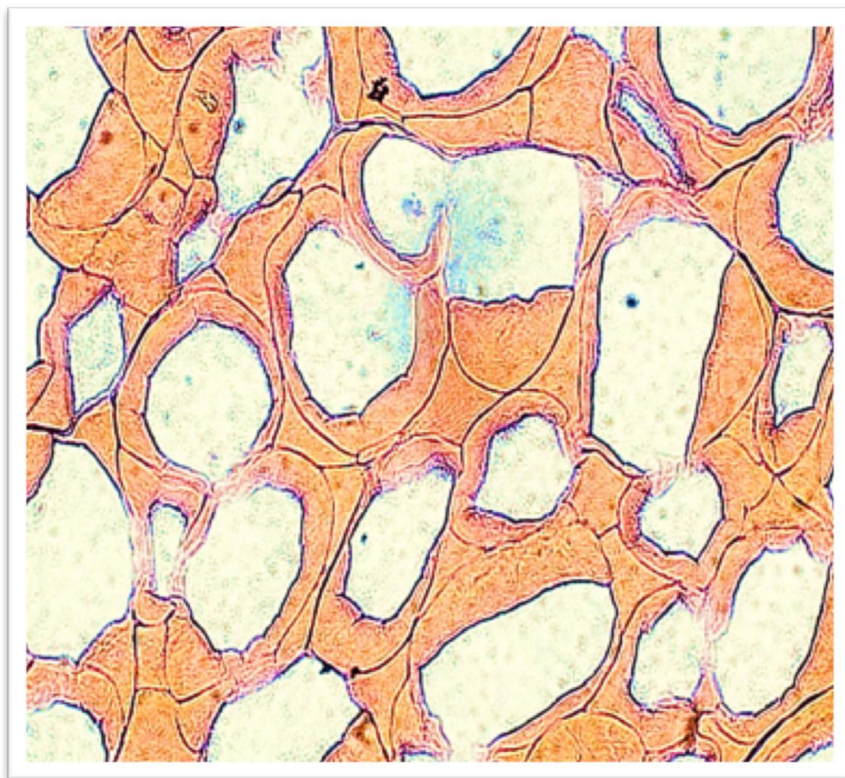


Фото 1

Формирующиеся кристаллы льда имеют преимущественно средние и крупные размеры, сопоставимые с величиной диаметра мышечных волокон или их несколько превышающие. Существенная часть кристаллов льда располагаются внутри мышечных волокон, деформируя мышечные волокна в значительной степени (рис. 3). Кристаллы льда в мышечной ткани занимают немногим меньше 40 % объема. Запомним это число – 40 процентов замороженной ткани карпа занимает лед.

А теперь взглянем на лед, полученный в шоковой морозильной камере, оборудованной системой АЕФ:

