



ВНИРО  
ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

## Перспективы использования технологии переохлаждения промысловых видов рыб при длительном хранении

Архипов Леонид Олегович  
ведущий научный сотрудник  
отдела нормирования  
ФГБНУ «ВНИРО»

# Применение холода

## 1. ОХЛАЖДЕНИЕ (до Н.Э.)

- В Китае в 100 г. до н.э. начали применять ледяные подвалы для консервирования продуктов холодом.

## 2. ЗАМОРАЖИВАНИЕ (конец 18 в)

- В развитых странах мясо птицы стали замораживать для транспортирования на большие расстояния, начиная с конца 18 века.

## ПОДМОРАЖИВАНИЕ (середина 19 в)

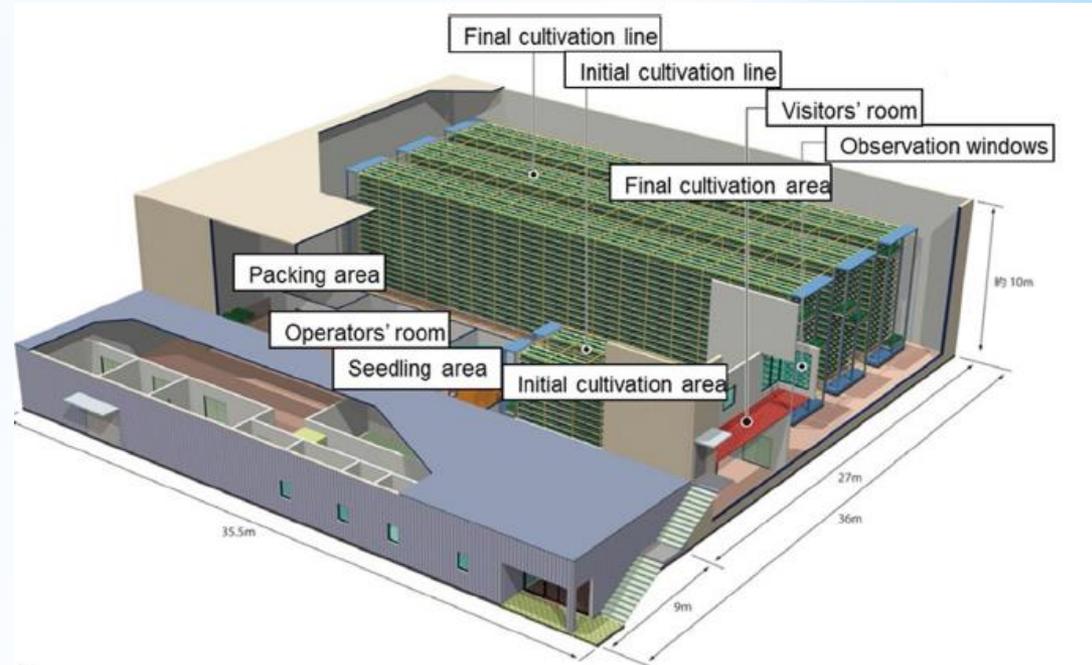
- В середине XX века получил распространение способ частичного замораживания – подмораживания, позволяющий получить продукт, мало отличающийся от свежей, охлажденной рыбы, но имеющий более продолжительный срок хранения.

# 4. ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЕ (21 век)

## Япония

Реализовано на листовых овощах и томатах в 2018-2019 гг.  
(Срок хранения салата латук с 3-5 до 18 суток)

Osaka Prefecture University, Graduate School of Humanities and Sustainable System Science, Dept. of Sustainable System Science, Sakai, Japan.

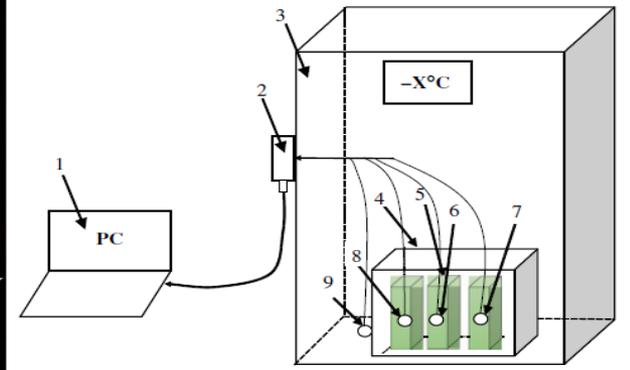
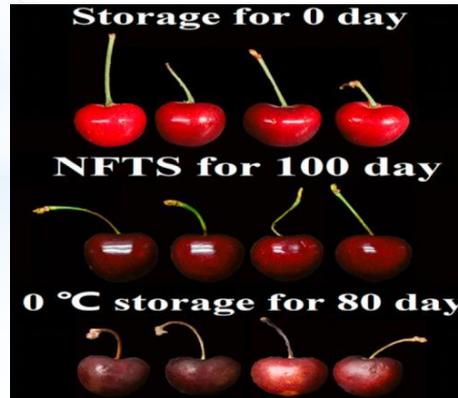


