

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 664.955.7.014

Н.В. Дементьева, В.Д. Богданов*Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МОЛОК РЫБ**

Экспериментально установлено, что свежие молоки лососевых, тресковых и сельдевых видов рыб обладают высокими функционально-технологическими свойствами, которые проявляют тенденцию к снижению после замораживания и холодильного хранения, причем незначительно в первый месяц хранения и существенно по истечении двух месяцев хранения, особенно это характерно для молок трески. Выявлено, что молоки исследуемых видов рыб проявляют высокую эмульгирующую способность. Установлено, что стабильность эмульсионных систем с использованием молок зависит от вида, степени свежести сырья и его предварительной тепловой обработки. Самую высокую стабильность показывают эмульсионные системы, в которых молоки не подвергались предварительной тепловой обработке. Эмульсии с молоками лососевых проявляют более высокую стабильность по сравнению с молоками других видов рыб. Проведенные исследования показывают перспективность использования молок рыб в технологиях эмульгированных продуктов в качестве как эмульгаторов, так и функционального ингредиента, включающего белки, нуклеиновые кислоты, фосфолипиды, полиненасыщенные жирные кислоты.

Ключевые слова: молоки рыб, функционально-технологические свойства, охлаждение, варка.

Dementeva N.V., Bogdanov V.D. Investigation of functional and technological properties of crushed milts // *Izv. TINRO*. — 2016. — Vol. 185. — P. 277–284.

Fresh milts of salmon, cod, and herring possess high technological properties which are lowered in the processes of freezing and storage. The lowering is insignificant in the first month of storage but becomes more essential after two months of storage, in particular for the milt of cod. One of these properties is a high emulsifying ability. Stability of the emulsion systems with use of milt depends on the fish species, freshness of the raw materials, and preliminary thermal processing: the emulsions with milt of salmon have higher stability relative to the milts of other species and the unprocessed milt provides the highest stability of the emulsion systems. The milts could be used in emulsified products both as the emulsifiers and as functional ingredients that include proteins, nucleic acids, phospholipids, and polyunsaturated fatty acids.

Key words: milt, functional and technological properties, freezing, cooking.

* Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru; Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru.

Dementeva Natalia V., Ph.D., assistant professor, e-mail: dnvdd@mail.ru; Bogdanov Valery D., D.Sc., professor, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru.

Введение

При технологической обработке сырья с целью получения продуктов с заданными структурными характеристиками применяются различные процессы, такие как эмульгирование, гелеобразование и др.

Дисперсные системы типа эмульсий сегодня играют важную роль в производстве продуктов питания. Эмульсии можно встретить в молочных, мясных, рыбных, кондитерских, масложировых продуктах, напитках (Кочеткова, 1999).

Пищевые эмульсионные продукты представляют собой тонкодисперсные устойчивые системы, включающие в себя водную и жировую фазы, а также другие компоненты: белки, углеводы, минеральные вещества, красители, витамины, биологически активные вещества (Сарапкина, 2005). Пищевые эмульсии являются системами, нестабильными в термодинамическом отношении, поскольку в них отсутствует средство между частицами основных фаз «масла» и «воды», они имеют тенденцию к разрушению. Потеря устойчивости пищевых эмульсий может быть обусловлена различными физико-химическими процессами, из которых наиболее важными являются действие гравитационного поля, флокуляция, коалесценция, созревание Оствальда и инверсия фаз. Создание устойчивых как во времени, так и при физико-химических воздействиях пищевых эмульсий — одна из задач технологии продуктов питания. Основным способом придания устойчивости эмульсиям заключается в введении в их состав специальных веществ — эмульгаторов.

При создании эмульсионных систем для пищевой промышленности, как правило, используют неионогенные высокомолекулярные эмульгаторы, в качестве которых выступают белки различного строения, бета-лактоглобулин, лизоцим, овальбумин, коллагены и др. (Евстратова, 1990). Выбор эмульгаторов, а также правильное сочетание и дозировка эмульгирующих композиций позволяют вырабатывать эмульсионные продукты требуемого качества с варьируемым в широком диапазоне соотношением жировой и водной фаз. Основные принципы выбора стабилизирующих и эмульгирующих систем связаны сегодня с ориентацией на группу соединений природного происхождения, широкое внедрение которых позволяет решать многие важные социальные и экономические проблемы: значительно увеличивать объем выработки продукции, что повышает эффективность производства. Вместе с тем качественное и количественное изменение жировой и белковой составляющих эмульсионных продуктов позволит вырабатывать широкое разнообразие продукции с учетом назначения и специфики использования. Таким образом, производство эмульсионных продуктов — колбас, паштетов, спредов, кремов, соусов, паст из рыбного сырья — предмет научных исследований и технологических разработок.

