

КРИОСКОПИЧЕСКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ

Архипов Л.О., канд. техн. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. В результате выполненных экспериментальных работ, получены данные значений криоскопических температур некоторых видов промысловых рыб. Отражена необходимость определения криоскопической температуры для каждого вида рыбного сырья и ее учета при разработке и обосновании индивидуальных режимов длительного холодильного хранения рыбы.

Ключевые слова. Рыба, рыбопродукты, криоскопическая температура, переохлаждение, подмораживание, замораживание.

CRYOSCOPIC TEMPERATURES OF FISHING SPECIES

Arkhipov L.O., Cand. Sc. (Tech.)

FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography»,
Russian Federation, Moscow

Abstract. As a result of the experimental work, the data obtained values of cryoscopic temperatures of some species of commercial fish. Reflects the need to determine the cryoscopic temperature for each type of fish raw material and its account in the development and justification of individual modes of long-term cold storage of fish.

Keywords. Fish, fish products, cryoscopic temperature, supercooling, subfreezing, freezing.

Холодильные технологии в настоящее время широко применяются в пищевой промышленности, а хранение с использованием низких температур преобладает перед другими способами сохранения пищевой продукции. Замораживание является наиболее используемым и эффективным методом сохранения качества пищи и продления ее срока годности [1, 2].

Принцип современных технологий холодильной обработки основан на понижении температуры пищевой продукции до неблагоприятной для роста микроорганизмов, что направлено на обеспечение сохранности их качества и снижения потерь. В рекомендациях «International Institute of Refrigeration» (Международный институт холода) значение температур охлаждающих сред является определяющим фактором, который обуславливает скорость роста микроорганизмов при охлаждении и хранении пищи [3].

Холод является универсальным средством сохранения рыбного сырья и применяется в рыбной промышленности для производства мороженой и охлажденной продукции. Согласно данным ФАО на долю охлажденной и моро-

женной рыбопродукции приходилось в разные годы более 80% производимой пищевой рыбной продукции. По данным Международного института холода продукт считается замороженным при достижении температуры его термического центра на 10°C ниже криоскопической температуры замерзания [3]. Однако стоит отметить, что замораживание на данном уровне развития холодильной технологии, не может обеспечить полной обратимости процесса, поэтому вопрос совершенствования способов холодильной обработки, обеспечивающих получение рыбной продукции, близкой по свойствам к своим исходным характеристикам – свежей незамороженной рыбе, имеет большое значение.

Начиная со второй половины 20 века, получил распространение способ подмораживания рыбы (способ частичного замораживания), который позволяет получать продукт, практически не отличающийся от охлажденной рыбы, при этом имеющий пролонгированный срок хранения. Целесообразность его применения успешно научно обосновано португальскими (Scarlati, 1965), английскими (Ranken, 1963), российскими (Головкин и др., 1972) учеными (Быков, 1987), в настоящее время частичное подмораживание так же называют суперохлаждением (Дибирасулаев М.А. и др.) [4, 5, 6].

Характерным для подмораживания является сохранение рыбы при отрицательных температурах, близких к криоскопическим, при условии частичного вымораживания влаги и образования в тканях кристаллов льда (от 5 до 50 %) [6].

Относительным ограничением при охлаждении и хранении в охлажденном состоянии рыбы является криоскопическая точка – температура нуклеации (кристаллизации) воды в продукте. Криоскопическая температура – неотъемлемая характеристика, значение которой используется при расчетах режимов низкотемпературной обработки при получении свежемороженой продукции. Важным параметром, составляющим качество подмороженного продукта, является степень перехода воды в лёд, что оказывает непосредственное влияние на количество вымороженной воды в продукте на качественные показатели рыбы и зависит от значения криоскопической температуры сырья.

Так, крайне важной характеристикой для различных видов промысловых рыб при проведении исследований по разработке и научному обоснованию режимов холодильного хранения рыбы является значения криоскопической температуры.

