



Научные подходы к разработке унифицированной технологии получения водорастворимых полисахаридов из красных водорослей

Научная статья
УДК 668.393.51

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-101-111>
EDN: XSJABQ

Игнатова Татьяна Анатольевна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий, Москва, Россия

E-mail: ignatova@vniro.ru

Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»)

Адрес: Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19

Аннотация. В работе представлены рациональные значения pH среды предобработки красных водорослей при получении из них водорастворимых полисахаридов различной структуры. Установлено, что данный параметр не зависит от места и времени сбора красных водорослей и относится к видовой характеристике. Предложен новый показатель – «ёмкость водоросли», который является индивидуальной характеристикой конкретного образца. Доказано, что использование научно обоснованных рациональных значений pH среды предобработки и ёмкость позволили унифицировать технологический процесс получения водорастворимых полисахаридов из красных водорослей.

Ключевые слова: красные водоросли, водорастворимые полисахариды, агар, каррагинан, ёмкость водоросли, технология получения

Для цитирования: Игнатова Т.А. Научные подходы к разработке унифицированной технологии получения водорастворимых полисахаридов из красных водорослей // Рыбное хозяйство. 2026. № 1. С. 101-111. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-101-111>

SCIENTIFIC APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF A UNIFIED TECHNOLOGY FOR THE OBTAINING OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDES FROM RED ALGAE

Tatiana A. Ignatova – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Moscow, Russia

State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. This paper presents rational pH values for pretreatment environments for red algae used to obtain water-soluble polysaccharides of varying structures. It was found that this parameter is independent of the location and time of red algae collection and is related to the species characteristic. A new indicator, «algae capacity», is proposed, which is an individual characteristic of a specific algae sample. It is proven that the use of scientifically validated rational pH values for pretreatment environments and algae capacity has enabled the standardization of the technological process for obtaining water-soluble polysaccharides from red algae.

Keywords: red algae, water-soluble polysaccharides, agar, carrageenan, algae capacity, production technology

For citation: Ignatova T.A. 2026. Scientific approaches to the development of a unified technology for the obtaining of water-soluble polysaccharides from red algae // Fisheries. No. 1. Pp. 101-111. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-101-111>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Красные водоросли макрофиты, объём добычи которых в мире на 2022 г. составил около 20 млн т., используют в качестве сырья для получения таких водорастворимых полисахаридов как агар и каррагинан, относящихся к группе сульфатированных галактанов [1-4]. Общий мировой объём производства этих водорослевых гидроколлоидов из красных водорослей в 2019 г. был равен порядка 90 тыс. т [5; 6]. В Российской Федерации производство агара и каррагинана не развито. В зарубежных странах в качестве сырья для получения каррагинана используют водоросли видов *Carparhycus striatum*, *Eucheuma denticulatum*, *Carparhycus alvarezii*, которые являются объектами аквакультуры. В некоторых странах, таких как Франция, Канада, Чили, Аргентина, из естественных зарослей, для производства каррагинана, про-

изводят сбор *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Sarcothalia crispate*, *Gigartina skottsbergii*, *Mazzaella laminaroidas*, *Gigartina canaliculata*. В России источником каррагинана являются водоросли *Chondrus armatus*, *Chondrus pinnulatus*, *Tichocarpus crinitus*, которые относятся к потенциально промышленным видам [7-9]. В российских морях также массово произрастают каррагинан содержащие водоросли, такие как *C. crispus*, *F. lumbricalis*, *Turnerella mertensiana*, *Coccotylus truncates*, *Polyides rotunda*, *Cystoclonium purpureum*, *Phyllophora crispa* и др. [10]. В качестве сырья для получения агара в мире используют различные виды грацилярий, а в России – промысловые виды *Ahnfeltia plicata* и *Ahnfeltia tobuchiensis* [7; 11]. Исследования моносахаридного состава водорастворимых полисахаридов показало, что красные водоросли могут содержать, кроме агара и каррагинана,



Белое море, о. Попов



Водоросли *S. crispus* и *A. plicata*



Водоросль *A. plicata*



Водоросль *Chondrus crispus*



Водоросль *Odonthalia dentata*

другие типы водорастворимых полисахаридов, например, одонталан из *Odonthalia corymbifera* и *Odonthalia dentata*, который относится к агароподобному полисахариду также, как и водорастворимые полисахариды из *Ptilota filicina*, *Ptilota asplenioides* и *Polysiphonia morrowii*. Различия в структуре этих полисахаридов обуславливают их отличия по физико-химическим свойствам от агара и каррагинана [12; 13].

Ранее проводились исследования по разработке унифицированной линии по переработки водорослей и трав, но данные подходы справедливы при использовании сырья, относящегося, как минимум, к различным семействам, и видовые особенности водорослей не учитываются [14]. Так, на примере грацилярии показаны отличия в технологических процессах при получении агара из различных видов этой водоросли [15; 16].

Большое разнообразие видов красных водорослей, из которых можно получать не только агар и каррагинан, но и другие типы водорастворимых полисахаридов различной структуры, обуславливает разработку научных подходов в унифицировании технологического процесса их получения. В связи с этим, целью работы являлось унифицирование процесса выделения водорастворимых полисахаридов из различных видов красных водорослей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследований использовали водоросли видов *Ahnfeltia plicata*, *Ahnfeltia tobuchiensis*, *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Turnerella mertensiana*, *Coccotylus sp.*, *Odonthalia dentata*, *Odonthalia corymbifera*, *Vertebrata fucoidea*, *Tichocarpus crinitus*, *Ptilota filicina*, *Ptilota asplenioides*, *Ptilota sp.* (природная смесь *Ptilota serrata* и *Ptilota gunneri*), заготовленные в Северном и Дальневосточных рыбохозяйственных бассейнах в период с 2014-2024 год.

Выделение водорастворимого полисахарида из красных водорослей

Навеску сушеных водорослей помещали в ёмкость и заливали раствором с pH от 3 до 12 при соотношении водоросль : среда – 1:30. Процесс предобработки водорослей осуществляли в течение 1 часа при температуре $25 \pm 5^\circ\text{C}$. Доведение значения pH среды до заданного значения в процессе предобработки осуществляли 0,1 н раствором серной кислоты или раствором щелочи (NaOH, KOH, суспензия $\text{Ca}(\text{OH})_2$) той же концентрации. В процессе предобработки проводили контроль количества израсходованного реагента для поддержания заданного значения pH среды. Затем обработанные водоросли промывали проточной водой до pH 7 и использовали для экстракции. Экстракцию

проводили с использованием автоклава СПВА-75-1-НН в водной среде при температуре $120 \pm 2^\circ\text{C}$ (0,11 МПа) в течение 1 часа для видов *A. plicata*, *A. tobuchiensis*, *P. filicina*, *P. asplenioides*, *Ptilota sp.*; при $98 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 5 часов для *O. dentata*, *V. fucooides* и $80 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 2 часов для *T. mertensiana*, 3 часов – *C. crispus*, *F. lumbricalis*, *Coccotylus sp.*, *T. crinitus*, 5 часов – *O. corymbifera*. После этого экстракт освобождали от водорослевого остатка путем фильтрации. Полученный раствор водорастворимого полисахарида очищали от мелкодисперсных примесей с помощью центрифуги [17-20].

pH среды измеряли с помощью pH-метра фирмы Testo 206.

За рациональное значение pH среды предобработки водорослей принимали значение pH, при котором достигался наибольший выход полисахарида и наилучшие значения структурно-механических характеристик водорастворимого полисахарида [16-19]. Выход водорастворимого полисахарида определяли по [16]. Для каррагинанов, одон-таланов и агароподобного полисахарида *V. fucooides* вязкость определяли на вискозиметре BROOKFIELD DV-II+Pro с использованием насадки S61 и скорости её вращения 60 об/мин при температуре $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Прочность гелей агаров и агароподобных полисахаридов *P. filicina*, *P. asplenioides*, *Ptilota sp.* определяли по ГОСТ 26185.

