

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАССОЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПРОДУКЦИИ РЕЧНОГО И ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА

Герасим Г.С., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Паламарчук В.В., преподаватель высшей категории

Белгород-Днестровский морской рыбопромышленный техникум, г. Белгород-Днестровский

Приведены данные исследований замораживания прудовых рыб на воздухе и в растворе хлорида кальция. Проведена сравнительная оценка качественных показателей рыбы разных способов замораживания. Установлено, что замораживание в растворе хлорида кальция является перспективным.

The data of investigations of freezing pond fish in the air and calcium chloride solution. A comparative evaluation of quality indicators of fish of different methods of freezing. It is established that freezing in a solution of calcium chloride is promising.

Ключевые слова: раствор хлорида кальция, воздушное замораживание, просаливание, белковая система, липиды рыб.

Обеспечение населения продовольствием является первостепенной народнохозяйственной проблемой. Рыба и рыбопродукты относятся к перечню стратегически важных продуктов питания и должны обязательно входить в полноценный белковый рацион человека, что способствует улучшению его здоровья и продолжительности жизни.

На сегодняшний день общепринято мнение, что для рыбного хозяйства Украины важно не только восстанавливать океанический промысел, но и большое внимание уделять рыбоводству во внутренних водоемах.

Однако основным сдерживающим моментом в реализации этого потенциала является сохранение уловов в связи с трудностью сбыта прудовой рыбы в период лова с августа по декабрь. Это важно когда объектами прудового рыбоводства являются крупные виды рыб и при обработке "пиковых уловов". В этом случае реализовать улов в свежем виде удастся лишь частично и поэтому возникает необходимость промышленной переработки.

Замораживание – один из наиболее надежных и широко используемых способов консервирования, как на береговых предприятиях, так и на судах, позволяющий максимально сохранить пищевую и биологическую ценность сырья и значительно продлить продолжительность хранения.

Наибольшее распространение в мировой практике холодильной обработки получил воздушный способ замораживания. Во многих странах получает широкое распространение использование для замораживания криогенных жидкостей, что позволяет более чем в 30 раз повысить скорость процесса в сравнении с воздушным замораживанием и в (2 ÷ 4) раза снизить потери при замораживании и холодильном хранении. Однако эти методы требуют специального оборудования больших материальных затрат. Замораживание этими способами в (3 ÷ 4) раза дороже по сравнению с традиционным замораживанием [1-6].

Сегодня большое внимание уделяют наиболее доступным методам замораживания не требующих дополнительных материальных затрат и специального оборудования – например в солевых растворах. В мировой практике холодильной обработки крупных рыб успешно применяют замораживание в растворах хлорида натрия и кальция. Однако при использовании рассольного замораживания присутствует ряд проблем, не нашедших эффективного решения.

Недостаточно высокая скорость замораживания и просаливание мышечной ткани рыбы до (3 ÷ 4) % при замораживании в растворе хлорида натрия отрицательно влияют на качественные показатели и стойкость рыбы при холодильном хранении. Замена хлорида натрия хлоридом кальция позволяет понизить температуру охлаждающей среды от минус 15 до минус 40 °С, что позволяет заморозить рыбу значительно быстрее и получить продукт высокого качества в результате сокращения длительности процесса. Одновременно на (50 ÷ 60) %, по сравнению с воздушным замораживанием, сокращается расход энергии. Кроме того, хлорид кальция можно отнести к «идеальным» теплоотводящим средам, так как замораживание можно проводить с температурой минус 54,9 °С, что попадает в интервал температур от (минус 50 до минус 70) °С [6].