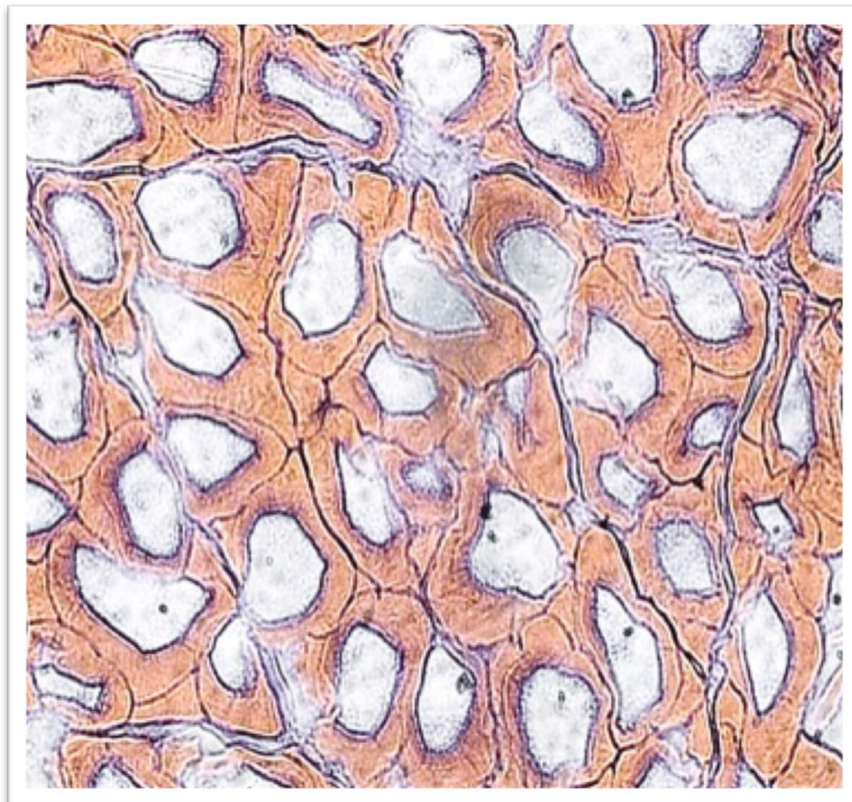


Фото 2

Вот заключение эксперта, который сравнивал образцы мяса карпа: Кристаллы льда имеют достаточно близкие размеры, не превышающие диаметр мышечных волокон. Повреждения сарколеммы (клеточных мембран) единичны. Деструкция мышечных волокон незначительная. Кристаллы льда в мышечной ткани занимают немногим меньше 30 % объема.

Заметим, что 30 процентов льда в мясе той же самой рыбы означают, что при заморозке АЕФ лед образуется преимущественно из свободной воды, а вода, осмотически связанная и вода, связанная белками и мембранами, не участвует в процессе кристаллизации. Льда образуется при шоковой заморозке на 33 процента больше, чем при заморозке АЕФ.

Меньшее количество льда требует меньше времени для замораживания. Эксперименты подтверждают, что оборудование шоковой морозильной камеры системой АЕФ на 25 процентов сокращает время заморозки.

Теперь взглянем на фотографии льда в другом режиме.

Островки льда замороженные системой АЕФ наполнены мельчайшими шариками льда.

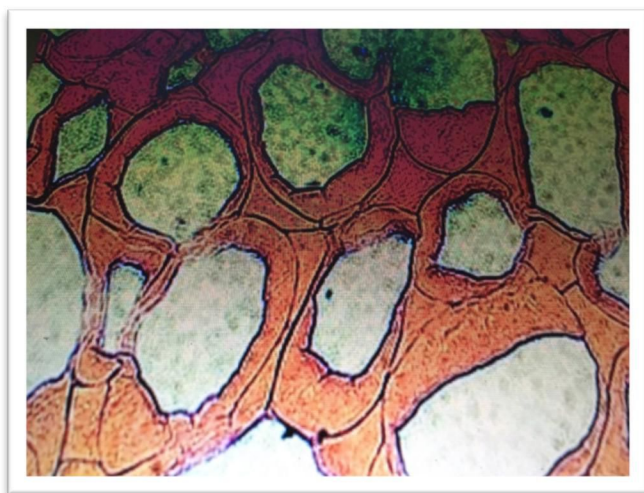


Фото 3

Островки льда, полученного при шоковой заморозке, целые за редким исключением.



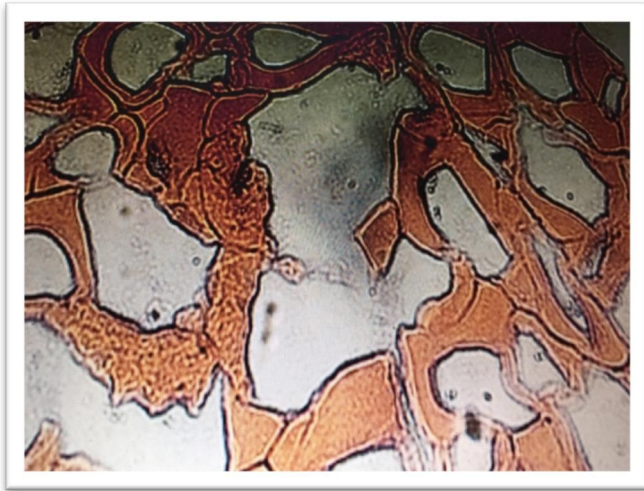


Фото 4

На фото 4 видны ровные стороны кристаллов льда, которые отличаются от неровных краев кристаллов на фото 3. Ровные стороны на фото 4 – это фронты кристаллообразования целого кристалла. А на фото 3 таких фронтов нет, поскольку мы наблюдаем не целые кристаллы, а скопления множества мелких (фронты которых мы не можем увидеть ввиду недостаточного разрешения микроскопа).