Ёмкость водоросли определяли путем деления объема реагента, пошедшего на поддержание заданного значения pH среды, на массу водоросли.

Статистическая обработка производилась с помощью пакета программ MS Office.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выделение водорастворимых полисахаридов из красных водорослей заключается в обработке водорослей перед стадией экстрагирования (предобработка), далее непосредственно водное экстрагирование, которое является основным технологическим этапом, с последующей фильтрацией и очисткой полисахарида [7].

Проведенные исследования показали, что экстрагирование водорастворимых полисахаридов производят в основном при трех вариантах температурных режимов: экстракция с использованием избыточного давления ($0,11\text{ МПа}$, $120 \pm 2^\circ\text{C}$), экстрагирование при $98 \pm 2^\circ\text{C}$ и $80 \pm 2^\circ\text{C}$. Продолжительность экстракции варьируется от 1 до 5 часов [7; 16; 19; 21; 22]. На стадии предобработки происходит не только процесс

обработки сырья реагентом, но и гидратация (восстановление) сушеных водорослей. Экспериментально установлено, что для полного восстановления сушеной водоросли, независимо от вида красной водоросли, необходимо проводить процесс в течение не более одного часа. Одновременно с этим на данном этапе, в зависимости от вида сырья, используют различные реагенты. Так, в отношении *A. tobuchiensis* используют оксид кальция, также при получении агара и каррагинана используют гидроксид натрия или калия, серную кислоту [3; 4; 9; 21].

При разработке технологии получения агара из различных видов грацилярии была показана возможность, за счет изменения pH среды на стадии предобработки водорослей, обеспечить одновременно и высокий выход полисахарида и сохранить его природные структурно-механические характеристики [16]. Следует отметить, что значение pH среды в наибольшей степени изменялось в первые десять минут предобработки водорослей. Далее величина pH среды изменялась незначительно, что требовало меньших затрат реагентов на поддержание заданного значения этого параметра. Подобный подход предобработки водорослевого сырья был применен в отношении других видов водорослей, содержащих агар и агароподобные полисахариды (рис. 1).

Из полученных данных видно, что наименьшее изменение pH среды предобработки водоросли, относительно заданного значения, для водорослей (ΔpH) *A. plicata*, *A. tobuchiensis*, *P. asplenioides*, *P. filicina*, *Ptilota sp.* соответствовало диапазону pH 6-7, а наибольшее – 3-4 и 10-11, что вероятно связано с наличием ионогенных групп в моле-

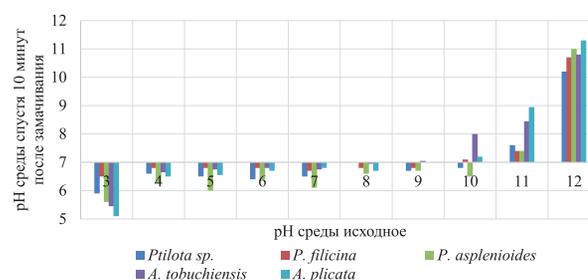


Рисунок 1. Изменение величины pH среды предобработки водорослей *A. plicata*, *A. tobuchiensis*, *P. asplenioides*, *P. filicina*, *Ptilota sp.*

Figure 1. Change in the pH value of the pretreatment medium of algae *A. plicata*, *A. tobuchiensis*, *P. asplenioides*, *P. filicina*, *Ptilota sp.*

куле полисахаридов (рис. 1). Рациональные значения pH среды предобработки водорослей находятся между минимальными и максимальными Δ pH (табл. 1, рис. 1).

Для каррагинофитов минимальное Δ pH приходилось на диапазон 7-8, при этом рациональные значения pH среды предобработки водорослей практически совпадают с данным интервалом, за исключением водоросли *F. lumbricalis*, для которой рациональное pH среды составляет 12 (табл. 1, рис. 2).

Для рассмотренных выше видов водорослей (рис. 1, 2) снижение pH среды не достигало значений ниже 5. В результате предобработки водорослей *O. dentata* и *O. corymbifera* происходила активная нейтрализация раствора щелочи со снижением pH среды до значений 4-5, при этом минимальное значение Δ pH отмечено при значениях 5 и 4, соответственно (рис. 3).

Наиболее динамично нейтрализация щелочного реагента происходила при предобработке *O. corymbifera*, что вероятно связано

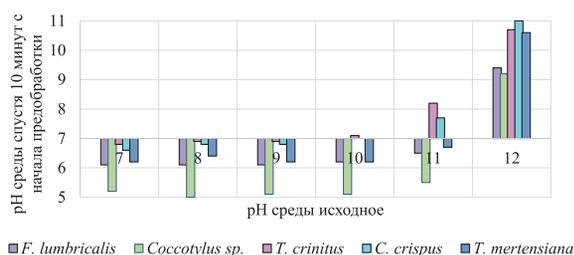


Рисунок 2. Изменение величины pH среды предобработки водорослей каррагинофитов
Figure 2. Change in the pH value of the pretreatment medium of carrageenophyte algae

Таблица 1. Рациональные значения ключевых параметров предобработки и экстракции водорастворимых полисахаридов из красных водорослей / **Table 1.** Rational values of key parameters of pretreatment and extraction of water-soluble polysaccharides from red algae

Наименование водоросли	Тип реагента	pH среды предобработки	Температура экстракции, °C	Продолжительность экстракции, ч	ε, мл/г водоросли
<i>A. tobuchiensis</i>	NaOH		120	1	0,4
<i>A. plicata</i>	NaOH	8	120	1	0,4
<i>A. plicata</i>	NaOH		98	5	0,4
<i>P. asplenioides</i>	NaOH				0,9
	KOH	9	120	1	1,0
	Ca(OH) ₂				2,2
<i>P. filicina</i>	NaOH				4,0
	KOH	10	120	1	3,5
	Ca(OH) ₂				8,7
<i>Ptilota sp.</i>	NaOH				1,2
	KOH	9	120	1	1,2
	Ca(OH) ₂				2,6
<i>O. corymbifera</i>	NaOH				6,1
	KOH	8	80	5	6,9
	Ca(OH) ₂				13,8
<i>O. dentata</i>	NaOH				5,2
	KOH	10	98	5	5,6
	Ca(OH) ₂				12,7
<i>F. lumbricalis</i>	KOH	12		3	10,5
<i>T. mertensiana</i>	KOH	7		2	0,3
<i>Coccotylus sp.</i>	KOH	8	80	3	1,9
<i>C. crispus</i>	KOH	7		3	0,1
<i>T. crinitus</i>	KOH	8		3	0,4
<i>V. fucooides</i>	KOH	7	98	5	2,6

Таблица 2. Статистический анализ изменения рационального значения величины pH среды предобработки красных водорослей / **Table 2.** Statistical analysis of changes in the rational value of the pH value of the red algae pretreatment medium