## Китай

Технология (NFTS) - хранение при близкриоскопических температурах.  
Реализовано на косточковых - вишня, персик, нектарин, абрикос 2018-2019 г.  
(Срок хранения абрикоса с 28-45 до 90 суток)

Agricultural University, Institute of Forestry and Pomology, Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Agricultural Mechanization institute, Academy of Agricultural Sciences

**Россия** - разработки ведутся на стадии научно-исследовательских работ в ВНИИП, ВНИХИ, ВНИРО



# «Переохладить, нельзя заморозить»



**Переохлаждение воды:** состояние метастабильно и при внешних воздействиях происходит процесс быстрой кристаллизации

# Проблемы реализации технологии переохлаждения

При обычных условиях замораживания переохлаждение пищевых продуктов не бывает значительным по следующим причинам:

- 1 • **механические воздействия, вибрация** стимулирует кристаллообразование в переохлажденном продукте
- 2 • **кристаллы-затравки** инея попадают на поверхность продукта и происходит рост кристаллов вглубь продукта;
- 3 • **Температура охлаждающей среды**, как правило, ниже предельной температуры переохлаждения и это ведет к кристаллообразованию на поверхности продукта;

Для реализации технологии переохлаждения необходимо создание ряда условий:

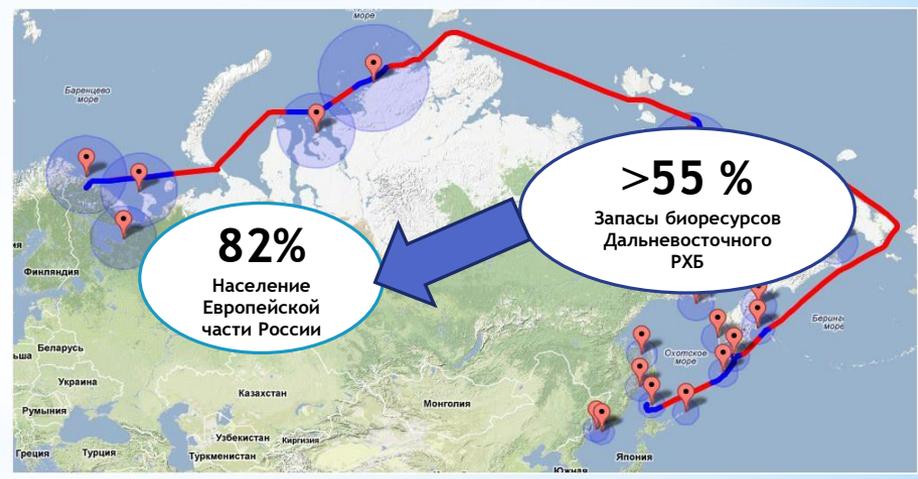
- 1 • **Защита от механических воздействий**
- 2 • **Изоляция от попадания кристаллов-затравок** на поверхность продукта (например, упаковка)
- 3 • **Специальные температурные режимы охлаждения**, обеспечивающие доведение продукта до состояния переохлаждения

# Перспективы технологии переохлаждения в рыбной отрасли

## Применение переохлаждения способно обеспечить:

- 1 • Сохранение качества, сопоставимого с охлажденным сырьем;
- 2 • Замедление роста микрофлоры;
- 3 • Увеличение срока хранения большинства пищевых продуктов в 1,5- 4 раза;
- 4 • Сохранение технологических свойств сырья;
- 5 • Снижение энергозатрат, по сравнению с замораживанием.