В качестве природных эмульгаторов, или белковой фазы, в эмульсионной системе возможно использование вторичного пищевого рыбного сырья, в частности молок рыб (Чупикова, 2000; Богданов и др., 2007; Дементьева и др., 2011). Количество молок при разделке рыб зависит от их вида, стадии нерестовых изменений и может составлять до 26 % к массе сырца, что образует значительный объем пищевых отходов.

Молоки являются высокобелковым сырьем, содержащим в своем составе биологически активные вещества (нуклеопротеиды, включающие ДНК и РНК, фосфолипиды, стерины, жирорастворимые витамины, полиненасыщенные жирные кислоты ω -3 и ω -6), что обуславливает перспективность их использования в производстве эмульгированных пищевых продуктов (Касьяненко и др., 1997; Позднякова, 2003; Дементьева, Воропаева, 2014).

Качественные характеристики готового продукта зависят от функционально-технологических свойств исходного сырья, под которыми понимают совокупность показателей, характеризующих уровни эмульгирующей, водосвязывающей, жиро-, вододерживающей и гелеобразующей способностей, структурно-механические свойства (липкость, вязкость, пластичность и т.д.), сенсорные характеристики (цвет, вкус, запах), величины выхода и потерь при термообработке различных видов сырья (Антипова и др., 2004). Их исследование позволяет в дальнейшем выбирать технологические приемы

его обработки, направленные на обеспечение высокого качества пищевых продуктов. Функционально-технологические свойства зависят от степени свежести сырья, условий и сроков его хранения, а также от технологических приемов его обработки.

Цель научной работы — показать функционально-технологические свойства измельченных молок рыб и обосновать их использование в технологии эмульгированных рыбных продуктов.

Материалы и методы

В качестве основного исследуемого сырья использовали молоки лососевых, сельдевых и тресковых рыб, которые извлекали из охлажденной рыбы (кеты, трески, сельди тихоокеанской), соответствующей ГОСТ 814-96. Рыба охлажденная.

Треска и сельдь тихоокеанская добывались в зал. Петра Великого в весенний и осенний периоды. Кета использовалась осеннего лова в Хасанском районе Приморского края.

Рыбу после вылова охлаждали льдом. Расход льда для охлаждения рыбы составлял около 75 % к массе рыбы-сырца. Продолжительность хранения рыбы в охлажденном состоянии варьировалась от четырех до восьми часов.

В качестве вспомогательных материалов использовали масло подсолнечное рафинированное дезодорированное (ГОСТ Р 52465-2005 «Масло подсолнечное. Технические условия»), воду питьевую (ГОСТ 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества»).

Отбор проб сырья и подготовку проб к анализу проводили по стандартным методикам (ГОСТ 31339-06, ГОСТ 7631-08, ГОСТ 8756.0-70).

Органолептическую оценку качества эмульсий с использованием молок производили по ГОСТ 7631-2008. Исследование pH среды осуществляли потенциометрическим методом на иономере марки Н-130.

Определение водосвязывающей способности (*BCC*) проводили методом прессования, используя для расчета формулу

$$BCC = 100 - \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

где *a* — навеска образца до прессования, мг; *b* — навеска образца после прессования, мг.

Водоудерживающую способность (*BVC*) определяли как разность между массовой долей воды в сырье и количеством воды, отделившейся в процессе термической обработки, по формуле

$$BVC = B - BBC,$$

где *B* — массовая доля воды, %; *BBC* — водовыделяющая способность молок, %.

Водовыделяющую способность (*BBC*) определяли по формуле

$$BBC = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1},$$

где *m*₁ — масса навески до термообработки, г; *m*₂ — масса навески после термообработки, г.