Данные о криоскопических температурах пищевого сырья, включая рыбу промысловых видов, встречаются в литературе достаточно редко (особенно в русскоязычной литературе), иногда имеют противоречивые значения и, не смотря на важность значений данных характеристик, недостаточно освещены в научных статьях. Значения криоскопических температур из литературных источников представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что значения криоскопической температуры пищевых продуктов существенно отличаются между отдельными группами растительного и животного происхождения (овощей, морепродуктов), так и внутри групп: для рыбы минимальное значение минус 3,6°C (сельдь), а максимальное – минус 1,1°C (треска атлантическая), при этом имеются противоречи-

вые данные для значений внутри вида (лосось атлантический минус 2,2°C и минус 1,5°C).

Таблица 1

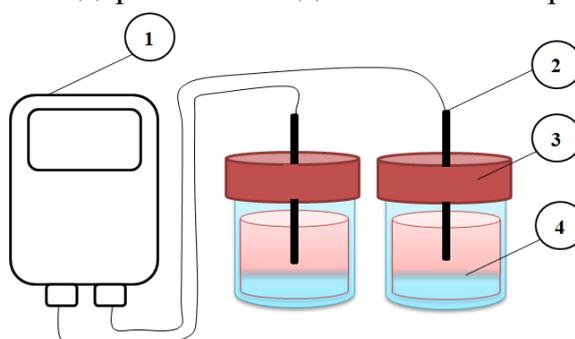
Криоскопическая температура пищевых продуктов [7, 8, 9]

№	Вид продукта	$t_{кр}, ^\circ\text{C}$
1	Брокколи	- 2,1
2	Цветная капуста	- 1,5
3	Чеснок	- 2,7
4	Лук-порей	- 1,9
5	Сельдь («herring»)	-3,6
6	Сельдь атлантическая (<i>Clupea harengus</i>)	- 1,6
7	Треска («cod»)	- 1,4
8	Треска атлантическая (<i>Gadus morhua</i>)	- 1,1
9	Скумбрия («Mackerel»)	- 2,2
10	Скумбрия атлантическая (<i>Scomber scombrus</i>)	- 1,6
11	Лосось («Salmon»)	- 2,2
12	Лосось атлантический (<i>Salmo salar</i>)	- 1,5

Так как важным параметром, определяющим качество продукта, хранящегося в подмороженном или замороженном состояниях, является значение криоскопической температуры, целью настоящей работы являлось определение криоскопических температур отдельных видов промысловых рыб.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований служило филе рыб: сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*), треска (*Gadus morhua*), скумбрия атлантическая (*Scomber scombrus*), лосось атлантический (*Salmo Salar*).

Для проведения исследовательских работ была сформирована группа образцов филе по 3 повторности каждого образца ($n = 3$), которые были помещены в специальные емкости с держателями датчиков температуры, рисунок 1.



1 – прибор измерения температуры, 2 – датчик измерения температуры,
3 – емкость для образцов, 4 – образцы филе

Рисунок 1. Схема установки для определения криоскопической температуры

Образцы замораживались на лабораторном технологическом стенде – LLF-404 SR-H (LabTech). Криоскопическую температуру определяли термо-

графическим способом, описанным в методике James C. et. al. [2011] по формированию на кривой изменения температуры образца термостатической площадки одинаковой температуры [7].

Результаты исследований. Данные по определению криоскопической температуры образцов представлены на примере графика замораживания филе трески (рисунок 2) и в таблице 2.