Вид водоросли	Тип реагента	Количество образцов, шт.	минимальное	максимальное	среднее значение	медiana	стандартное отклонение	коэффициент вариации, %
<i>A. tobuchiensis</i>	NaOH	14	6,8	7,1	7,0	7,0	0,3	4,3
<i>A. plicata</i>	NaOH	27	6,6	6,8	6,7	6,6	0,2	3,0
	NaOH		6,6	8,0	7,1	6,9	0,6	9,0
<i>P. asplenioides</i>	KOH	7	6,7	7,8	7,1	6,9	0,5	7,4
	Ca(OH) ₂		6,7	7,9	7,2	7,0	0,5	7,4
<i>P. filicina</i>	NaOH		6,7	7,1	6,9	6,9	0,3	4,1
	KOH	10	6,7	7,2	7,0	7,0	0,4	5,1
<i>Ptilota sp.</i>	Ca(OH) ₂		6,7	6,9	6,8	6,8	0,1	2,1
	NaOH		6,6	7,2	6,8	6,8	0,2	3,4
<i>O. corymbifera</i>	KOH	13	6,6	7,1	6,8	6,8	0,1	2,0
	Ca(OH) ₂		6,6	7,2	6,8	6,7	0,3	3,7
<i>O. dentata</i>	NaOH		4,2	4,5	4,3	4,2	0,2	3,5
	KOH	12	4,2	4,5	4,4	4,4	0,1	3,0
<i>O. dentata</i>	Ca(OH) ₂		4,1	4,7	4,3	4,3	0,3	6,1
	NaOH		5,0	5,6	5,2	5,2	0,2	3,8
<i>O. dentata</i>	KOH	12	4,9	5,5	5,2	5,2	0,2	3,8
	Ca(OH) ₂		4,8	5,6	5,2	5,2	0,3	5,3
<i>F. lumbricalis</i>	KOH	10	7,5	8,0	7,8	7,8	0,4	4,6
<i>T. mertensiana</i>	KOH	11	6,0	6,5	6,3	6,3	0,2	3,3
<i>Coccotylus sp.</i>	KOH	10	5,0	5,6	5,3	5,3	0,2	4,1
<i>C. crispus</i>	KOH	12	6,5	7,0	6,7	6,7	0,2	2,4
<i>T. crinitus</i>	KOH	8	6,4	6,8	6,7	6,8	0,2	3,5
<i>V. fucoides</i>	KOH	14	4,4	5,7	4,9	4,9	0,4	8,2

с наличием в составе одонталана этой водоросли большего числа анионных групп.

Процесс предобработки *V. fucoides* был подобен как для водоросли одонталии (рис. 4).

Экспериментально установлено, что Δ pH статистически значимо не отличается от места и времени сбора водорослей, при оценке данной величины для рациональных значений pH среды предобработки образца (табл. 2).

Данный факт указывает на то, что рациональное значение pH среды предобработки водорослей является индивидуальной характеристикой конкретного вида красной водоросли, что, вероятно, зависит от ее состава.

В процессе предобработки водорослей, для поддержания заданного значения pH среды, необходимо введение реагента (кислоты или щелочи). Поскольку количество

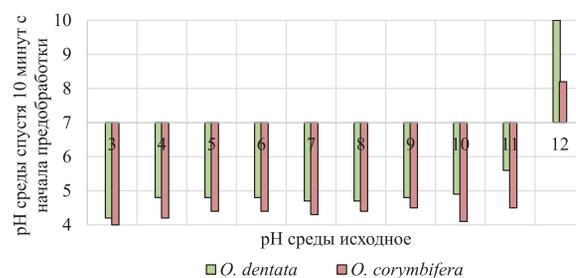


Рисунок 3. Изменение величины pH среды предобработки водорослей *O. dentata* и *O. corymbifera*

Figure 3. Change in the pH value of the pretreatment medium for *O. dentata* and *O. corymbifera* algae

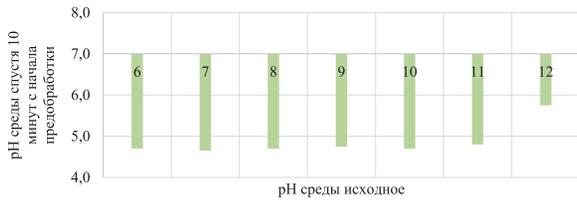


Рисунок 4. Изменение величины pH среды предобработки *V. fucoides*

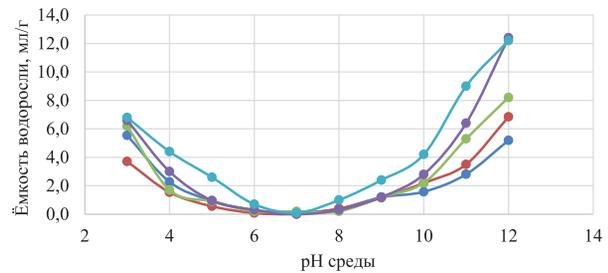
Figure 4. Change in the pH value of the *V. fucoides* pretreatment medium

добавляемого реагента зависит от массы водорослей, используемых для предобработки, концентрации и вида используемого реагента, то возникает необходимость выражения данной величины в виде показателя, который будет характеризовать образец водоросли. Для стандартизации данной величины предлагается введение нового показателя «ёмкость водоросли». Под ёмкостью водоросли (ε) подразумевается такое количество реагента (0,1 н кислоты или щелочи), в мл, которое необходимо добавить к 1 г сушеной водоросли при их предобработке, для поддержания рационального pH среды в течение 1 часа при температуре 25±5°C.

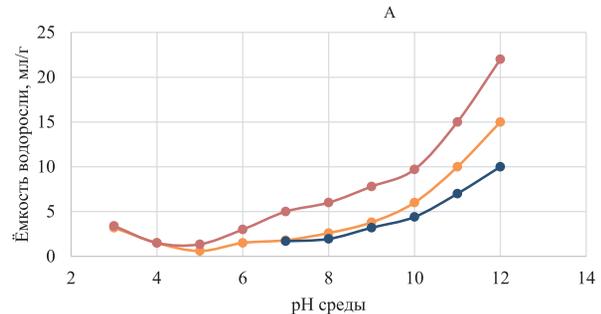
На рисунке 5 представлены зависимости изменения ёмкости различных видов красных водорослей, в зависимости от pH среды предобработки.

Независимо от вида красных водорослей, ёмкость имеет наибольшие значения в крайних точках логарифмической шкалы водородного показателя, а наименьшие – в диапазонах, соответствующих наименьшему значению Δ pH (рис. 1-5). Установлено значительное изменение величины ёмкости водоросли от типа используемого на стадии предобработки реагента, что, вероятно, связано с силой основания (табл. 1). Определена изменчивость показателя «ёмкость водоросли» от места и времени сбора, а также – типа используемого реагента, при этом не выявлена определенная закономерность изменения данного показателя от этих факторов (табл. 3).

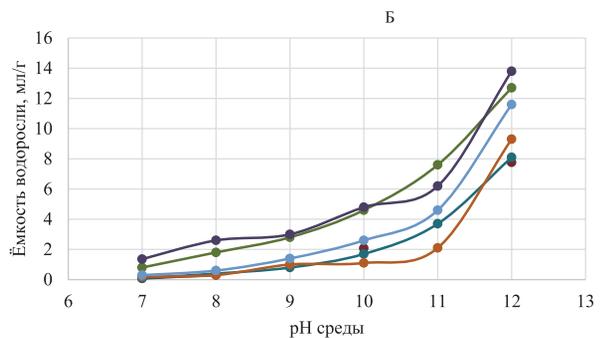
Полученные данные позволяют сделать заключение, что «ёмкость водоросли» можно отнести к индивидуальному показателю, характеризующему конкретный образец водоросли. Таким образом, предложенный показатель «ёмкость водоросли» позволяет практически интегрировать рациональное значение pH среды предобработки водоросли в технологический процесс получения



— *A. tobuchiensis* — *A. plicata* — *P. asplenioides*
— *Ptilota sp.* — *P. filicina*



— *O. dentata* — *V. fucoides* — *O. corymbifera*



— *P. rotunda* — *F. lumbricalis* — *Coccotylus sp.*
— *T. crinitus* — *C. crispus* — *T. mertensiana*

А – изменение ёмкости агарофитов и водорослей рода *Ptilota*

Б – изменение ёмкости водорослей рода *Odonthalia* и *Vertebrata fucoides*

В – изменение ёмкости каррагинофитов

Рисунок 5. Изменение ёмкости красных водорослей в зависимости от pH среды предобработки

Figure 5. Change in the capacity of red algae depending on the pH of the pretreatment medium

водорастворимых полисахаридов из красных водорослей. Следовательно, изменение одного параметра на стадии предобработки водорослей (pH среды), при прочих равных условиях (время предобработки один час, температура 25±5°C, соотношение во-

Таблица 3. Статистический анализ изменения ёмкости красных водорослей /
Table 3. Statistical analysis of changes in the capacity of red algae