Однако этот способ имеет ряд недостатков:

— при замораживании в растворе хлорида кальция возникает массообмен - рыба просаливается, смерзается при последующем холодильном хранении и быстро теряет качество. В процессе хранения качество рыбы, замороженной контактным способом в растворе хлорида кальция, заметно снижается, и

она теряет товарный вид. Так, например, судак буреет и приобретает запах соленой рыбы. Это же происходит и с лещом, с той лишь разницей, что цвет его становится синеватым, а консистенция ослабевшей, несмотря на низкую температуру хранения. Срок хранения таких объектов ограничен вследствие просаливания мышечной ткани и сильного ее окисления. Кроме того, кальций, проникая в ткани, придает рыбе неприятный горький вкус;

— применение хлорида кальция вызывает коррозию оборудования.

Последняя проблема в настоящее время решена использованием для производства установок рассольного замораживания легирующих сталей, а так же полиэтиленовых материалов.

Одним из способов предотвращения просаливания является использование полимерных плёночных материалов, но практическое применение этого способа осложняется отсутствием механизации процесса упаковки крупной рыбы в пленку и необходимостью разделки.

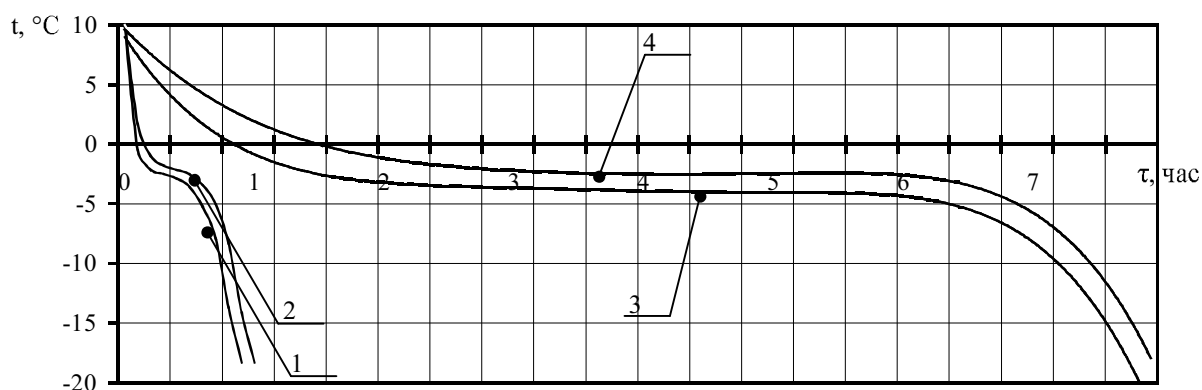
При бесконтактном рассольном замораживании продукт ограждается от непосредственного контакта с рассолом и тем самым устраняется его просаливание. Однако, помимо одной промежуточной среды теплопроводящей между теплоотводящей средой и продуктом, приходится применять вторую промежуточную среду (металлические формы, различные виды пластиковой упаковки и др.), что естественно снижает эффективность и усложняет эксплуатацию таких устройств [7, 8].

Поэтому использование новых биологически инертных покрытий на основе природных биополимеров, наносимых из водных растворов непосредственно на продукты, плотно прилегающих к поверхности и заполняющих все полости, способных в значительной степени снижать диффузию ионов кальция в мышечную ткань рыбы целесообразно и экономически выгодно.

В основе разработки технологических регламентов замораживания рыбы в растворе хлорида кальция исходили из максимального сохранения уровня первоначальных свойств продукта и сокращения материальных затрат. Приходится констатировать, что указанный круг вопросов до настоящего времени недостаточно обоснован. В то же время анализ и обобщение имеющейся информации позволяют рассматривать замораживание в растворе хлорида кальция как перспективный метод обработки. Вместе с тем в литературе отсутствуют конкретные данные, позволяющие объективно оценить влияние способа замораживания в растворе хлорида кальция на качественные характеристики прудовых рыб. Поэтому проведение специальных исследований по замораживанию рыбы в растворе хлорида кальция было целесообразно.

Объектом исследования выбрана одна из основных промысловых прудовых рыб – белый толстолобик. Для объективной оценки влияния способа замораживания на изменение свойств рыбы были приняты: одинаковое состояние рыбы до замораживания; постоянные условия холодильного хранения; одинаковые условия размораживания. Перед замораживанием рыба находилась в состоянии разрешения по смертного окоченения.