При определении эмульгирующей способности (*ЭС*) и стабильности эмульсии (*СЭ*) навеску измельченных молок массой 7 г суспензировали в 100 см³ воды в гомогенизаторе (или миксере) при частоте вращения 25,1 с⁻¹ в течение 60 с. Затем добавляли 100 см³ рафинированного подсолнечного масла и смесь эмульгировали в гомогенизаторе или миксере при частоте вращения 25,1 с⁻¹ в течение 5 мин. После этого эмульсию разливали в 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью 50 см³ и центрифугировали при частоте вращения ротора 8,4 с⁻¹ в течение 10 мин. Далее определяли объем эмульгированного масла.

Эмульгирующую способность в процентах определяли по формуле

$$ЭС = \frac{V_1}{V} \cdot 100,$$

где *V*₁ — объем эмульгированного масла, см³; *V* — общий объем масла, см³.

Стабильность эмульсии определяли путем ее нагревания при температуре 80 °С в течение 30 мин и охлаждения водой в течение 15 мин. Затем заполняли эмульсией 4 калиброванные центрифужные пробирки вместимостью по 50 см³ и центрифугировали при частоте вращения ротора 8,4 с⁻¹ в течение 5 мин. Далее определяли объем эмульгированного слоя.

Стабильность эмульсии в процентах рассчитывали по формуле

$$СЭ = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100,$$

где V_1 — объем эмульгированного масла, см³; V_2 — общий объем эмульсии, см³.

Статистическую обработку данных проводили стандартным методом оценки результатов испытаний для малых выборок. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых (P) = 0,95, доверительный интервал (Δ) ±10 %.

Результаты и их обсуждение

В процессе исследований определяли функционально-технологические свойства свежего сырья, затем молоки замораживали и исследовали изменение их функционально-технологических свойств в процессе холодильного хранения.

Проведенные исследования показывают, что у свежих молок показатель рН находится в нейтральной среде и составляет 6,9–7,1 в зависимости от вида рыбы. После замораживания и холодильного хранения в течение двух месяцев идет незначительное смещение показателя в кислую среду до рН 6,4–6,7.

Свежие молоки характеризуются высокими показателями *BCC*. Наибольшей способностью к связыванию воды обладают молоки сельди тихоокеанской, показатель *BCC* у них равен 66 %, у молок лососевых он чуть ниже — 62 %, наименьшую *BCC* проявляют молоки трески: у них она находится на уровне 56 % (рис. 1).

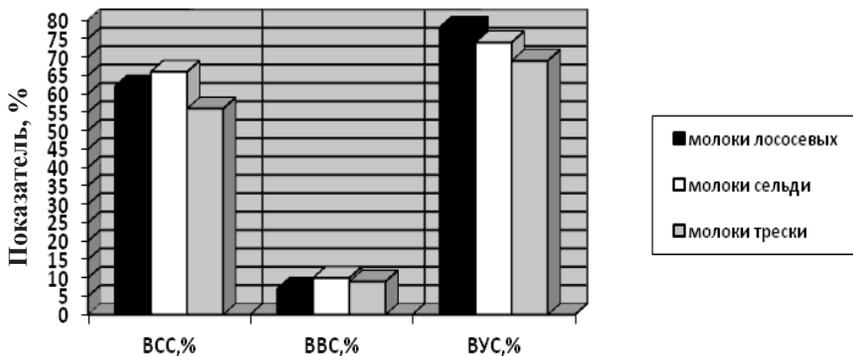


Рис. 1. Функционально-технологические свойства свежих молок

Fig. 1. Functional and technological properties of fresh milt

После тепловой обработки (показатель *BBC*) свежие молоки лососевых теряют наименьшее количество воды — около 7 % — по сравнению с молоками трески и сельди тихоокеанской, у которых потери воды составляют соответственно 9 и 10 %.

В связи с тем что потери воды у свежих молок минимальны, они показывают высокие значения *BUC*: лососевые 78 %, сельдь тихоокеанская 74 %, треска 69 % (рис. 1).

В процессе холодильного хранения происходит снижение функционально-технологических свойств молок рыб. Как видно из представленных данных (рис. 2, 3), показатель *BCC* у мороженых молок сельди тихоокеанской после одного месяца хранения составляет 59 %, а после двух месяцев — 44 %. У молок лососевых *BCC* после одного месяца хранения снижается до 57 %, через два месяца — до 46 %. Наименьшее значение *BCC* наблюдается у молок трески — 49 % через месяц и 38 % после двух месяцев хранения. После двух месяцев холодильного хранения *BBC* у молок лососевых повышается до 15 %, у молок сельди тихоокеанской и трески — до 18–20 %. Повышение

водовыделяющей способности приводит к снижению *ВУС* у мороженных молок. Этот показатель у молок лососевых составляет после одного месяца хранения 72 %, через два месяца — 68 %. *ВУС* молок сельди тихоокеанской и трески снижается до 60 % после двухмесячного холодильного хранения.