Вид водоросли	Тип реагента	Количество образцов, шт.	минимальное	максимальное	среднее значение	медiana	стандартное отклонение	коэффициент вариации, %
<i>A. tobuchiensis</i>	NaOH	14	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1	25,0
<i>A. plicata</i>	NaOH	27	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1	25,0
	NaOH		0,6	1,1	0,9	1,0	0,2	24,0
<i>P. asplenioides</i>	KOH	7	0,4	1,2	1,0	1,2	0,4	39,6
	Ca(OH) ₂		0,6	3,7	2,2	2,3	1,3	59,0
	NaOH		3,8	4,2	4,0	4,0	0,3	7,1
<i>P. filicina</i>	KOH	10	3,4	3,5	3,5	3,5	0,1	2,0
	Ca(OH) ₂		8,4	9	8,7	8,7	0,4	4,9
<i>Ptilota sp.</i>	NaOH		1	1,7	1,2	1,2	0,3	23,5
	KOH	13	1	1,7	1,2	1,2	0,2	20,4
	Ca(OH) ₂		2,4	2,8	2,6	2,6	0,1	5,7
<i>O. corymbifera</i>	NaOH		4,5	7,2	6,1	6,2	1,2	19,9
	KOH	12	6,2	8	6,9	7,0	0,8	10,9
	Ca(OH) ₂		12,2	15,9	13,8	13,6	1,4	10,1
<i>O. dentata</i>	NaOH		4,4	5,8	5,2	5,3	0,5	10,4
	KOH	12	4,8	6,1	5,6	5,6	0,5	9,3
<i>F. lumbricalis</i>	Ca(OH) ₂		11,5	14,6	12,7	12,5	1,1	8,8
	KOH	10	7,4	13,6	10,5	10,5	4,4	41,8
<i>T. mertensiana</i>	KOH	11	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	18,2
<i>Coccotylus sp.</i>	KOH	10	0,7	2,8	1,9	2,0	0,7	36,1
<i>C. crispus</i>	KOH	12	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	60,4
<i>T. crinitus</i>	KOH	8	0,4	0,6	0,4	0,4	0,2	35,3
<i>V. fucoides</i>	KOH	14	1,9	3,1	2,6	2,5	0,4	15,6

доросль: среда 1:30), позволяет унифицировать стадию предобработки различных видов красных водорослей. На основании проведенных исследований рекомендуется показатель «ёмкость водоросли» вводить в технические условия на сушеные красные водоросли, при получении из них водорастворимых полисахаридов, в качестве дополнительной характеристики водорослевого сырья.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований доказана возможность унифицирования стадии предобработки различных видов красных водорослей при получении из них водорастворимых полисахаридов, путем варьирования одного показателя (рН среды). Установлено, что рациональное значение рН среды предобработки водорослей явля-

ется параметром соответствующим определенному виду водоросли. Предложен новый показатель «ёмкость водоросли», который позволяет практически реализовать унифицированную стадию предобработки красных водорослей при получении различных типов водорастворимых полисахаридов. Доказано, что показатель «ёмкость водоросли» является индивидуальной характеристикой конкретного образца водоросли.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Мировые уловы рыбы и нерыбных объектов промысла за 2018-2022 гг. – М.: ВНИРО. 2024. 159 с.
2. Мировое производство аквакультуры в 2018-2022 гг. – М.: ВНИРО. 2024. 285 с.
3. Mehta A.S., Mody K.H., Iyer A., Ghosh P.K. 2008. Preparation of semi-refined κ-carrageenan: Recycling of alkali solution and recovery of alkali

- from spent liquor // Indian Journal of Chemical Technology. 15(1). Pp. 45-52.
4. Pereira S.G., Gomes-Dias J.S., Pereira R.N., Teixeira J.A., Cristina M.R. 2023. Rocha Innovative processing technology in agar recovery: Combination of subcritical water extraction and moderate electric fields // Innovative Food Science and Emerging Technologies. 84. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103306>
 5. Zhang J., Langford Z., Waldron S. 2023. The global carrageenan industry // In book: Globalisation and Livelihood Transformations in the Indonesian Seaweed Industry P. 23-50. <https://doi.org/10.4324/9781003183860>
 6. Shankar S., Rhim J.W. 2017. Preparation and characterization of agar/lignin/silver nanoparticles composite films with ultraviolet light barrier and antibacterial properties // Food Hydrocolloids. 71. Pp. 76-84. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.549.401>
 7. Подкорытова А.В. Морские водоросли – макрорифты и травы. – М.: 2005. с. 175.
 8. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки – Владивосток: ТИНРО-центр. 2006. с. 243.
 9. Кадникова И.А., Подкорытова А.В. Экстрагирование, концентрирование и очистка гелей каррагинанов в технологии получения из дальневосточной красной водоросли *Chondrus armatus* // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. – Владивосток: Изд-во ТИНРО. 1997. Том 120. С.174-179.
 10. Игнатова Т.А., Рощина А.Н. Изучение физических свойств гелей гибридных каррагинанов из красных водорослей и перспективы их использования в пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2025. № 9. С. 36-43. <https://doi.org/10.52653/РР1.2025.9.9.007>
 11. Бурова Н.В., Игнатова Т.А., Подкорытова А.В., Усов А.И. Технохимическая характеристика красных водорослей *Ahnfeltia tobuchiensis* и *Ahnfeltia plicata* // Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире: материалы III научной школы молодых учёных и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 140-летию со дня рождения К.М. Дерюгина / Под ред.: А.М. Орлова, И.И. Гордеева, А.А. Сергеева. – М.: Изд-во ВНИРО. 2018. С. 67.
 12. Усов А.И. Полисахариды красных водорослей: взаимосвязь между строением полисахаридов и таксономическим положением водорослей // Материалы первой международной научно-практической конференции. Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки. 2002. С. 34-44.
 13. Лопатина Н.А., Клочкова Н.Г., Усов А.И. Полисахариды водорослей. Сообщение 69. Моносахаридный состав полисахаридов некоторых тихоокеанских красных водорослей по данным восстановительного гидролиза биомассы // Известия Академии наук. Серия химическая. 2017. № 5. С. 915-921.
 14. Кадникова И.А. Биотехнология структурообразующих полисахаридов из красных водорослей и морских трав для производства пищевой продукции: специальность 05.18.07 "Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Кадникова Ирина Арнольдовна. – Владивосток. 2009. 466 с.
 15. Игнатова Т.А., Подкорытова А.В. Универсальная комплексная технология переработки красных водорослей агарофитов // Материалы I научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы изучения мирового океана» – М.: ВНИРО. 2010. С. 52-53.
 16. Игнатова Т.А. Оптимальные условия предварительной обработки биомассы и экстракции агара из вьетнамских красных водорослей *Gracilaria tenuistipitata* и *Gracilariopsis bailinae* // Труды ВНИРО. 2016. Том 159. С. 95-108.
 17. Подкорытова А.В., Игнатова Т.А., Родина Т.В. Комплексная ресурсосберегающая технология переработки красных водорослей *Ahnfeltia plicata*, Белое море: получение агара, пищевых волокон и кормовых продуктов // Труды ВНИРО. 2016. Том 159. С. 130-142.
 18. Игнатова Т.А., Межонов А.В., Рощина А.Н. Разработка технологии получения водорастворимого полисахарида из природной смеси красных водорослей *Ptilota serrata* и *Ptilota gunneri* Белого моря и перспективы его использования в пищевой промышленности // Индустрия питания. 2024. Т. 9. № 3. С. 16-24.
 19. Игнатова Т.А., Подкорытова А.В., Евсеева Н.В., Усов А.И. Разработка способа получения агароподобного полисахарида из красных водорослей рода *Odonthalia* /Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет Российской академической науке: материалы II Международной научно-практической конференции // Под ред.: Колончин К.В., Булатов О.А., Межонов А.В., Труба А.С. – М.: Изд-во ВНИРО. 2024. С. 459-463.
 20. Игнатова Т.А. Разработка технологии получения каррагинана из красной водоросли *Turnerella* и изучение физических свойств его гелей // VI Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления интеграции науки, образования и производства» – Феодосия. 2025. С. 311-313.
 21. Игнатова Т.А., Подкорытова А.В. Агар: от сырья к продукту // РЫБПРОМ. 2010. № 3. С. 58-62.
 22. Игнатова Т.А., Межонов А.В., Рощина А.Н. Разработка технологии получения водорастворимого полисахарида из природной смеси красных водорослей *Ptilota serrata* и *Ptilota gunneri* Белого моря и перспективы его использования в пищевой промышленности // Индустрия питания. 2024. Т. 9. № 3. С. 16-24.