Именно в том, что заморозка AEF контролирует процесс образования микро кристаллов льда и заключается ее преимущество. Связанная вода остается связанной и полезные вещества продукта не дегидратируются.

Неорганические вещества, растворенные в воде при разморозке возвращаются обратно в воду. А вот связанная вода, которую при шоковой заморозке принудительно отделили и заморозили не возвращается в исходное состояние и не взаимодействует с дегидратированными белками и жирами.

Влагоудерживающая способность тканей при заморозке AEF на 15 процентов выше, чем при IQF (шоковой заморозке).

При переработке рыбы и овощей заморозка AEF дает 15 процентов дополнительного веса готового продукта относительно любой шоковой заморозки, включая сухую, индивидуальную (IQF) или плиточную.

Например если поймать 1000 тонн лосося, заморозить его в камере на корабле, потом привезти на переработку и сделать копченым, то

получишь примерно 700 тонн продукции.

При нашей заморозке АЕФ получается 850 тонн копченой рыбы. Этот результат эквивалентен переработке свежей рыбы.

При переработке сладкого перца в лечо из замороженного в системе АЕФ сырья так же получается дополнительных 15 процентов веса готового продукта.

Повышенная на 15% влагоудерживающая способность овощей при заморозке АЕФ позволяет приготовить «овощи на гриле» в отличие от овощей из шоковой заморозки, которые моментально теряют влагу и не пригодны для жарки.

Почему льда при заморозке АЕФ в продукте 30%, при шоковой 40% и разница составляет 33%, а в готовом продукте разница в весе меньше и равна 15 процентам?

Потому, что в продукте присутствует не только вода, а еще и ткани, которые не замораживаются и при приготовлении не покидают продукт как вода.

### **Скорость заморозки**

Скорость образования льда в шоковых камерах возрастает с применением акустической заморозки АЕФ на 25 процентов (меньше образуется льда – быстрее заморозка).

Однако существуют некоторые тонкости, которые могут не позволить достичь такого ускорения.

Если заморозка производится в морозильном туннеле, то сами части туннеля, имеющие значительный вес, охлаждены до температуры, при которой происходит заморозка. И поступление новых партий продукции на заморозку требует энергии только на удаление тепла из самого продукта.

Другое дело, когда заморозка производится в шоковых камерах или плиточных системах. В этом случае приходится каждый раз вместе с продуктом замораживать и само оборудование (плиты, тележки).

В некоторых случаях вес оборудования более чем в два раза превышает вес замораживаемых продуктов. Тогда рост скорости замораживания при использовании АЕФ будет не 25 процентов, а 12 - 15%.

## **Свежая рыба каждый день**

После разморозки наша АЕФ рыба не отличается от охлажденной, поэтому ее можно смело и продавать как охлажденную, соответственно по более высокой цене.

Именно поэтому русский вариант названия технологии акустической супер заморозки называется Живой Вкус.

### **Разморозка рыбы**

Рыбу можно размораживать в обычных условиях – при комнатной температуре. Возможна разморозка в прохладной **проточной** воде, в том числе и в проточной. Существующие профессиональные дефростеры тоже можно использовать.

### **Разморозка овощей**

Овощи разморозке не подлежат в обычных условиях. Отсутствие жира в тканях и, наоборот, наличие водонаполненных вакуолей в клетках приводит к повторной кристаллизации в процессе размораживания. Мелкие кристаллы льда срастаются в более крупные и разрушают ткани. В том числе делая картофель сладким и мягким. Приготовливать замороженные в системе АЕФ – Живой Вкус овощей нужно в замороженном виде без разморозки. В разогретой духовке, на горячей сковороде или в кипящей воде. Впрочем таким образом нужно готовить все замороженные овощи, независимо от технологии заморозки.