Охлажденная рыбная продукция	Переохлажденная рыбная продукция
Срок хранения ~12 суток	Срок хранения ~28 суток
Температура в толще ~ плюс 1- 5°C	Температура в толще ~ минус 1-5°C



## Значения криоскопических температур различных видов рыб (из опубликованных источников)

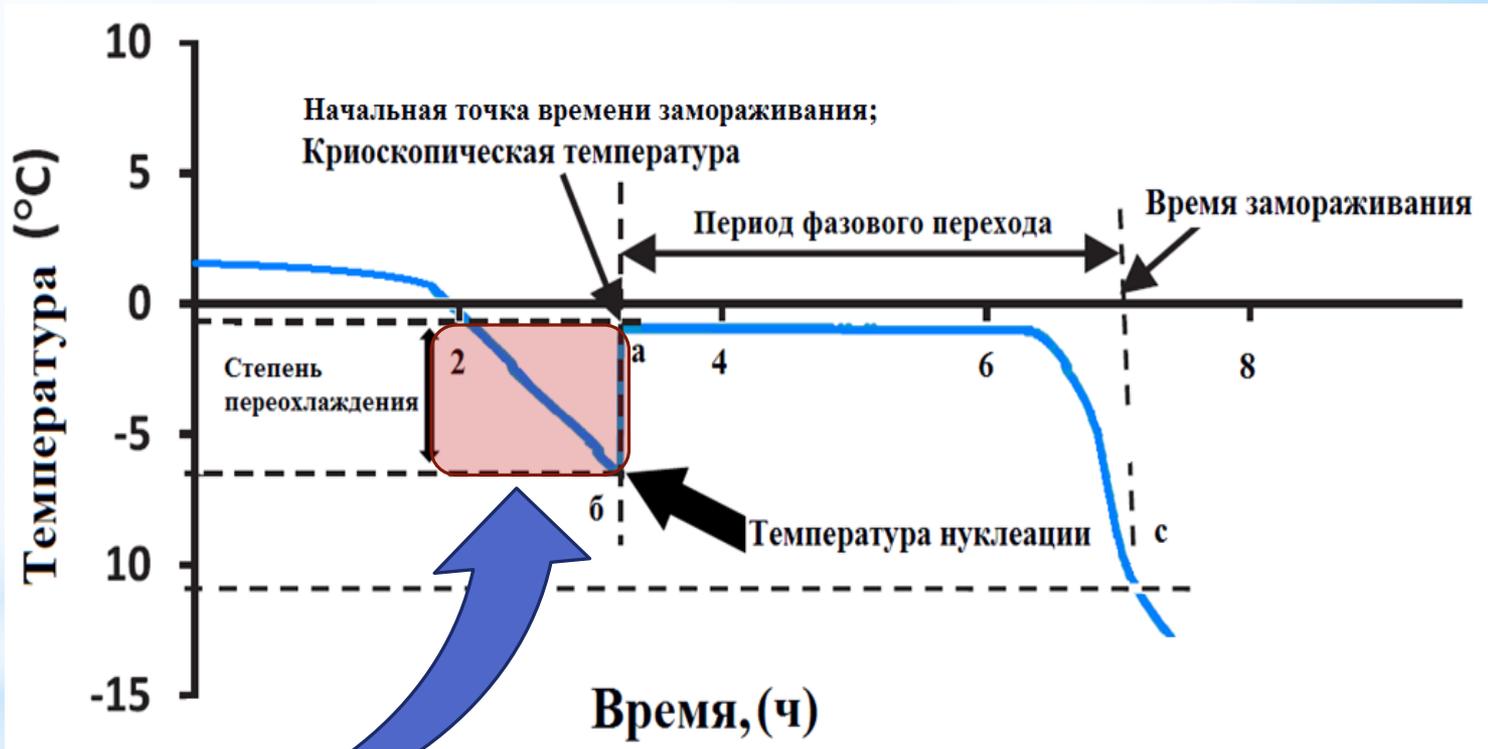
№	Вид продукта	$t_{кр}, ^\circ\text{C}$	Лит. ист.
1	Треска («cod»)	- 1,4	James (2011)
2	Треска атлантическая ( <i>Gadus morhua</i> )	- 1,1 ( $\pm 0,1$ )	Tolstorebrov (2014)
3	Скумбрия («Mackerel»)	- 2,2	Rahman (1994)
4	Скумбрия атлантическая ( <i>Scomber scombrus</i> )	- 1,6 ( $\pm 0,1$ )	Tolstorebrov (2014)
5	Лосось («Salmon»)	- 2,2	Rahman (1994)
6	Лосось атлантический ( <i>Salmo salar</i> )	- 1,5 ( $\pm 0,1$ )	Tolstorebrov (2014)
7	Сельдь («herring»)	-3,6	James (2011)
8	Сельдь атлантическая ( <i>Clupea harengus</i> )	- 1,6 ( $\pm 0,2$ )	Tolstorebrov (2014)
9	Радужная форель ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	- 2.0 ( $\pm 0,2$ )	Tolstorebrov (2014)
10	Тунец ( <i>Thunnus tongol</i> )	- 1,4	Rahman ( 2003)

Таким образом, в настоящее время существует достаточно большое количество разрозненных и частично противоречащих между собой данных о значениях криоскопических температур промысловых видов рыб.