REFERENCES AND SOURCES

1. World fish and non-fish catches for 2018-2022. – Moscow: VNIRO. 2024. 159 p. (In Russ.)

2. World aquaculture production in 2018-2022. – Moscow: VNIRO. 2024. 285 p. (In Russ.)
3. Mehta A.S., Mody K.H., Iyer A., Ghosh P.K. 2008. Preparation of semi-refined κ-carrageenan: Recycling of alkali solution and recovery of alkali from spent liquor // *Indian Journal of Chemical Technology*. 15(1). Pp. 45-52.
4. Pereira S.G., Gomes-Dias J.S., Pereira R.N., Teixeira J.A., Cristina M.R. 2023. Rocha Innovative processing technology in agar recovery: Combination of subcritical water extraction and moderate electric fields // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 84. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103306>
5. Zhang J., Langford Z., Waldron S. 2023. The global carrageenan industry // In book: *Globalisation and Livelihood Transformations in the Indonesian Seaweed Industry*. Pp. 23-50. <https://doi.org/10.4324/9781003183860>
6. Shankar S., Rhim J.W. 2017. Preparation and characterization of agar/lignin/silver nanoparticles composite films with ultraviolet light barrier and antibacterial properties // *Food Hydrocolloids*. 71. P. 76-84. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.549.401>
7. Podkorytova A.V. Marine algae – macrophytes and herbs. – Moscow: 2005. p. 175. (In Russ.)
8. Sukhoveeva M.V., Podkorytova A.V. 2006. Commercial algae and herbs of the Far East seas: biology, distribution, reserves, processing technology – Vladivostok: TINRO-center. p. 243. (In Russ.)
9. Kadnikova I.A., Podkorytova A.V. 1997. Extraction, concentration and purification of carrageenan gels in the technology of obtaining from the Far Eastern red alga *Chondrus armatus* // *Bulletin of the Pacific Ocean Fisheries Research Center*. – Vladivostok: TINRO Publishing House. Vol. 120. Pp. 174-179. (In Russ.)
10. Ignatova T.A., Roshchina A.N. 2025. Study of physical properties of hybrid carrageenan gels from red algae and prospects for their use in the food industry // *Food industry*. No. 9. Pp. 36-43. <https://doi.org/10.52653/PPI.2025.9.9.007> (In Russ.)
11. Burova N.V., Ignatova T.A., Podkorytova A.V., Usov A.I. 2018. Technochemical characteristics of the red algae *Ahnfeltia tobuchiensis* and *Ahnfeltia plicata* // *Prospects of fisheries and aquaculture in the modern world: Proceedings of the III scientific school of young scientists and specialists in fisheries and ecology, dedicated to the 140th anniversary of the birth of K. M. Deryugina* / Ed. by A. M. Orlov, I. I. Gordeev, A. A. Sergeev. – Moscow: VNIRO. Publishing House. P. 67. (In Russ.)
12. Usov A.I. 2002. Polysaccharides of red algae: the relationship between the structure of polysaccharides and the taxonomic position of algae // *Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference. Marine Coastal Ecosystems: Algae, Invertebrates, and Their Processing Products*. Pp. 34-44. (In Russ.)
13. Lopatina N.A., Klochkova N.G., Usov A.I. 2017. Polysaccharides of algae. Communication 69. Monosaccharide composition of polysaccharides of some Pacific red algae according to reductive hydrolysis of biomass // *Bulletin of the Academy of Sciences. Chemical Series*. No. 5. Pp. 915-921. (In Russ.)
14. Kadnikova I.A. 2009. Biotechnology of structure-forming polysaccharides from red algae and seagrasses for food production: specialty 05.18.07 "Biotechnology of food products and biologically active substances": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Kadnikova Irina Arnoldovna. – Vladivostok. 466 p. (In Russ.)
15. Ignatova T.A., Podkorytova A.V. 2010. Universal integrated technology for processing red agarophyte algae // *Proceedings of the 1st scientific and practical conference of young scientists "Modern problems and prospects for studying the world ocean"* – Moscow: VNIRO. Pp. 52-53. (In Russ.)
16. Ignatova T.A. 2016. Optimum conditions for pre-treatment of biomass and extraction of agar from Vietnamese red algae *Gracilaria tenuistipitata* and *Gracilariopsis bailiniae* // *Proceedings of VNIRO*. Vol. 159. Pp. 95-108. (In Russ.)
17. Podkorytova A.V., Ignatova T.A., Rodina T.V. 2016. Integrated resource-saving technology for processing red algae *Ahnfeltia plicata*, White Sea: obtaining agar, dietary fiber and feed products // *Proceedings of VNIRO*. Vol. 159. Pp. 130-142. (In Russ.)
18. Ignatova T.A., Mezhonov A.V., Roshchina A.N. 2024. Development of a technology for obtaining a water-soluble polysaccharide from a natural mixture of red algae *Ptilota serrata* and *Ptilota gunneri* of the White Sea and prospects for its use in the food industry // *Food industry*. Vol. 9. No. 3. pp. 16-24. (In Russ.)
19. Ignatova T.A., Podkorytova A.V., Evseeva N.V., Usov A.I. 2024. Development of a method for obtaining an agar-like polysaccharide from red algae of the genus *Odonthalia* / *Fisheries complex of Russia: 300 years of Russian academic science: proceedings of the II International scientific and practical conference* // Ed. by: Kolonchin K.V., Bulatov O.A., Mezhonov A.V., Truba A.S. – Moscow: VNIRO Publishing House. Pp. 459-463. (In Russ.)
20. Ignatova T.A. 2025. Development of technology for obtaining carrageenan from the red alga *Turnerella* and study of the physical properties of its gels // *VI International Scientific and Practical Conference "Innovative Directions for the Integration of Science, Education and Production"* – Feodosia. Pp. 311-313. (In Russ.)
21. Ignatova T.A., Podkorytova A.V. 2010. Agar: from raw material to product // *RYBPROM* No. 3. Pp. 58-62. (In Russ.)
22. Ignatova T.A., Mezhonov A.V., Roshchina A.N. 2024. Development of technology for obtaining a water-soluble polysaccharide from a natural mixture of red algae *Ptilota serrata* and *Ptilota gunneri* of the White Sea and prospects for its use in the food industry // *Food Industry* Vol. 9. No. 3. Pp. 16-24. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 27.01.2026
 Принят к публикации / Accepted for publication 28.01.2026



Роль функционально-технологических характеристик рыбного сырья при формировании качества фаршей

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-112-117>

Научная статья УДК 614.47

EDN: YMVGEI

Васюкова Анна Тимофеевна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнологий и продовольственной безопасности», Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского, Московская область, г. Балашиха, Россия

E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Эдварс Анатолий Ростиславович – аспирант, РОСБИОТЕХ, Москва, Россия

E-mail: aedvars@yandex.ru

Шарова Тамара Николаевна – профессор, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Москва, Россия

E-mail: sharova1412@gmail.com

Адреса:

1. ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского» – Россия, 143907, Московская область, г. Балашиха, ул. Шоссе Энтузиастов, д. 50
2. ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» – Россия, 125080 г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
3. Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ) – Россия, Москва, 109004, Земляной Вал, д. 73

Аннотация. Цель работы – обоснование целесообразности выявления факторов, способствующих формированию структуры рыбных фаршей и изделий на их основе. В статье изложены функционально-технологические характеристики различных видов фаршей. Выявление факторов, способствующих формированию структуры рыбных фаршей и изделий на их основе, целесообразно, так как это позволяет улучшить качество продукции. Физико-механические и химико-биологические свойства рыбного фарша обуславливают перспективность производства на его основе широкого ассортимента кулинарной, консервной и другой продукции. Выявление факторов, которые влияют на структуру фарша, помогает: улучшить функционально-технологические свойства сырья, регулировать органолептические и структурно-механические характеристики готовых изделий; расширить ассортимент продукции за счёт использования добавок, которые улучшают свойства фарша; увеличить выход готовой продукции путем применения структуро-регулирующих добавок, которые придают фаршу заданные свойства. Функционально-технологические характеристики рыбного сырья играют важную роль при формировании качества фаршей. Они связаны с составом мяса рыб, влияющим на консистенцию фарша, его устойчивость при хранении и другие свойства. На функционально-технологические свойства рыбного сырья влияют белки, жиры, минеральные вещества и витамины. Для регулирования этих свойств используют дополнительные компоненты: белковые добавки, жиры, минеральные вещества или витамины в определенных дозах. Таким образом, функционально-технологические характеристики рыбного сырья влияют на консистенцию фарша, его устойчивость при хранении и другие свойства, что требует учёта особенностей химического состава и микроструктурной характеристики сырья.