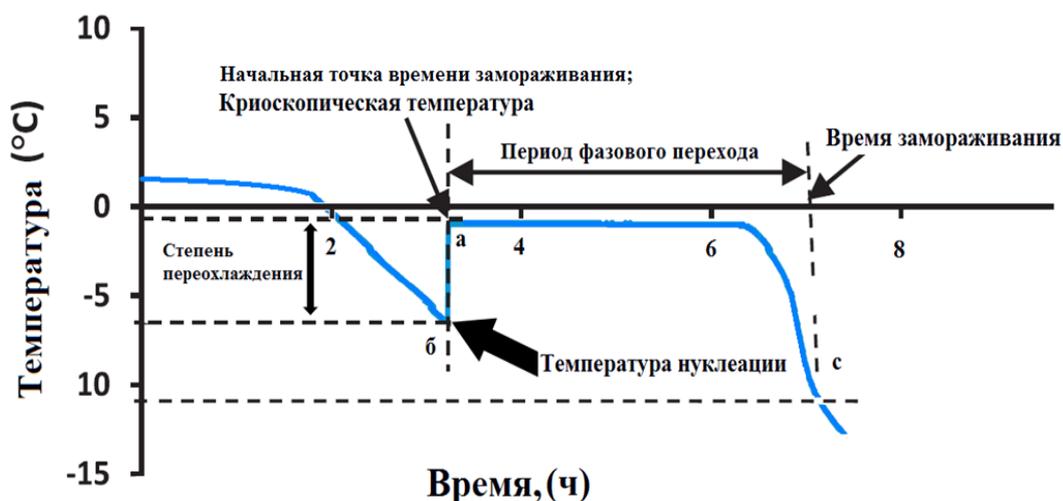


Рисунок 2. График изменения температуры филе трески в процессе замораживания

На рисунке 2 отражена кривая замораживания трески. Температура филе понижается до температуры кристаллизации (образования кристаллов льда) именно она является самой низкой температурой, которая может быть достигнута образцом без образования кристаллов льда (точка б, рисунок. 2).

В этот момент (зарождения кристаллов льда), образуется первое стабильное кристаллическое ядро, что сопровождается выделением скрытой теплоты кристаллизации. Это обуславливает повышение температуры (промежуток б-а на рисунке 2), а затем происходит формирование термостатической площадки, значение которой и есть значение криоскопической температуры.

Таблица 2

Значения криоскопических температур различных видов рыб при разных температурах охлаждения

№ обр.	Вид рыбы	$T_{кр}$ °C
1	Сельдь тихоокеанская (<i>Clupea pallasii</i>)	-2,20±0,05
2	Треска атлантическая (<i>Gadus morhua</i>)	- 0,91±0,04
3	Скумбрия атлантическая (<i>Scomber scombrus</i>)	- 0,90±0,05
4	Лосось атлантический (<i>Salmo Salar</i>)	- 1,30±0,08

Анализ данных значений криоскопических температур исследуемых образцов (график 2 и таблица 2) показал, что максимальное значение ($t_{кр} = - 0,90^{\circ}\text{C}$) приходится на образцы филе скумбрии атлантической, а минимальное

($t_{кр} = -2,20^{\circ}\text{C}$) приходится на образцы филе сельди тихоокеанской и отличается в 2,45 раза.

Выводы. Проведены экспериментальные исследования по определению криоскопической температуры отдельных видов рыб. Выявлено, что значения криоскопических температур исследуемых образцов отличаются, так разница между максимальным значением, характерным для скумбрии атлантической, а минимальное ($t_{кр} = -2,20^{\circ}\text{C}$) приходится на образцы филе сельди тихоокеанской и отличается в 2,45 раза. Полученные экспериментальные данные планируется использовать в дальнейшем для обоснования индивидуальных режимов холодильного хранения рыбы и рыбопродуктов.

Литература

1. Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Шибанова Е.Д., Белянчикова И.В. Исследование состава и содержания свободных нуклеотидов мяса КРС на различных этапах холодильной обработки и хранения // Холодильная техника. 2016. №4. С. 58-61.
2. Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О. Разработка спектрофотометрического метода ускоренной идентификации замороженных блоков, выработанных из парного или охлажденного мяса, для обоснования выбора технологических режимов их размораживания // Все о мясе. 2017. № 5. С. 48-52.
3. Froid I., and Sørensen L.B. Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods. 4th ed. International Institute of Refrigeration. Paris, France. 2006.
4. Быков В.П. Изменение мяса рыбы при холодильной обработке: Автолитические и бактериальные процессы: Учебник. М.: Агропромиздат, 1987. 221 с.
5. Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. Рыба глубокого охлаждения // Обзор ЦНИИТЭРХ. 1972. С. 62.
6. Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г. К разработке научно обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах // Птица и птицепродукты. 2017. №1. С. 29-32.
7. James C., Hanser P., James S.J. Super-cooling phenomena in fruits, vegetables and seafoods //11th International Congress on Engineering and Food (ICEF 2011), Athens, Greece. 2011. С. 22-26.
8. Rahman M.S., Driscoll R.H. Freezing points of selected seafoods (invertebrates) // International journal of food science & technology. 1994. Т. 29. №. 1. С. 51-61.
9. Tolstorebrov I., Eikevik T.M., Bantle M.A DSC study of phase transition in muscle and oil of the main commercial fish species from the North-Atlantic // Food research international. 2014. Т. 55. С. 303-310.