### **Как все устроено технически**

Сначала продукция замораживается в шоковой камере, оборудованной системой акустической заморозки АЕФ – Живой Вкус, а затем перемещается на хранение в обычные холодильники с температурой -18С.

Система заморозки АЕФ – Живой Вкус состоит из двух частей. Первая часть это традиционная морозильная установка (камера шоковой заморозки). Она может быть воздушной, плиточной (вертикальной или горизонтальной), жидкостной (включая спиртовую). Возможна конструкция спирального или горизонтального туннеля.

Вторая часть это Акустеры(acouster) АЕФ - Живой Вкус, которые встраиваются в камеру шоковой заморозки и воздействуют

акустическими волнами на продукт все время цикла замораживания. Акустеры управляются Ледяным Процессором (Ice Processor) со специальными программами. Программа настраивается на каждый вид продукции (овощи, грибы, рыбу, мясо, полуфабрикаты, готовые блюда, нарезка и другие).

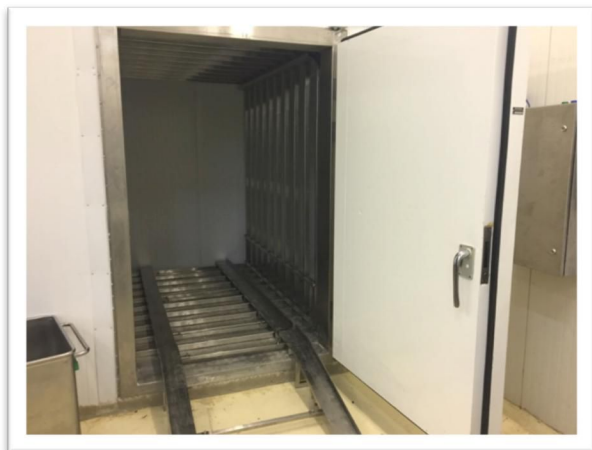


Фото 5. Установки на рыбоперерабатывающем заводе. Слева шоковая камера, оснащенная Акустерами и въездными рельсами для тележек, а справа Ледяной процессор.

В отличие от обычной шоковой заморозки кристаллы льда после АЕФ заморозки заметным образом начинают срашиваются не ранее, чем через 15 месяцев (при температуре хранения  $-18^{\circ}\text{C}$ ), поскольку микрокристаллы ориентированы к окончанию заморозки таким образом, что фронты кристаллообразования не создают комплиментарные пары, предотвращая повторную кристаллизацию.



С точки зрения продукта очевидная разница видна на фотографиях. Кабачок использован для наглядности. В теле рыбы происходит все то же самое, но видно разницу хуже. В теле же овощей разница очевидна – срашиваются кристаллы льда и покидают клеточную оболочку.



Фото 6. Сравнение заморозки АЕФ и шоковой при длительном хранении

На фото 6 замороженный кабачок после шоковой заморозки и хранения 6 месяцев (справа) и кабачок АЕФ после хранения 15 месяцев (слева).

Потеря веса готового овощного блюда после шоковой заморозки относительно звуковой АЕФ составляет 15 процентов.



Фото 7. Два куска одной и той же рыбы. Слева - шоковая заморозка IQF. Справа - АЕФ.

На фото 7 одной и той же рыбы. Рыба приготовлена в одинаковых условиях до одинаковой готовности на одном противне. Левый образец заморожен в шоковой камере с отключенной системой АЕФ. Правый образец заморожен с включенной системой АЕФ. Хранение 14 суток.

При жарке левый образец (шок) не удерживает влагу.

Правый образец (АЕФ) сохранил размеры внешний вид и вкус



приготовленной свежей рыбы. Потеря веса готового рыбного блюда после шоковой заморозки относительно звуковой АЕФ составляет 15 процентов (150 килограмм с 1 тонны).

Энергопотребление установки Живой Вкус ( АЕФ ) не превышает 200 Вт на 1м<sup>3</sup> для систем заморозки периодического действия (камер или плиточных систем) и 300 Вт для туннелей.