Установлено, что продолжительность замораживания толстолобика в растворе хлорида кальция в 8,6 раз меньше в сравнении с продолжительностью замораживания на воздухе (рис. 1).



- 1 – изменение температуры на поверхности тела рыбы при воздушном замораживании;
- 2 – изменение температуры в центре тела рыбы при воздушном замораживании;
- 3 – изменение температуры на поверхности тела рыбы при рассольном замораживании;
- 4 – изменение температуры в центре тела рыбы при рассольном замораживании

Рис. 1 – Влияние теплоотводящей среды на продолжительность замораживания

Анализ кривых замораживания показывает, что продолжительность основного периода значительно сокращается в случае замораживания рыбы в растворе хлорида кальция. Соответственно максимальные

номинальная и эффективная скорости замораживания наблюдались при использовании в качестве теплоотводящей среды хлорида кальция (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние способа замораживания на скорость и темп процесса

Наименование показателей	Теплоотводящая среда		
	воздух		хлорид кальция
	Г ⁴	П ⁵	
Средняя толщина рыбы, см	4	4	4
Продолжительность замораживания ¹ , ч	6,2	2	0,6
Номинальная продолжительность замораживания ² , ч	7,6	3,4	1,6
Эффективная продолжительность замораживания ³ , ч	8,5	3,8	1,9
Скорость замораживания, см/ч	0,32	1,0	3,3
Номинальная скорость замораживания, см/ч	0,26	0,59	1,25
Эффективная скорость замораживания, см/ч	0,24	0,53	1,05

Примечания:

- 1 – в пределах температуры от 0 °С до минус 15 °С в термическом центре;
- 2 – в пределах температуры от минус 1 °С на поверхности до минус 5 °С в термическом центре;
- 3 – в пределах температуры от 3 °С до минус 18 °С в термическом центре;
- 4 – без использования принудительной циркуляции воздуха;
- 5 – с использованием принудительной циркуляции.

Результаты послойного определения массовой доли хлорида кальция в разных частях тела мороженой рыбы показали, что наибольшее "просаливание", как и следовало ожидать, происходит в кожно-чешуйчатом покрове толстолобика. Массовая доля ионов кальция в кожно-чешуйчатом покрове составила 3,9 %, в подкожном слое 2,8 % и во внутреннем слое – 1,6 %. Проникновение хлорида кальция в кожно-чешуйчатый покров рыбы происходит в основном в первые (20 ÷ 25) мин замораживания, что согласуется с результатами других исследователей [9, 10]. В этот период в кожно-чешуйчатый покров толстолобика проникает до (86 ÷ 90) % от общего количества диффундирующего кальция, а температура поверхностного слоя рыбы достигает (минус 3 – минус 5) °С. Дальнейшее замедление "просаливания" объясняется, по-видимому тем, что в процессе замораживания в тканях рыбы образуются кристаллы льда, которые препятствуют диффузии ионов кальция в мышечную ткань.

Сравнительная характеристика органолептических показателей белого толстолобика замороженного на воздухе и в растворе хлорида кальция приведена в табл. 2.

По внешнему виду исследуемые образцы, подвергнутые воздушному замораживанию, незначительно превосходили образцы рыбы рассольного замораживания – 5 и 4 балла соответственно. При контактном рассольном замораживании наблюдалось некоторое потускнение поверхности, которое, однако, допускается стандартом.

Образцы воздушного замораживания имели запах свойственный свежей рыбе, без порочащих признаков, тогда как образцы рассольного замораживания отличались наличием слабовыраженного запаха, подобного запаху соленой рыбы – 5 и 3 балла соответственно, что объясняется "просаливанием" мышечной ткани рыбы в процессе замораживания.