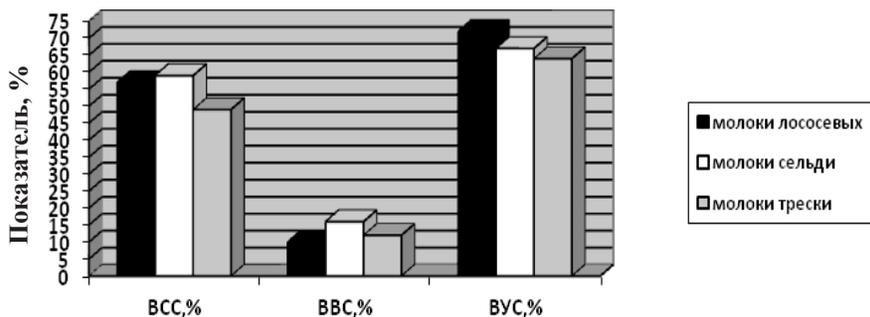


Рис. 2. Функционально-технологические свойства мороженных молок (1 мес хранения)
 Fig. 2. Functional and technological properties of frozen milk (1 month of storage)

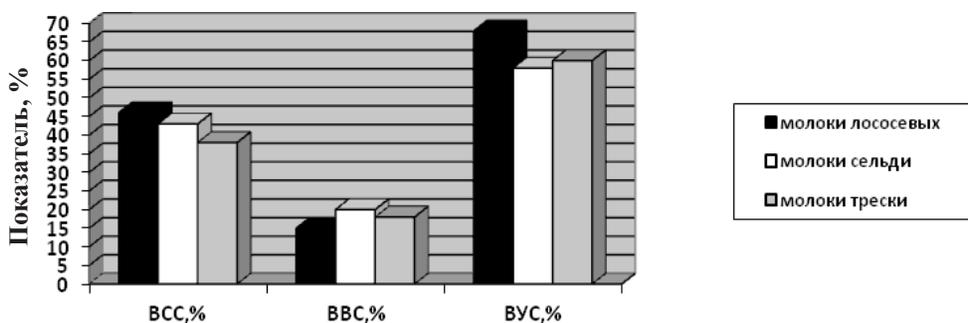


Рис. 3. Функционально-технологические свойства мороженных молок (2 мес хранения)
 Fig. 3. Functional and technological properties of frozen milk (2 months of storage)

Одним из важных показателей при получении эмульгированных продуктов являются их эмульгирующая способность и стабильность эмульсии, т.е. способность к стабилизации структуры эмульсии, прежде всего в отношении расслоения на водную и жировую фазы после термического и механического воздействий.

Поскольку продукты эмульсионного типа могут быть изготовлены как из сырой ткани, так и из подвергнутой предварительной тепловой обработке, проведены исследования по изучению зависимости эмульгирующей способности и стабильности эмульсионных систем из сырых и вареных молок от срока холодильного хранения.

Проведенные исследования показывают, что свежие молеку всех исследуемых видов рыб как в сыром, так и вареном виде проявляют высокую эмульгирующую способность, а эмульсии, где они используются в качестве эмульгатора и загустителя, имеют высокие показатели стабильности. Однако после теплового воздействия стабильность эмульсионных систем неодинакова. Самую высокую стабильность после нагрева проявляют эмульсионные системы с использованием молок лососевых в сыром виде — 92 % и вареном — 77 %. Эмульсионные системы с использованием молок трески и сельди менее стабильны. Так, стабильность эмульсий с использованием сырых и вареных молок трески составляет соответственно 78 и 71 %, сельди — 69 и 63 % (рис. 4).