Ключевые слова: рыбное сырье, функционально-технологические характеристики, свойства, пищевая система

Для цитирования: Васюкова А.Т., Эдварс А.Р., Шарова Т.Н. Роль функционально-технологических характеристик рыбного сырья при формировании качества фаршей // Рыбное хозяйство. 2026. № 1. С. 112-117. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-112-117>

THE ROLE OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FISH RAW MATERIALS IN DETERMINING THE QUALITY OF MINCED MEAT

Anna T. Vasyukova – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food Safety, Vernadsky Russian State University of National Economy, Russia, Moscow region, Balashikha

Anatoly R. Edwards – Postgraduate Student, ROSBIOTECH, Moscow, Russia

Tamara N. Sharova – Professor, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology (KPU), Moscow, Russia

Addresses:

1. Vernadsky Russian State University of National Economy – Russia, 143907, Moscow region, Balashikha, Highway Enthusiasts, 50

2. Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH) – Russia, 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11

3. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management (MCU) – Russia, 109004, Moscow, Zemlyanoy Val, 73

Annotation. The aim of this study was to substantiate the feasibility of identifying factors that contribute to the structure of minced fish and fish-based products. The article presents the functional and technological characteristics of various types of minced fish. Identifying the factors that contribute to the structure of minced fish and fish-based products is advisable, as this helps improve product quality. The physicochemical and chemical-biological properties of minced fish make it a promising candidate for the production of a wide range of culinary, canned, and other products. Identifying the factors that influence minced fish structure helps: improve the functional and technological properties of raw materials, regulate the organoleptic and structural-mechanical characteristics of finished products; expand the product range through the use of additives that improve the properties of the minced fish; and increase the yield of finished products through the use of structure-regulating additives that impart the desired properties to the minced fish. The functional and technological characteristics of fish raw materials play a crucial role in determining the quality of minced meat. These characteristics are related to the composition of the fish meat, which affects the consistency of the minced meat, its shelf life, and other properties. The functional and technological properties of fish raw materials are influenced by proteins, fats, minerals, and vitamins. To regulate these properties, additional components are used: protein supplements, fats, minerals, or vitamins in specific doses. Thus, the functional and technological characteristics of fish raw materials influence the consistency of the minced meat, its shelf life, and other properties, requiring consideration of the chemical composition and microstructural characteristics of the raw materials.

Keywords: fish raw materials, functional and technological characteristics, properties, food system

For citation: Vasyukova A.T., Edvars A.R., Sharova T.N. 2026. The economic feasibility of using non-traditional plant components in minced fish // Fisheries. No. 1. Pp. 112-117. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2026-1-112-117>

Перспективным рыбным сырьем в 2026 г., по итогам прогноза ученых, является минтай. Состояние запасов минтая оценивается как стабильное на высоком уровне. В материалах путинного прогноза указаны предпосылки того, что предстоящая минтаевая путина будет успешной. Объём допустимого улова (ОДУ) минтая в Охотском море на 2026 г. установлен в объёме 1176 тыс. т¹. Это на 21 тыс. т. больше, чем в 2025 году.

Кроме того, в последние годы большое промышленное значение приобретают донные виды рыб, обитающие на больших глубинах и характеризующиеся низкими функционально-технологическими свойствами. Переработка таких рыб не позволяет получать продукцию высокого качества по традиционным технологиям. Целью работы – обоснование целесообразности выявления факторов, способствующих формированию структуры рыбных фаршей и изделий на их основе.

Функционально-технологические характеристики рыбного сырья играют важную роль в формировании качества фаршей. Они влияют на структурно-механические свойства, органолептические показатели и физико-химические характеристики продуктов. Учёт функционально-технологических свойств рыбы и пряно-ароматических добавок позволяет рационально использовать сырьё, улучшать свойства продукции и контролировать качество. Стабилизировать структурно-механические, органолептические, физико-химические показатели фаршей и готовой к употреблению продукции возможно путем комбинирования сырья животного и растительного происхождения [1]. Пищевая система из маложирных рыб с функциональными свойствами при этом приобретает гармонизированное состояние по макро- и микронутриентному составу, что является **определяющим критерием** для комбинированных формованных продуктов. К таким механизмам относится регуляция белково-энергетической недостаточности, дефицита животных белков в рационах питания населения. Современные достижения в технологии пищевых производств и значительное расширение ассортимента пищевых добавок, обладающих функциональными свойствами, обуславливают своевременность научного обоснования критериев трансформирования рыбных фаршей в пищевые продукты [2]. Дифференцированный подход заключается в составлении фаршевых композиций регули-

руемой пищевой ценности из фарша нескольких видов рыб, создании сбалансированного по аминокислотному составу двухкомпонентного продукта фаршевая оболочка – начинка; структурировании пищевых изделий по схеме: сырье-непромытый фарш- направленная модификация его свойств- пищевые системы-ассортимент рыбной кулинарии [3; 4].

На функционально-технологические характеристики влияют: вид рыбного сырья, технологические процессы и использование ингредиентов. Так, сочетание сладкого пробиотика лактулозы с филе карпа и белого амура подчеркивало свежий запах рыбы, однородную и нежную консистенцию, приятный вкус, без сладковатого привкуса, однородный цвет и правильную форму готовых изделий [5]. При добавлении в рыбный фарш до 3% лактулозы приводит к стабилизации белковой системы, увеличивает выход, повышает влагоудерживающую и жирудерживающую способность продукта [5].

Кроме того, композиции структуро-регулирующих добавок (пшениной, соевой, рисовой, гороховой муки и крахмала) позволяют улучшить реологические и органолептические характеристики, биологическую и пищевую ценность фаршевых формованных изделий [6]. Установлено, высокие концентрации рыбных бульонов, проявляющие прочные адгезионные свойства, повышают липкость и формуемость рыбных фаршевых изделий в процессе порционирования и формования. Такой компонентный состав позволяет не только регулировать функционально-технологические характеристики фаршевых систем на рыбной основе, но и обогащать их за счёт корректировки аминокислотного состава и присутствия пребиотической составляющей (лактюлозы). В качестве наполнителей в рыбные фарши могут быть: вторичное сырьё (молоко сухое обезжиренное – СОМ, молочные белки-казеинаты, копрецепитаты, белки сои-концентраты, изоляты); пищевые отходы рыб, морепродуктов (голова, хвосты, плавники, кости, панцири ракообразных); полифосфаты; метилцеллюлоза; сухое картофельное пюре (СКП); растительное сырьё (крупы, мука, крахмал, овощи, картофель) [7; 8].