Система АЕФ не требует обслуживания. Не имеет движущихся частей и может работать до 10 лет без профилактических мероприятий. Алгоритмом заморозки управляет Ice Processor (Ледяной Процессор), программа которого загружается из компьютера Apple через разъем USB. Улучшение программ или подключение датчиков (тестирования льда) производится за несколько минут представителем производителя.

Гарантия на установку 3 года. После трех лет обслуживание так же не требуется.

Поскольку процесс улучшения алгоритмов продолжается, то можно подписаться на обновление управляющих программ АЕФ.

Запасные части имеются в наличии у производителя. Ремонт любой сложности (кроме тяжелых механических повреждений) делается в течение двух-трех часов.

В случае потери до 25 процентов акустеров, система может быть временно настроена на аварийный режим с повышенным энергопотреблением и работать в таком режиме до 30 дней.

Ice Processor (Ледяной процессор) - имеет двукратное дублирование и даже выход из строя части системы не лишает ее работоспособности. Питающее напряжение системы АЕФ от 110V (50-60Hz) до 240V (50-60Hz).

### **Аналоги и конкуренты.**

В мире существует аналогичная разработка (в Японии), которая по стоимости в 7 раз превышает российскую. Качество замороженной продукции в системе АЕФ лучше. (Проверено сравнением с японским образцом).

Произвести тестирование качества заморозки своей продукции

возможно на нашей лабораторной установке, которая одновременно может заморозить до 6 кг продукции в течение 240 минут. Лаборатория расположена в г. Москва не далеко от метро Щукинская на территории Федерального Медико Биологического Агентства.

### **В чем секрет акустической заморозки?**

Секрет в особых резонирующих с продуктами звуковых колебаниях, которые управляют ростом кристаллов льда, ограничивая их размер. Звуковые волны как бы разбивают образующиеся кристаллы льда, резонируя с ними, не давая вырасти и повредить ткани продукта. Система базируется на новейших микропроцессорных технологиях и исследованиях в области криобиологии и кристаллографии.

### **Сравнительные результаты заморозки радужной форели, сделанной в институте мясной промышленности им Горбатова**

#### **Система АЕФ**

Микроструктура образца радужной форели (форель, замороженная с использованием системы АЕФ) характеризовалась прямыми **в незначительной степени деформированными тонкими мышечными волокнами**. Поперечная исчерченность волокон хорошо выражена. Кристаллы льда локализуются преимущественно между пучками волокон и отдельными волокнами, реже группами волокон в виде узких полостей, **незначительно разрыхляющих компоновку мышечной ткани**. Местами отмечается образование **единичных кристаллов льда** внутри отдельных волокон в основном толщиной 10-25 мкм.

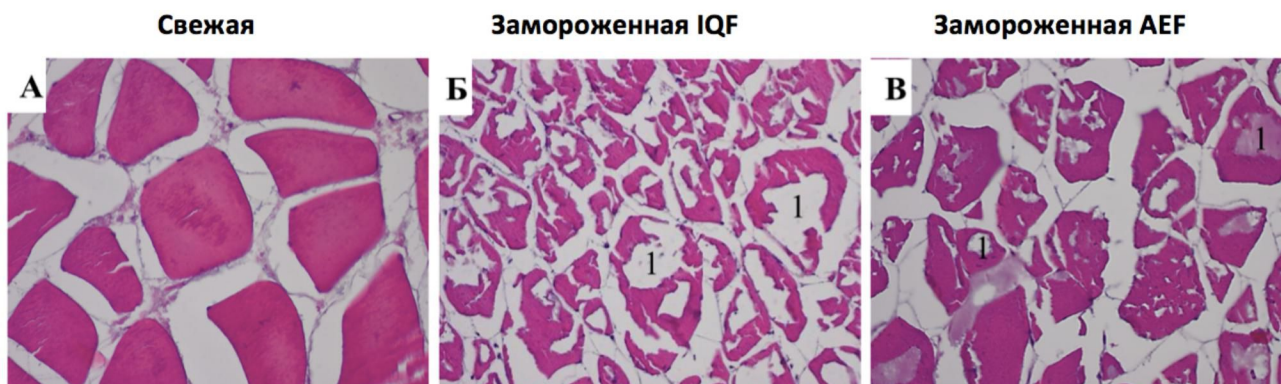
#### **Шоковая система IQF**

При микроструктурном исследовании образцов форели радужной, замороженной в шоковой камере IQF (индивидуальная шоковая заморозка) было установлено, что **мышечные волокна деформированы**, в результате образования крупных полостей между пучками и группами мышечных волокон, **разрыхляющие компоновку мышечной ткани**, длиной 250-400 мкм.