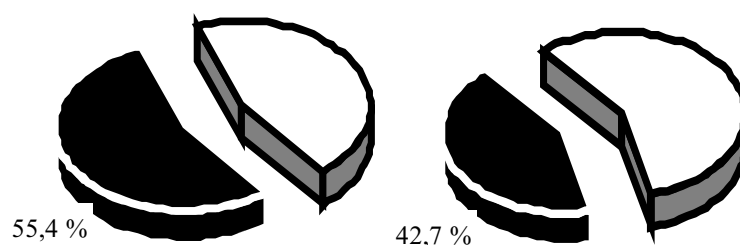
Консистенция образцов рыбы, замороженной как на воздухе, так и в растворе хлорида кальция была плотной, присущая данному виду рыбы. Однако по сочности образцы, замороженные в растворе хлорида кальция, незначительно превосходили образцы воздушного замораживания – 5 и 4 балла соответственно, что объясняется сублимацией части влаги содержащейся в мышечной ткани рыбы в процессе воздушного замораживания (усушкой).

Замораживание рыбы как воздушным, так и рассольным способом оказывает влияние на белковую систему, изменение фракционного состава белков и влагоудерживающей способности мышечной ткани рыбы замороженной.

Установлено, что содержание азота растворимых белков мышечной ткани исследованных рыб (по Кьельдалю), замороженных в растворе хлорида кальция, составляло 55,4 %, а замороженных на воздухе – 42,7 % к азоту белковому (рис. 2).

Таблица 2 – Органолептическая оценка толстолобика разных способов замораживания

Комплексные показатели	Единичные показатели	Способ замораживания			
		воздушное		рассольное	
		характеристика	баллы	характеристика	баллы
Внешний вид	цвет поверхности	Естественный, свойственный данному виду рыбы: спинка серая, брюшко бело-серебристое	5	Естественный, с некоторыми изменениями: спинка серая, брюшко серо-серебристое, слегка потускневшее	4
Запах	степень свойственности	Запах свойственный свежей рыбе без порочащих признаков	5	Умеренной интенсивности, сопутствует слабовыраженный запах, подобный запаху соленой рыбы	3
Консистенция	сочность	Сочная	4	Очень сочная	5
Консистенция	плотность	Плотная, присущая мясу толстолобика: при надавливании на разрез требуется приложить заметное усилие для развития деформации, следы от которой исчезают медленно, но полностью	5	Плотная, присущая мясу толстолобика: при надавливании на разрез требуется приложить заметное усилие для развития деформации, следы от которой исчезают медленно, но полностью	5
Итого		19		17	



*а – замораживание в растворе хлорида кальция;
б – замораживание на воздухе*

Рис. 2 – Влияние способа замораживания на изменение растворимости белков мышечной ткани толстолобика

Как показали проведенные исследования, на изменение белковой системы в значительной степени влияет способ замораживания. Содержание растворимых белков мышечной ткани толстолобика выше при замораживании в растворе хлорида кальция на 12,7 % по сравнению с замораживанием на воздухе, что связано с увеличением скорости замораживания рыбы в растворе хлорида кальция и уменьшением продолжительности критического интервала температур (минус 1 – минус 5 °С), вызывающего максимальную денатурацию белков.

Влагоудерживающая способность характеризует лиофильные свойства мышечной ткани рыбы, дает возможность косвенно судить о гистологической структуре мышечной ткани, о развитии денатурационных процессов и имеет важное значение для оценки качества мороженой продукции.

Влагодерживаюча здатність м'язової тканини риби після заморожування в розчині хлориду кальцію становила 78 %, а після заморожування на повітрі – 64 % утримуваної вологи до загальної її кількості (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив способу заморожування на зміну розчинності білків, ВУС і якісних змін ліпідів

Спосіб заморожування	Азот розчинних білків, % до азоту білкового	ВУС, %	Кислотне число, мг КОН/1 г жиру	Перекисне число, % I ₂ /100 г жиру
Заморожування на повітрі	42,7	64	5,95	0,010
Заморожування в розчині хлориду кальцію	55,4	78	5,02	0,02

Влагодерживаюча здатність м'язової тканини риби після заморожування в розчині хлориду кальцію на 14,0 % вище, ніж при заморожуванні на повітрі. По-видимому, при заморожуванні на повітрі ступінь агрегації макромолекул білка вище, ніж при заморожуванні в розчині хлориду кальцію, що призводить до зменшення влагодерживаючої здатності м'язової тканини риби.