Использование в качестве эмульгаторов мороженных молок всех исследуемых видов рыб позволяет получать эмульсионные системы с высокой эмульгирующей способностью, т.е. замораживание не снижает их способность к хорошему удерживанию водной и жировой фаз в системе. Однако стабильность эмульсионных систем с использованием мороженных молок ниже, чем свежих, причем при добавлении их как в сыром, так и в вареном виде. Кроме того, чем больше срок холодильного хранения молок, тем ниже стабильность эмульсионных систем, приготовленных с их использованием. Показатель стабильности эмульсионной системы с использованием молок

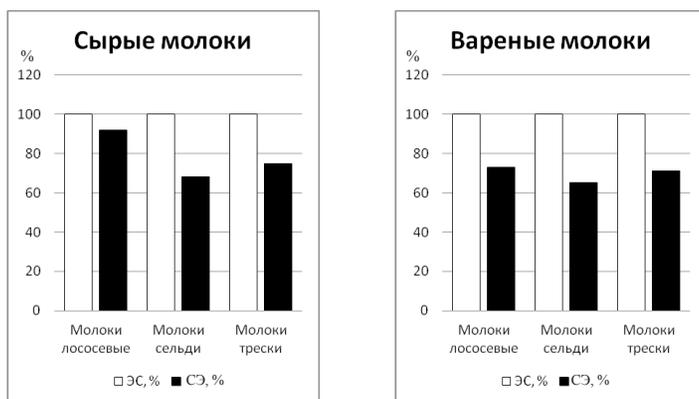


Рис. 4. Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии из свежих молок
 Fig. 4. Emulsifying capacity of fresh milt and stability of the emulsion

лососевых, которые хранились в замороженном виде в течение месяца, составляет у сырых 89 %, у вареных 72 %. После двух месяцев хранения молоко лососевых стабильность системы снижается у сырых до 81 % и до 68 % у вареных. Стабильность систем с использованием мороженых молок трески снижается у сырых от 73 до 58 %, у вареных от 56 до 52 %. Самую низкую стабильность имеют эмульсионные системы из мороженых молок сельди тихоокеанской: у сырых после одного месяца хранения 63 % и после двух месяцев — 56 %. При использовании вареных молок сельди тихоокеанской эмульсионные системы еще менее стабильны, их стабильность снижается до 53 % (рис. 5, 6).

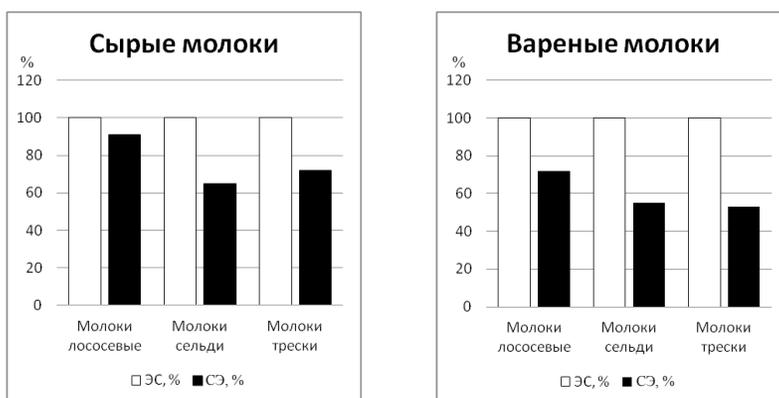


Рис. 5. Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии из мороженых молок (1 мес хранения)

Fig. 5. Emulsifying capacity of frozen milt after 1 month storage and stability of the emulsion

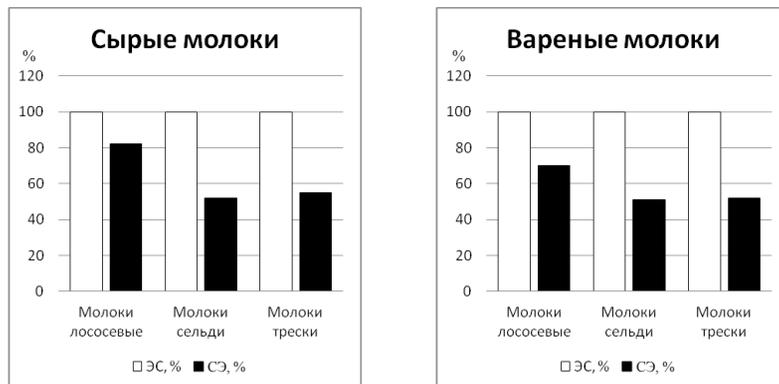


Рис. 6. Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии из мороженых молок (2 мес хранения)

Fig. 6. Emulsifying capacity of frozen milt after 2 months storage and stability of the emulsion

У полученных эмульсий из молок исследуемых видов рыб определяли органолептические показатели до и после тепловой обработки, которые представлены в таблице.