**Повсеместно обнаруживается образование кристаллов льда под сарколеммой внутри мышечных волокон длиной 50-100 мкм**. Целостность мышечных волокон нарушена. Местами деструктивные изменения мышечных волокон выявляются в виде поперечных трещин. В участках деструкции волокон выявляется мелкозернистая белковая масса. Анализ полученных данных показал, что возникающие при замораживании рыбы микроструктурные изменения **характеризуются повреждением морфологических элементов**

тканей, изменением общего вида и толщины мышечных волокон, нарушением мембранных систем клеток, а также появлением нового структурного компонента - водных кристаллов.

### Фотографии мышечной ткани радужной форели, сделанные в институте ВНИРО



- Фотография А - не замороженной мышечной ткани образца радужной форели
- Фотография Б - мышечной ткани, разрушенной индивидуальной шоковой заморозкой IQF. Повсеместно наблюдается разрушение мышечных волокон.
- Фотография В - практически идентичная не замороженной ткани, замороженной в системе AEF. Видны единичные микроскопические кристаллы льда, которые растают без вреда для ткани

Следует обратить внимание на то, что образец на фото А это образец не замороженный и в принципе не имеющий кристаллов льда.

Заключение лаборатории: *“Проведенные разными методами исследования показали, что технология заморозки AEF-Живой Вкус позволяет получить продукт более близкий по кислотности, количеству белка и микроскопической структуре ткани к свежесъловленной рыбе, что приводит к получению товара более высокого качества.»*

## **Из каких частей состоит установка АЕФ и ее варианты.**

Воздушная установка представляет собой камеру с температурой -40С изготовленную по обычным холодильным технологиям (холод в камеру нагнетают внешние компрессоры), в которую встраиваются акустеры в виде рамок из нержавеющей стали AISI 0304. К акустерам подведены кабели с необходимым набором сигналов, поступающим из Ледяного процессора (Ice Processor), находящегося снаружи камеры. Ледяной процессор и акустеры водонепроницаемы.

Акустеры устанавливаются в холодильную установку. Внутри тоннеля из акустеров помещают тележки с продукцией для замораживания. Производительность от 150 кг в час. Камера собирается на месте и не может быть перемещена без полного ее демонтажа. Размеры камеры 3х3х2.7 м

Второй вариант камеры это замораживающий туннель, длиною от 10 до 40 метров. В туннеле воздух тоже охлажден до -40С. Холод в туннель нагнетают внешние компрессоры. Через туннель проходит вибрирующий или обычный транспортер на который с одной стороны туннеля высыпается свежая продукция, а в конце туннеля, по мере перемещения по транспортеру продукция доходит во всей массе до температуры -18С. После чего она фасуется в мешки, коробки или пакеты.

Действует аналогично камере, и так же как и в воздушную камеру, встраиваются излучатели, которые подключаются к Ледяному процессору. Настройки Ледяного процессора (Ice Processor) другие. Производительность туннеля от 1 тонны в час. Туннель не может быть перемещен без полного демонтажа. Размеры туннеля 3х30х2,7м

Третий вариант это спиральный туннель. Имеет некоторые особенности при изготовлении и оборудовании его системой АЕФ. Спиральный туннель должен быть оборудован предварительным мини туннелем для обеспечения возможности для системы АЕФ подачи разных акустических сигналов на разных фазах заморозки.

Четвертый вариант это плиточные системы заморозки. Они так же могут быть изготовлены с системой АЕФ или доработаны из уже существующих (как горизонтальных так и вертикальных).



Для разных видов продукции меняется программное обеспечение Ледяного процессора. Он настраивается на единый режим с морозильной камерой.