Регулировать структурно-механические свойства пищевых систем можно путем использования показателей рыбного сырья, зная его функционально-технологические характеристики. Так, мясо минтая содержит 81,8-85,2% воды, что свидетельствует об её избытке и водянистости

¹ Научно-информационное обеспечение промысла водных биоресурсов способствует повышению эффективности промысловых операций, сокращению времени поиска концентраций гидробионтов. 25.12.2025 г. <https://tinro.vniro.ru/novosti/item/818-rybokhozyajstvennaya-nauka-dala-prognoz-razvitiya-mintaevoy-putiny-v-okhotskom-more-na-2026-god> Дата обращения 01.01.2026

мышечной ткани. Фарш из минтая характеризуется высокой водоудерживающей (менее 50%) и формирующей способностью, что объясняется значительным количеством свободной воды в мышечной ткани [1; 9]. Фарш из минтая характеризуется высоким показателем коэффициента обводнения (K_o) – 4,6-6,4, низкой водоудерживающей (менее 50,0%) и формирующей способностью, что объясняется значительным количеством свободной воды в мышечной ткани, вследствие чего любая тепловая обработка приводит к интенсивному обезвоживанию и получению низких органолептических показателей готовой продукции. В связи с этим фарш из минтая требует улучшения его функционально-технологических свойств, путем использования специальных технологических способов обработки [10]. Водоудерживающая способность наиболее высокая у тканей охлажденной щуки. По сравнению с ней горбуша и минтай имеют более низкие значения ВУС (на 22% и 51%, соответственно). Обосновано это тем, что сырьё поступает в замороженном виде, белки подвергаются необратимой денатурации и плохо удерживают влагу после дефростации [1; 11].

На функционально-технологические свойства пищевых рыбных систем оказывает влияние сырьё, содержащее тёмную мышечную ткань. Выявлены определенные его особенности: быстрая окисляемость, резко выраженные рыбные вкус и запах, пониженная способность к образованию структуры [2; 12].

Изменение структурно-механических характеристик пищевых систем вызывают и некоторые технологические процессы:

- **промывание фарша.** Эффективно улучшает запах фарша, так как многие вещества, придающие ему запах, относятся к растворимым в воде. (Особенно эффективно при промывке фарша удаляются низкомолекулярные азотсодержащие компоненты – аммиак, амины, триметиламиноксид, свободные аминокислоты, а также – вещества липидного характера: свободные жирные кислоты, альдегиды и другие [13;14].
- **стабилизация фарша.** Известны способы стабилизации за счёт включения в состав природных загустителей или добавок биохимической и физической модификации. Они могут повысить эластичность, пластичность, вязкость консистенции; улучшить текстуру, внешний вид полуфабрикатов, повысить стойкость при хранении и транспортировании. Это природные загустители: пектин, агар-агар, каррагинан, камеди (рождкового дерева, гуар, ксантан) [15]; биохимическая модификация (стабилизация меланжа и ферментов); физиче-

ская модификация (насыщение инертным газом – азотом, диоксидом углерода, клейстеризация крахмала – получение клейстера и его сушка) [16];

- **разделение фарша на фракции.** Предпочтительнее, при использовании рыбы, содержащей значительное количество тёмного мяса, выделить различные фракции. Первая состоит в основном из белых мышц и не содержит частиц тёмного мяса. Содержание крови в этой фракции низкое, что позволяет получать светлый фарш с хорошей консистенцией и устойчивостью при хранении. [17] Вторая фракция – это тёмное мясо и включения белого: кусочки кожи, почек и мелких костей, которая подвергается тонкому измельчению.

Известно, что проявление лучших функционально-технологических свойств фаршей можно увидеть при введении в рецептуру определенных пищевых добавок:

- **структурообразующих.** Отдельно можно выделить соевые белковые продукты (изоляты, концентраты) для улучшения структурно-механических свойств и органолептических показателей формованных изделий. Добавки на основе бобовых культур. Нутовая мука, имеющая высокие функционально-технологические свойства (водоудерживающие, водосвязывающие, гелеобразующая способность), создает устойчивую стабильную структуру и повышает белковую полноценность продукта [8; 18].
- **структурно-регулирующие добавки.** Так, кукурузное, пшённное и рисовое масло улучшают функционально-технологические свойства фарша (предельное напряжение сдвига, водо- и жиропоглощающая способность) [19].

Структурно-механические и иные технологические свойства рыбных фаршей регулируются свойствами сырья и вводимыми добавками. Но добавки бесконтрольно вводить не рекомендуется, так как они могут изменить органолептические показатели продукта и повлиять на пищевую ценность. Учёт функционально-технологических характеристик рыбных фаршей позволяет:

- прогнозировать консистенцию фарша из различных видов рыб, отличающихся по химическому составу. Особенно это относится к тощим или океаническим и глубоководным рыбам с невысоким содержанием жира. Наиболее важным и **определяющим критерием** может использоваться химический состав [20].
- учитывать реологические характеристики – эффективную вязкость, предельное напря-

жение сдвига, при контроле качества фаршей [20; 21].

- регулировать пищевую ценность продуктов из рыбного фарша. Установлено, что при составлении композиций фарша из различных видов рыб или внесении пищевых волокон, существенно изменяются структурно-механические характеристики фаршевых смесей. На консистенцию фарша будут влиять состав и качество мышечных белков содержанием жира (при увеличении этого нутриента снижается эффективная вязкость и липкость, а пластичность повышается); отношение воды к общему содержанию водо- и солерастворимых белков (с увеличением концентрации воды уменьшается пластическая вязкость фарша); степень растворимости миофибриллярных белков и их концентрация в фарше определяют его консистенцию после тепловой обработки [22].

ВЫВОДЫ

Анализ литературных источников показал, что качество рыбного фарша и кулинарных изделий на его основе будет зависеть от различных факторов: свойств рыбного сырья, компонентов рецептуры, технологической цепочки (получение сырья; первичная обработка; температурное или иное воздействие: посол, маринование, копчение; хранение). Отдельно можно выделить критерии формирования качества: основополагающие органолептические показатели, реологические, гармонизирующие показатели пищевой и биологической ценности и другие.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: А.Т. Васюкова – идея статьи, подготовка статьи и ее окончательная проверка; А.Р. Эдварс – подготовка обзора литературы, систематизация и анализ данных; Т.Н. Шарова – анализ данных, корректировка текста.

The authors declare no conflicts of interest. Author contributions: A.T. Vasyukova – article concept, article preparation, and final review; A.R. Edwards – literature review, data systematization, and analysis; T.N. Sharova – data analysis, proofreading.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Иринина О.И., Куткина М.Н., Елисеева С.А. Функционально-технологическая характеристика рецептурных компонентов комбинированных формованных продуктов из маложирных рыб // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. №01(55) ч. 4. С. 69-73. DOI: 10.23670/IRJ.2017.55.166
2. Бойцова Т.М. Обоснование и разработка ресурсосберегающих технологий рыбного фарша и пищевых продуктов на его основе. Дисс. ... док. тех. наук, специальность: 05.18.04 [Бойцова, Татьяна Михайловна]. Владивосток. 2002. 445 с.
3. Иванова Е.Е., Чехомов М.Л. *Технология переработки рыб, акклиматизированных на юге России*. – Краснодар: изд-во Кубанского ГТУ. 2004. 169 с.
4. Иринина О.И., Смоленцева А.А. Оптимизация биологической ценности комбинированных рыбоблагодатительных кулинарных изделий // *Пищевая промышленность*. 2009. №10. С. 66-67
5. Долганова Н.В., Ярцева Н.В. Изучение органолептических и технологических свойств котлет из рыбных фаршей с добавлением лактулозы // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2010. №2. С. 1-5.
6. Ким Г.Н., Панкина А.В., Богданов В.Д. Композиционные структурорегулирующие добавки в технологии рыбных консервов из формованных изделий // *Вестник Камчатского государственного технического университета*. 2007. С. 44-53.
7. Елисеева С.А. *Технология универсальных овощных полуфабрикатов, консервированных холодом для предприятий общественного питания: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04: защищена 16.12.2013: утв. 14.05.2014 / Елисеева Светлана Анатольевна*. – СПб: СПб НИУ ИТМО. 2013. 165 с.
8. Петрова Л. Д., Богданов В. Д. Влияние соевых текстуратов на функционально-технологические свойства рыбных фаршевых систем // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2013. № 2. С. 35-38
9. Абрамова Л.С. *Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья*. – Москва: ВНИРО. 2005. 175 с.
10. Петрова Л.Д., Богданов В.Д. Перспективность использования нутовой муки в технологии рыбного фарша // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2019. № 1 (23). С. 30-35. DOI:10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35
11. Гусева Л.Б., Панкина А.В., Богданов В.Д. Научные принципы регулирования состава и свойств пищевых дисперсных систем – Владивосток: Дальрыбвтуз. 2017. 90 с.
12. Васюкова А.Т., Тихонов Д.А., Тонапетян Т.А. Регулирование органолептических показателей и пищевой ценности фаршевых систем из тощих океанических рыб с использованием БАД функционального назначения // *Пищевая промышленность*. 2020. № 6. С. 47-51
13. Piccolella S, Crescente G, Candela L, Pacifico S. 2019 Polyphenolic: novel analysis problems and air conditioning. *J Pharm Biomed Anal*. 175:112774. doi: 10.1016/j.jpba.2019.07.022
14. Cory H, Passarelli S, Szeto G, Tamez M, Mattei J. 2018. The role of polyphenols in human health and food systems: a brief review. *Front Nutr* 5:87. doi: 10.3389/fnut.2018.00087
15. *Пищевик И.П. Технология производство рыбного фарша 2025.* / <https://mppnik.ru/publ/1184-tehnologiya-proizvodstvo-rybnogo-farsha.html> Дата обращения 03.01.2026.
16. *Основы биотехнологии / Сост.: Е.А. Фауст // – Саратов: ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»*. 2015. 52 с.
17. *Мазалова Н.Ф. Технология рыбных консервов и пресервов*. – Керчь: КГМТУ. 2021. 31 с.