Якість риби зменшується не тільки за рахунок змін, що відбуваються в білках, але й за рахунок змін ліпідів – їх гідролітичного розщеплення. В результаті гідролізу відбувається розпад тригліцеридів, супроводжується утворенням вільних жирних кислот (СЖК). До кількісного вмісту СЖК в ліпідах, тобто до ступеня гідролізу судять, за величиною кислотного числа. Поява вільних жирних кислот не супроводжується зміною органолептичних показників якості риби. Зниження якості відбувається в результаті окислювальної порчі. Окислення ліпідів відбувається в результаті контакту їх з киснем повітря. Первинними продуктами окислення ліпідів є надзвичайно нестійкі перекисні сполуки (первинні продукти окислення). З перекисних сполук утворюються більш стійкі вторинні продукти окислення – карбоксильні сполуки і др. Встановлено, що кислотне число ліпідів м'язової тканини риби, після заморожування в розчині хлориду кальцію становить 5,02 мг КОН/1 г жиру, а після заморожування на повітрі – 5,95 мг КОН/1 г жиру. Перекисне число ліпідів м'язової тканини риби після заморожування в розчині хлориду кальцію і на повітрі змінюється в межах від 0,010 до 0,02 % йода/100 г жиру. Слід зазначити, що при аналізі експериментальних даних вплив способу заморожування на ступінь гідролізу і окислення ліпідів м'язової тканини товстолобика виявлено не було.

Проведені дослідження показали перевагу заморожування риби контактним способом в розчині хлориду кальцію порівняно з традиційним заморожуванням на повітрі. Результати досліджень дають підставу вважати, що на рівень екстрагуємості білків і гідрофільні властивості м'язової тканини мороженої риби в значній мірі впливає спосіб заморожування. Отримані дані свідчать про те, що ступінь денатураційних змін білків м'язової тканини риби менше при заморожуванні в розчині хлориду кальцію порівняно з заморожуванням на повітрі. Перевага контактної методики заморожування риби в розчині хлориду кальцію підтверджується також даними органолептичних, фізичних, гістологічних, структурно-механічних і мікробіологічних показників якості.

Література

1. Борисочкіна Л.І. Технологія продуктів з океанічних риб / Л.І. Борисочкіна, Т.А. Дубровська. – М.: ВО «Агропромиздат», 1998. – 208 с.
2. Родін Е.М. Холодильна технологія рибних продуктів. – М.: Агропромиздат, 1989. – 303 с.
3. Головкін Н.А. Холодильна технологія харчових продуктів. – М.: Легк. і пищ. пром-ть, 1984. – 238 с.
4. Алмаши Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов: Пер. с венгер. О.А. Воронова; Под ред. А.Ф. Наместникова / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. – М.: Легк. пищ. пром-сть, 1981. – 402 с.
5. Постольски Я. Замораживание пищевых продуктов: Пер. с польск. Ю.Ф. Заяс, И.Е. Фельдман; Под ред. Заяса Ю.Ф. / Я. Постольски, З. Груда. – М.: Пищ. пром-ть. 1978. – 607 с.
6. Михайлова И.Ф. Совершенствование способов холодильной обработки и хранения рыбы / И.Ф. Михайлова, Е.М. Родин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.
7. Пат. 27033, Япония, МКИ А 23. Способ обработки мяса перед замораживанием // Пат. 27033 Япония, МКИ А 23, Ямада А., Ямагаси М.
8. Безусов А.Т. Вплив способу заморожування на якість мороженої риби / А.Т. Безусов, Г.С. Паламарчук, М.І. Бабков // Обладнання та технології харчових виробництв. Темат. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2001. – Вип. 6. – Т.1. – С. 52-58.