### **Стоимость установки**

Стоимость типового набора воздушной заморозки АЕФ с производительностью 2-5 тонн в сутки около 10 млн рублей. В эту стоимость входит шоковая камера – 5 млн руб и система АЕФ, которая в нее встроена – 5 млн руб. Система АЕФ отвечает за формирование льда, а производительность всей системы определяется мощностью компрессоров и скоростью потока воздуха в камере (для воздушной системы заморозки). В плиточных системах производительность заморозки так же определяется мощностью компрессоров.

Система АЕФ может быть встроена в любую существующую шоковую камеру с незначительными переделками камеры.

Стоимость холодильного оборудования может быть снижена до 2 млн рублей при условии снижения ее производительности. Такое решение оптимально для продукции низкой плотности или малого размера (резаный сладкий перец, грибы, ягоды, икра морского ежа и другие подобные продукты).

Любая существующая шоковая камера может быть дополнена системой АЕФ.

### **Заморозка АЕФ это теория или уже практика?**

Мы уже производим и устанавливаем клиентам установки для различных применений. Наземные и корабельные.

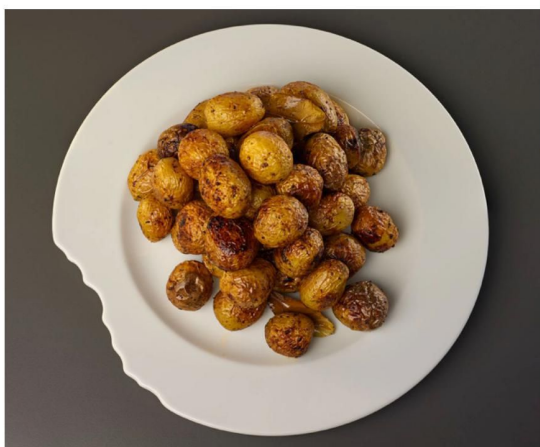
Вы можете оценить качество готовой продукции приобретая ее в магазинах МЕТРО под торговой маркой Живой Вкус.



## Фотогалерея



Жареное филе судака (12 мес хранения без вакуума)



Молодой картофель (6 мес хранения)



Картофель дольками (без бланширования и без сульфитирования)



Замороженное и готовое картофельное пюре (только картофель)