# Метод определения криоскопической температуры

Значение криоскопической температуры является важной характеристикой при рассмотрении вопросов переохлаждения и подмораживания пищевых продуктов.

Основная цель определения значения криоскопических температур промышленных видов рыб дальнейшего исследования степени переохлаждения (до какой температуры возможно переохлаждение рыбного сырья) и определение факторов, способствующих стабилизации состояния переохлаждения.



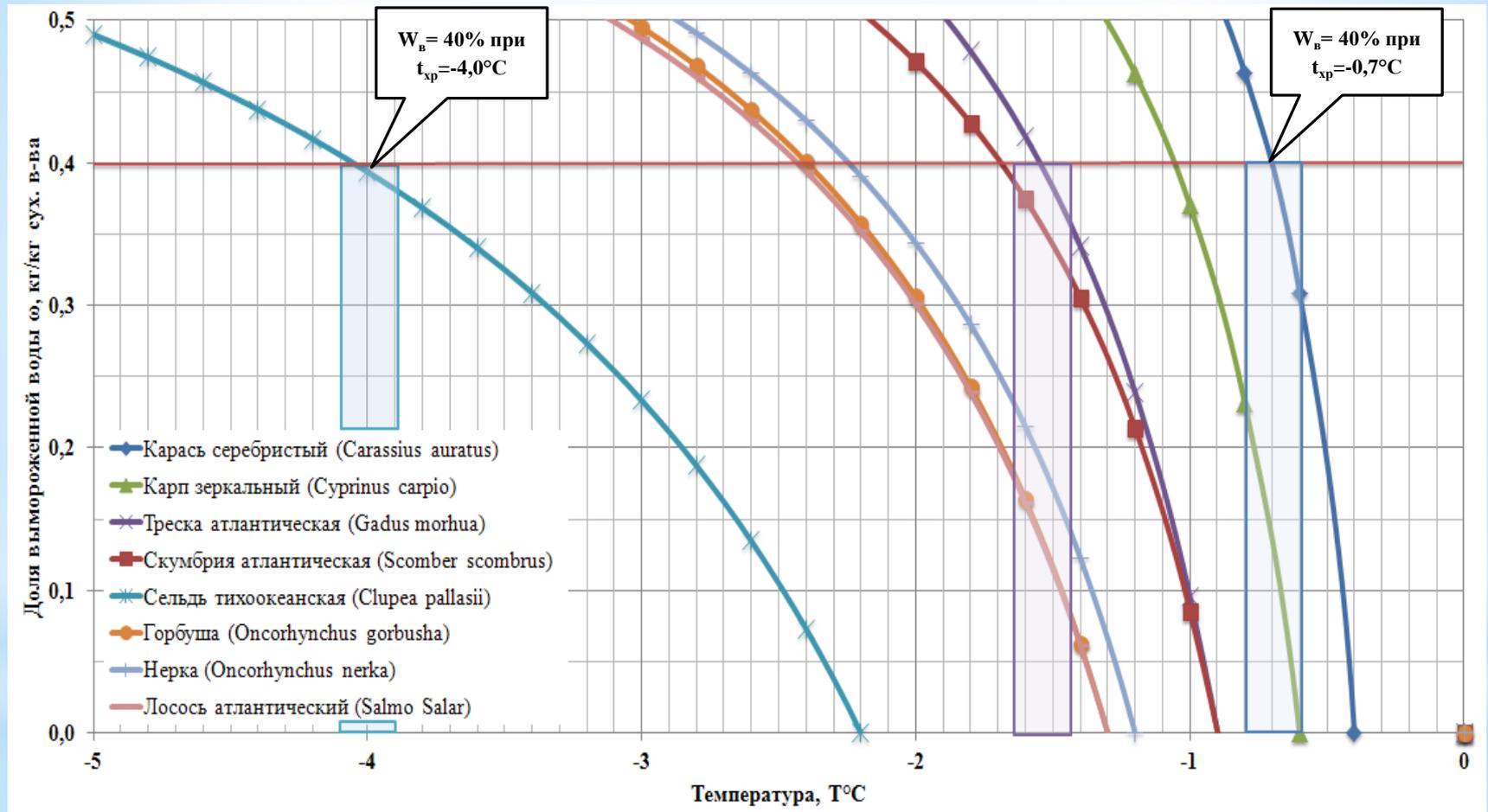
Термографический способ определения криоскопической температуры