18. Казанцева И.Л. Научно-практическое обоснование и совершенствование технологии комплексной переработки зерна нута с получением ингредиентов для создания продуктов здорового питания. Автореферат дисс. ... док. тех. наук: специальность 05.18.01 [Казанцева Ирина Леонидовна]. – Краснодар: КубГТУ. 2017. – 47 с.
19. Подвалова В.В. [и др.] Исследование растительных компонентов на качество фарша на основе мяса птицы // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5. С. 192-199. DOI: 10.36718/1819-40362022-5-192-199.
20. Коцьло И.В., Киричко Н.А. Расчет критериев химического состава и эффективной вязкости фаршей из первосортной и второсортной мороженой рыбы, и солено-копченой рыбной продукции // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2009. С. 1-6
21. Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Батищев В.В. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей // Изв. вузов. Пищевая технология. 2003. № 1. С. 32-34
22. Мурашев С.В., Шероли Шерзоди Особенности физико-химических и механических процессов формирования фарша для вареных колбасных изделий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2016. №2. С. 54-63.

REFERENCES AND SOURCES

1. Irinina O.I., Kutkina M.N., Eliseeva S.A. 2017. Functional and technological characteristics of the prescription components of combined molded products from low-fat fish // International Scientific Research Journal. No.01(55) part 4. Pp. 69-73. DOI: 10.23670/IRJ.2017.55.166 (In Russ.)
2. Boitsova T.M. 2002. Substantiation and development of resource-saving technologies for minced fish and food products based on it. Diss. ... Doctor of Technical Sciences, specialty: 05.18.04 [Boitsova, Tatiana Mikhailovna]. Vladivostok. 445 p. (In Russ.)
3. Ivanova E.E., Chekhomov M.L. 2004. Technology of fish processing, acclimatized in the south of Russia. Krasnodar: publishing house of the Kuban State Technical University. 169 p. (In Russ.)
4. Irinina O.I., Smolentseva A.A. 2009. Optimization of the biological value of combined fish and vegetable products // Food industry. No. 10. Pp. 66-67. (In Russ.)
5. Dolganova N.V., Yartseva N.V. 2010. Study of organoleptic and technological properties of minced fish cutlets with lactulose addition // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. No. 2. Pp. 1-5. (In Russ.)
6. Kim G.N., Pankina A.V., Bogdanov V.D. 2007. Composite structure-regulating additives in the technology of canned fish from molded products // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. Pp. 44-53. (In Russ.)
7. Eliseeva S.A. 2013. Technology of universal semi-finished vegetable products, canned cold for catering enterprises: dis. ...candidate of technical Sciences: 05.18.04: protected on 12/16/2013: approved on 05/14/2014 / Eliseeva Svetlana Anatolyevna. – St. Petersburg: St. Petersburg Research Institute of ITMO. 165 p. (In Russ.)
8. Petrova L.D., Bogdanov V.D. 2013. The influence of soy texturates on the functional and technological properties of minced fish systems // Storage and processing of agricultural raw materials. No. 2. Pp. 35-38. (In Russ.)
9. Abramova L.S. 2005. Polycomponent food products based on fish raw materials. – Moscow: VNIRO. 175 p. (In Russ.)
10. Petrova L.D., Bogdanov V.D. 2019. The prospects of using chickpea flour in the technology of minced fish // Innovation and food security. No. 1 (23). Pp. 30-35. DOI:10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35. (In Russ.)
11. Guseva L.B., Pankina A.V., Bogdanov V.D. 2017. Scientific principles of regulation of the composition and properties of food dispersed systems – Vladivostok: Dalrybvuz. 90 p.
12. Vasyukova A.T., Tikhonov D.A., Tonapetyan T.A. 2020. Regulation of organoleptic parameters and nutritional value of minced meat systems from lean oceanic fish using dietary supplements for functional purposes // Food industry. No. 6. Pp. 47-51. (In Russ.)
13. Piccolella S, Crescente G, Candela L, Pacifico S. 2019. Polyphenolic: novel analysis problems and air conditioning. J Pharm Biomed Anal. 175:112774. doi: 10.1016/j.jpba.2019.07.022
14. Cory H, Passarelli S, Szeto G, Tamez M, Mattei J. 2018. The role of polyphenols in human health and food systems: a brief review. Front Nutr 5:87. doi: 10.3389/fnut.2018.00087
15. Pishchevik I.P. 2025. Technology of minced fish production / <https://mppnik.ru/publ/1184-tehnologiya-proizvodstvo-rybnogo-farsha.html> Date of access 03.01.2026. (In Russ.)
16. Fundamentals of biotechnology / Comp.: E.A. Faust // – Saratov: Saratov State Agrarian University. 2015. 52 p. (In Russ.)
17. Mazalova N.F. 2021. Technology of canned fish and preserves. – Kerch: KGMTU. 31 p. (In Russ.)
18. Kazantseva I.L. 2017. Scientific and practical substantiation and improvement of the technology of complex processing of chickpea grain with the production of ingredients for the creation of healthy food products. Abstract of the dissertation. ... Doctor of Technical Sciences: specialty 05.18.01 [Kazantseva Irina Leonidovna]. – Krasnodar: KubSTU. 47 p. (In Russ.)
19. Podvalova V.V. [et al.] 2022. The study of plant components on the quality of minced meat based on poultry meat // Bulletin of KrasGAU. № 5. Pp. 192-199. DOI: 10.36718/1819-40362022-5-192-199. (In Russ.)
20. Kotsylo I.V., Kirichko N.A. 2009. Calculation of criteria for the chemical composition and effective viscosity of minced meat from first-class and second-class frozen fish, and salted and smoked fish products // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. Pp. 1-6. (In Russ.)
21. Antipova L.V., Tolpygina I.N., Batishchev V.V. 2003. Functional products based on minced fish and vegetables // Izv. vuzov. Food technology. No. 1. Pp. 32-34. (In Russ.)
22. Murashev S.V., Sheroli Sherzodi 2016. Features of physico-chemical and mechanical processes of forming minced meat for boiled sausage products // Scientific Journal of the National Research University of ITMO. The series "Processes and devices of food production". No. 2. Pp. 54-63. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 26.11.2025
 Принят к публикации / Accepted for publication 12.01.2026