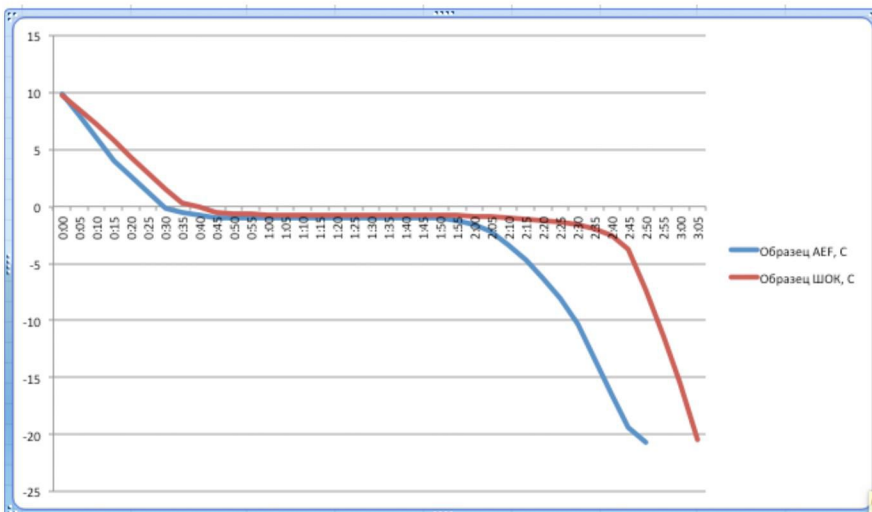


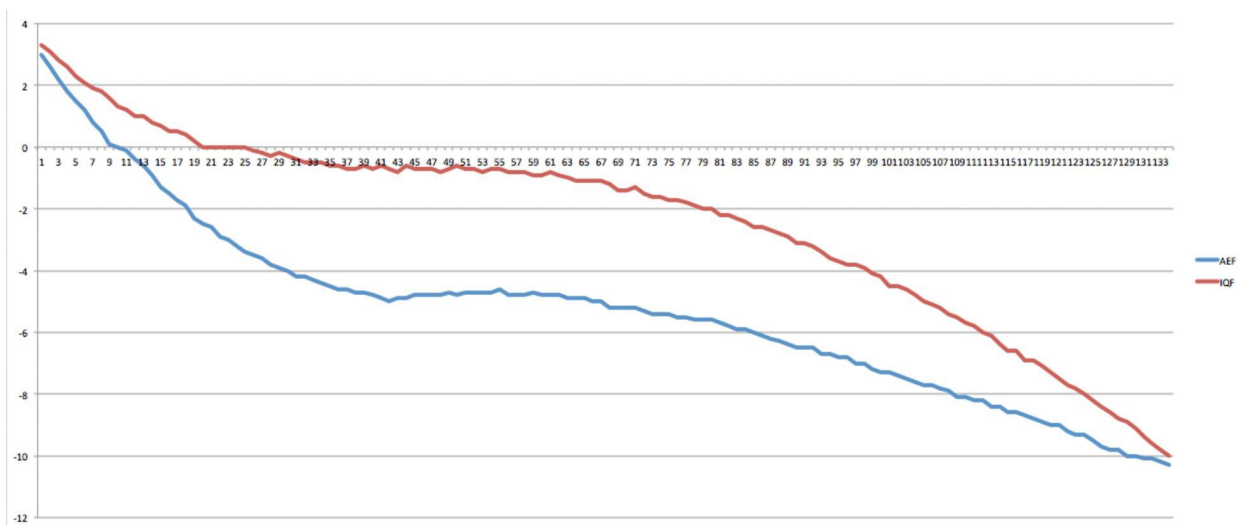
График снижения температуры в шоковой камере с системой АЕФ (синий) и без нее (красный) в филе лосося.

Рост скорости заморозки обусловлен меньшим количеством льда в продукте.

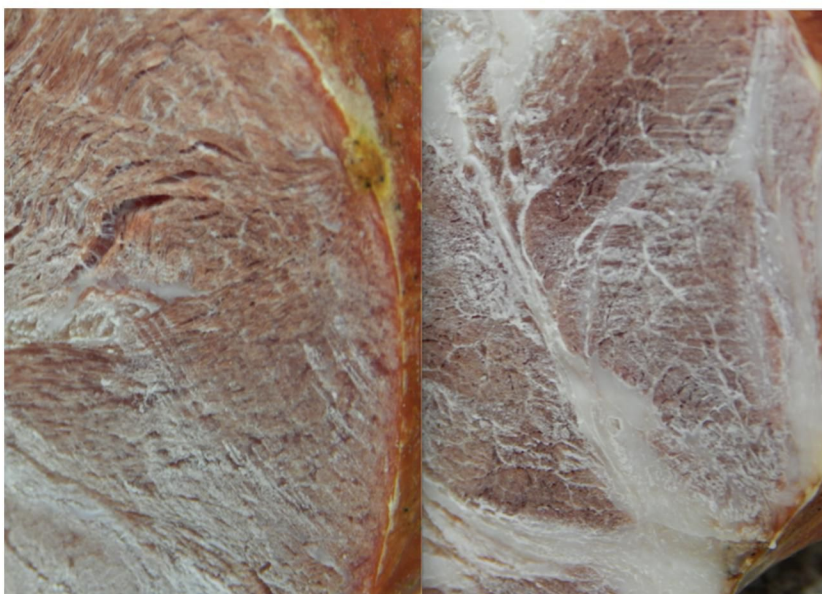
В камеру было помещено 250 кг рыбного филе в обоих случаях.

Начальная температура одинакова.





Сравнительный график работы IQF и AEF в системе предварительной заморозки мясных деликатесов для дальнейшей нарезки. Быстрое снижение температуры и краткий цикл формирования льда радикально улучшает качество продукта, сохраняет влагу как в изначальном продукте – синий график AEF.



Замороженный свиной окорок. Слева – шоковая заморозка. Справа – акустическая заморозка AEF. При шоковой заморозке наблюдается выраженное расслоение мышечных волокон. AEF полностью сохраняет клеточную структуру.