# Криоскопические температуры промысловых видов рыб

№	Вид рыбы	$T_{кр}$ °C
1	Лосось атлантический ( <i>Salmo Salar</i> )	- 1,31±0,12
2	Нерка ( <i>Oncorhynchus nerka</i> )	- 1,20±0,11
3	Горбуша ( <i>Oncorhynchus gorbusha</i> )	- 1,30±0,11
4	Сельдь тихоокеанская ( <i>Clupea pallasii</i> )	-2,20±0,06
5	Скумбрия атлантическая ( <i>Scomber scombrus</i> )	- 0,89±0,08
6	Треска атлантическая ( <i>Gadus morhua</i> )	- 0,90±0,06
7	Карп зеркальный ( <i>Cyprinus carpio</i> )	- 0,62±0,04
8	Карась ( <i>Carassius gibelio</i> )	- 0,40±0,03

Анализ данных значений криоскопических температур исследуемых образцов различных промысловых видов рыб показал отличие между максимальным и минимальным значением в 2,5 раза.

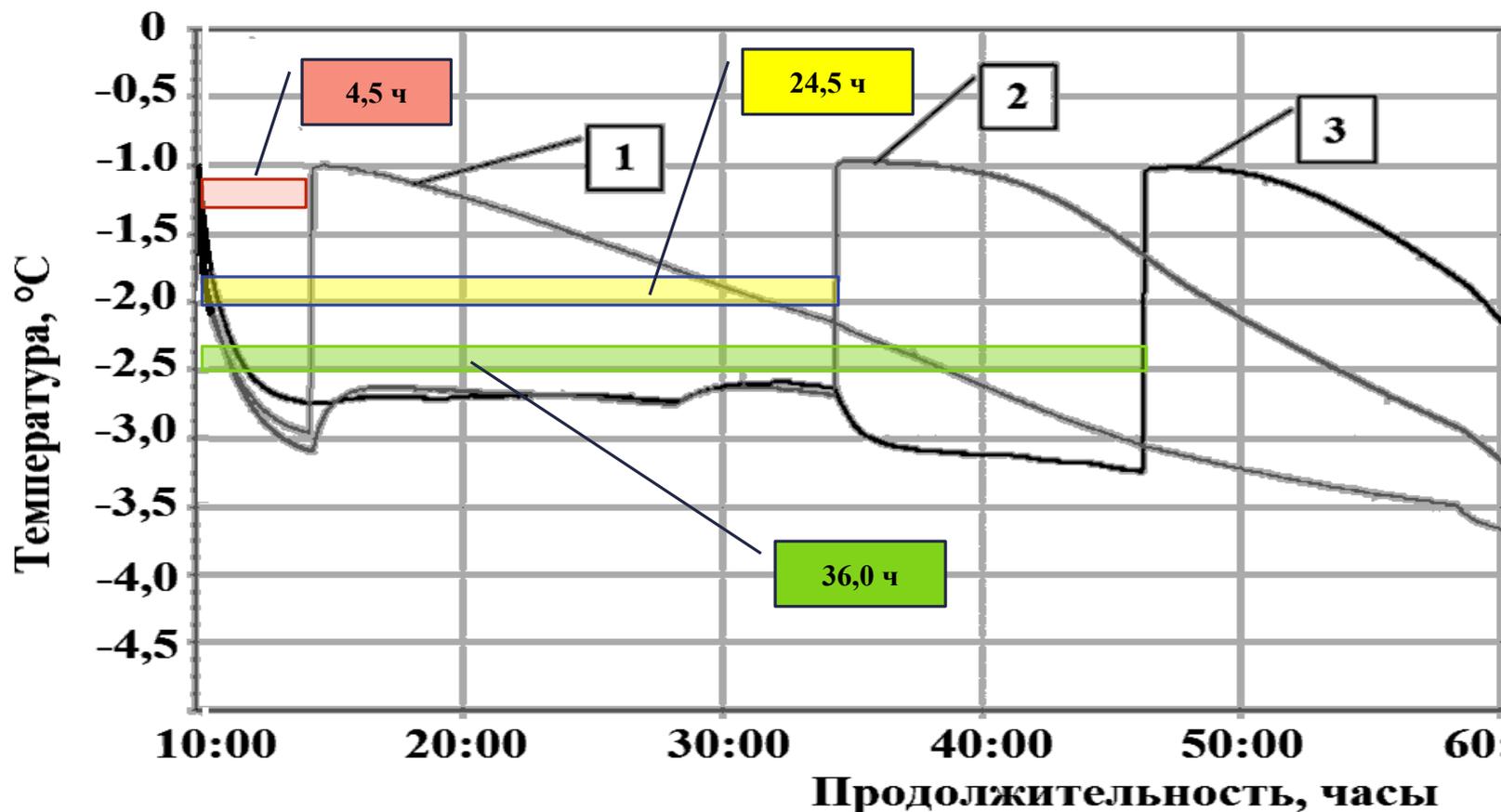
# Зависимость вымороженной воды от криоскопической температуры