9. Мижуева С.А. Исследование замораживания рыбы в растворе хлористого кальция / С.А. Мижуева, А.С. Манухин, Л.И. Хвалова // АТИРПиХ. – Астрахань, 1992. – 15 с. – Деп. в ВИНТИ 26.03.92. № 1200. – рх 92.
10. Безусов А.Т. Разработка методов и устройств для первичной холодильной обработки продукции прудового рыбоводства / А.Т. Безусов, А.С. Паламарчук, А.С. Титлов // Зб. наук. праць Міжнар. наук.-техніч. конф. "Сучасні проблеми холодильної техніки та технології". – ОДАХ. – Одеса, 2001. – С. 109-120.

УДК 664-027.3:664.3-027.35

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ ЖИРА

Виннов А.С., доц., канд. техн. наук
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев
Маноли Т.А., доц., канд. техн. наук
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Приведен обзор основных видов заменителей жира. Рассмотрены технологические принципы производства заменителей и миметиков жира.

Overview of main types fat substitutes is given. Discussed the technological principles of substitutes and fat mimetics production.

Ключевые слова: миметики жира, сложные эфиры сахарозы, низкомолекулярные жирные кислоты, ферментативный гидролиз белков, трансглутаминаза.

Широкое распространение избыточной массы тела и ожирения вызвали необходимость поиска и разработки низкокалорийных заменителей жира и маложирных «легких» продуктов на их основе.

Все существующие на сегодня заменители жира можно разделить на две группы: собственно заменители жира (далее заменители жира); миметики жира.

Заменители жира представляют собой макромолекулы, которые химически похожи на эфиры многоатомных спиртов, в том числе на эфиры глицерина. Многие заменители жира в организме человека не усваиваются или имеют низкую степень усвоения.

Миметики жира, в отличие от заменителей, имеют абсолютно иное химическое строение, но в той или иной степени имитируют органолептические и физические свойства триглицеридов.

Наиболее распространенные современные собственно заменители жира - это продукты торговых марок и названий «Olestra/Olean®», (Procter & Gamble Co.), «SFE» (Mitsubishi Kagaku food corporation, Kogyo Seiyaku Co.), «Sorbestrin» (Cultor Food Science Inc.), «SL» (Abitec Stepan Co.) и другие.

Заменитель жира Olestra/Olean® представляет собой смесь сложных эфиров сахарозы с 6...8 молекулами ненасыщенных жирных кислот с длиной цепи 12 и выше углеродных атомов [1]. Технология этого продукта включает в себя процесс гидролиза природных пищевых жиров и растительных масел, метилирование образовавшихся жирных кислот и этерификацию сахарозы этими эфирами под каталитическим действием щелочных металлов или их солей, в безводных условиях и высоком вакууме. Полученные эфиры сахарозы очищают многократной промывкой, отбеливают и дезодорируют с последующей возгонкой непрореагировавших метиловых эфиров жирных кислот. В зависимости от вида использованных жирных кислот продукт имеет различные области применения, функциональные и физические свойства, степень усвоения организмом человека [2].

Заменитель жира «SFE» (Sucrose fatty acid esters) подобен Olestra /Olean®, но в отличие от него представляет собой только моно- ди- и три-эфиры сахарозы и жирных кислот. Этот продукт частично усваивается организмом человека. Его калорийность зависит от степени этерификации сахарозы и вида жирных кислот. Молекулы «SFE» имеют 5...7 свободных гидроксильных групп, что придает продукту как гидрофильные, так и липофильные свойства. Эта особенность строения «SFE» определяет возможность его использования в виде пищевого эмульгатора и ПАВ.

Жирозаменитель «Sorbestrin» представляет собой смесь три-, тетра- и пента этерифицированного жирными кислотами многоатомного спирта сорбита (C₆H₁₄O₆). Sorbestrin частично усваивается организ-