Органолептические показатели эмульсий из молок рыб
Organoleptic characteristics for emulsions of fish milt

Вид молок		Внешний вид эмульсии	Консистенция эмульсии до термообработки	Консистенция эмульсии после термообработки
Лососевые	Сырые	Однородная, розово-кремового цвета	Сметанообразная, очень густая	Однородная, плотная, очень упругая
	Вареные	Однородная, белая, с кремовым оттенком	Сметанообразная, жидкая	Однородная, мягкая, мажущая
Сельдевые	Сырые	Однородная, белая, с сероватым оттенком	Сметанообразная, очень густая	Однородная, плотноватая, упругая
	Вареные	Однородная, белая	Неоднородная, желеобразная	Однородная, мягкая, мажущая
Тресковые	Сырые	Однородная, светло-кремовая	Сметанообразная, густая	Однородная, плотноватая
	Вареные	Однородная, белая, с кремовым оттенком	Сметанообразная, жидкая	Однородная, мягкая, нежная, мажущая

Результаты исследований показывают, что эмульсии на основе сырых молок после тепловой обработки имеют плотную, упругую консистенцию, в то время как консистенция эмульсий из вареных молок более мягкая и мажущая. Эти особенности важно учитывать при производстве различных групп эмульгированных пищевых продуктов, основой для которых является белково-липидная эмульсия, содержащая рыбные молоки.

Выводы

Экспериментально установлено, что свежие молоки лососевых, тресковых и сельдевых видов рыб обладают высокими функционально-технологическими свойствами, причем более высокие показатели *BCC* и *BVC* у молок лососевых и сельди тихоокеанской по сравнению с молоками трески. После замораживания и холодильного хранения показатели функционально-технологических свойств снижаются, вероятно, в связи с денатурационными изменениями, проходящими в белках молок рыб. Это снижение в первый месяц холодильного хранения незначительно, однако по истечении уже двух месяцев оно весьма существенно, особенно у молок трески, поэтому более длительное хранение молок в замороженном виде нежелательно.

Молоки исследуемых видов рыб независимо от способа предварительной подготовки (свежие, мороженые, вареные) проявляют высокую эмульгирующую способность. При этом установлено, что стабильность эмульсионных систем, содержащих рыбные молоки, зависит от вида, условий и сроков их хранения, предварительной тепловой обработки. Самую высокую стабильность показывают эмульсионные системы из свежих молок, не подвергнутых тепловой обработке, причем у эмульсий с молоками лососевых стабильность более высокая, чем с молоками сельди тихоокеанской и трески. Эмульсионные системы с использованием вареных молок менее стабильны.

Таким образом, проведенные исследования показывают перспективность использования молок рыб в технологиях эмульгированных рыбных продуктов в качестве как структурообразователей, так и высокоценных пищевых компонентов.

Список литературы

- Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов : моногр. — М. : КолосС, 2004. — 571 с.
- Богданов В.Д., Благодравова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Новая книга, 2007. — 240 с.
- Дементьева Н.В., Богданов В.Д., Буненкова Н.А. Молоки лососевых как сырье для получения белково-липидных эмульсий // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные

проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2011. — Ч. 2. — С. 34–37.

Дементьева Н.В., Воропаева Е.Ю. Сравнительное исследование технохимических и функционально-технологических свойств молок промысловых рыб // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 279–286.

Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия : моногр. — М. : Высш. шк., 1990. — 487 с.

Касьяненко Ю.И., Ковалева Ю.В., Эпштейн Л.М., Артюков А.А. Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 120. — С. 37–43.

Кочеткова А.А. Функциональные продукты в концепции здорового питания // Пищ. пром-сть. — 1999. — № 3. — С. 4–5.

Позднякова Ю.М. Технология биологически активных добавок к пище на основе ферментативного гидролизата гонад гидробионтов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2003. — 24 с.

Сарапкина О.В. Перспективные направления развития современной рыбообработки // Рыб. хоз-во. — 2005. — № 5. — С. 48–57.

Чупикова Е.С. Разработка технологий пищевых продуктов из отходов разделки минтая : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2000. — 24 с.

Поступила в редакцию 24.02.16 г.