Если не учитывать криоскопическую температуру сырья и хранить филе карася и сельди при одинаковом температурном режиме ( $-4^\circ\text{C}$ ), то доля вымороженной воды, в случае фазового перехода воды в лед, для карася составит 83%, а сельди 40%, разница больше чем в 2 раза .

# Стабилизация состояния переохлаждения

Влияние ступенчатого понижения температуры и упаковки на степень и стабильность переохлаждения филе трески атлантической



Степень переохлаждения трески атлантической (*Gadus morhua*):

1- без упаковки; 2 - вакуумупакованное филе;

3- двойная упаковка (вакуумная + полимерная упаковка без вакуума)

# Выводы

Состояние переохлаждения пищевых продуктов – это перспективное направление исследований, позволяющее обеспечить регулирования наиболее важного параметра при хранении пищевых продуктов – температуры, имеющее значительный потенциал в сохранении качества и снижении потерь, увеличении срока хранения пищевых продуктов в результате которых возможна разработка технологии обработки и хранения пищевых продуктов при криоскопических температурах (в речь убрать)

1. Проведены экспериментальные исследования по определению криоскопической температуры отдельных видов рыб. Выявлено, что значения криоскопических температур исследуемых образцов существенно отличаются, так разница между максимальным значением, характерным для карася серебряного ( $t_{кр} = - 0,4^{\circ}\text{C}$ ) и минимальным ( $t_{кр} = - 2,2^{\circ}\text{C}$ ), свойственным филе сельди тихоокеанской, составила  $0,9^{\circ}\text{C}$  (отличие в 2,4 раза).
2. Выполнен расчет количества вымороженной воды в исследуемых образцах филе рыб в диапазоне температур (от минус  $0,4$  до минус  $5,0^{\circ}\text{C}$ ). Так, при разнице криоскопической температуры  $0,9^{\circ}\text{C}$  между образцами филе карася и филе сельди содержание вымороженной влаги при температуре минус  $4,0^{\circ}\text{C}$  в филе карася в 2,1 раза больше содержание льда (83%), чем в филе сельди (40%). Таким образом, для обеспечения одинакового содержания вымороженной воды 40% температура хранения филе карася должна быть на  $3,3^{\circ}\text{C}$  выше, чем для филе сельди.
3. Предложен алгоритм доведения рыбного филе до переохлажденного состояния путем ступенчатого понижения температуры охлаждающей среды. Установлено, что температура переохлаждения филе трески при ступенчатом понижении температуры составила минус  $3,10^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,2^{\circ}\text{C}$  ниже ее криоскопической температуры.
4. Получены предварительные результаты, подтверждающие влияние вакуумупаковки на степень и стабильность переохлаждения. Установлено, что температура переохлаждения филе трески для неупакованных образцов составила  $-2,82^{\circ}\text{C}$ , для вакуумупакованных образцов  $-3,12^{\circ}\text{C}$ , для образцов в двойной упаковке  $-3,51^{\circ}\text{C}$ , при этом стабильность переохлаждения составила 4,5; 24,5; 36,0 ч соответственно.

# Контакты

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

Сайт: <http://vniro.ru>

Телефон: 8 (926)-603-90-18 Архипов Л.О.

E-mail: [norma@vniro.ru](mailto:norma@vniro.ru)



ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