

Веслонос – перспективный сырьевой источник для развития отечественного рынка рыбопродуктов

Людмила В. Антипова¹ antipova.L54@ya.ru  0000-0002-1416-0297
Алина Ю. Сетькова¹ alinasetkova@ya.ru  0000-0002-9070-3935
Ольга П. Дворянинова¹ olga-dvor@ya.ru  0000-0002-7866-1813

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В настоящее время производство рыбопродуктов из прудовой рыбы в России растет. В процессе переработки рыбы образуются побочные продукты разделки: печень, ястыки, шкурки, чешуя и т.д. Цель работы – оценка комплекса свойств веслоноса как источника пищевых систем, позволяющих осуществить поступательное развитие отечественного рынка. Объектом исследования являлись продукты разделки веслоноса. В работе применяли общепринятые методы исследования свойств рыбного сырья. При изучении масс-метрических показателей продуктов разделки веслоноса выявили, что массовая доля печени составляет 18,4% и может использоваться в технологии полуфабрикатов, паштетов и консервов. Результаты изучения химического состава печени веслоноса показали, что она богата жиром (18,9±2,15 %). Сравнительный анализ результатов проведенных исследований показал, что марганца, меди и железа в печени веслоноса больше, чем в мясе. Но печень уступает мясу по содержанию цинка $6,6 \pm 2,34$ мг/кг против $7,5 \pm 1,59$ мг/кг. Так, уровень меди в 4,6 раза, марганца 15,3 раза и железа в 4 раза выше, чем в мясе веслоноса. Показатели биологической ценности исследованных прудовых рыб подтверждают перспективность их использования как альтернативного сырьевого источника для производства разнообразного ассортимента рыбных продуктов. Результаты исследований жирнокислотного состава показывают, что по содержанию жира рыбы внутренних водоемов не относятся к продуктам высокой биологической ценности, что компенсируется высоким содержанием белка. Однако данная характеристика может быть значительно улучшена путем проектирования рецептур различной кулинарной продукции на их основе. При этом, как положительный факт, следует отметить наличие в филе карпа, толстолобика и веслоноса незаменимых факторов питания γ – линоленовая (ω -6), а также наличие полиненасыщенных жирных кислот.

Ключевые слова: рыбы, рыбопродукты, веслонос, печень веслоноса, расширение ассортимента, ассортимент рыбопродуктов

Paddlefish is a promising source of raw materials for the development of the domestic market of fish products

Lyudmila V. Antipova¹ antipova.L54@ya.ru  0000-0002-1416-0297
Alina Yu. Setkova¹ alinasetkova@ya.ru  0000-0002-9070-3935
Olga P. Dvoryaninova¹ olga-dvor@ya.ru  0000-0002-7866-1813

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Currently, the production of fish products from pond fish in Russia is growing. In the process of processing fish, by-products of cutting are formed: liver, yastki, skins, cheshchuya, etc. The purpose of the work is to evaluate the complex of properties of the oarfish as a source of food systems that allow for the progressive development of the domestic market. The object of the study was the products of cutting paddlefish. Generally accepted methods of studying the properties of fish raw materials were used in the work. When studying the mass-metric indicators of oarfish cutting products, it was revealed that the mass fraction of the liver is 18.4% and can be used in the technology of semi-finished products, pates and canned food. The results of studying the chemical composition of the liver of the oarfish showed that it is rich in fat (18.9±2.15 %). A comparative analysis of the results of the conducted studies showed that there is more manganese, copper and iron in the liver of the oarfish than in meat. But the liver is inferior to meat in terms of zinc content of 6.6 ± 2.34 mg/kg versus 7.5 ± 1.59 mg / kg. Thus, the level of copper is 4.6 times, manganese is 15.3 times and iron is 4 times higher than in paddlefish meat. Indicators of the biological value of the studied pond fish confirm the prospects of their use as an alternative raw material source for the production of a diverse range of fish products. The results of studies of the fatty acid composition show that, according to the fat content of fish in inland reservoirs, they do not belong to products of high biological value, which is compensated by a high protein content. However, this characteristic can be significantly improved by designing recipes for various culinary products based on them. At the same time, as a positive fact, it should be noted the presence in the fillet of carp, silver carp and oarfish of essential nutrition factors γ -linolenic acid (ω 6), as well as the presence of polyunsaturated fatty acids.

Keywords: fish, fish products, oarfish, oarfish liver, expansion of the range, the range of fish products

Введение

Роль рыбы и рыбопродуктов в полноценном питании человека известна и постоянно растет. Вместе с тем, ситуация требует пересмотра сложившихся приоритетов. В стране назрела необходимость создания внутреннего рынка рыбопродуктов. Многообразие источников из Мирового океана, внутренних водоемов и рек усложняет решение задач сбалансированности

рынка, непосредственно влияет на доступность цен и дефицитность сырья.

По данным РИА Fishnews в пресс-службе Росрыболовства в структуре экспорта 87% занимает мороженая рыба, 8,7% – филе и прочее мясо рыб, 3,7% – ракообразные, моллюски и прочие водные беспозвоночные, 0,4% – готовая или консервированная рыбная продукция [1–3].

Для цитирования

Антипова Л.В., Сетькова А.Ю., Дворянинова О.П. Веслонос – перспективный сырьевой источник для развития отечественного рынка рыбопродуктов // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 2. С. 154–163. doi:10.20914/2310-1202-2021-2-154-163

For citation

Antipova L.V., Poipova Y.A., Anosov D.S. Paddlefish is a promising source of raw materials for the development of the domestic market of fish products. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 2. pp. 154–163. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-2-154-163

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

В соответствии с основными целями Концепции развития рыбного хозяйства и Стратегией развития АПК и рыболовства, важным направлением является увеличение объемов и расширение ассортимента рыбной продукции. В настоящее время, как в России, так и за рубежом, разработано множество изделий из гидробионтов. Интерес к производству такой продукции обусловлен не только необходимостью расширения ассортимента, но и возможностью получения продуктов высокой пищевой и энергетической ценности: так как гидробионты богаты полноценными белками, липидами, содержащими в необходимом количестве непредельные полиненасыщенные жирные кислоты, микро- и макроэлементы, витамины.

Проблемы возникают и за счет доли в общем объеме выращиваемой рыбы новых объектов переработки. В других индустриальных развитых странах требуется совершенствование технологии обработки рыбного сырья и разработки оригинальных подходов к его переработке.

Среди всех существующих, направление, связанное с производством рыбопродуктов широкого ассортимента, видится наиболее реальным и эффективным [8, 9, 17, 18, 20].

Одним из перспективных источников рыб внутренних водоемов является веслонос. Выше сказанное усиливает внимание к внутренним водоемам и видам рыб, их наполняющим. Ситуация осложняется недостатком знаний в области обработки и переработки рыб внутренних водоемов.

Систематика веслоноса выглядит следующим образом: царство – животные; тип – хордовые; класс – лучепёрные рыбы; отряд – осетрообразные; семейство – веслоносовые; вид – веслонос.

Семейство веслоносовых Polyodontidae отряда осетрообразных включает 2 рода и 2 вида, оба – эндемики: американский веслонос (*Psephurus gladius*) – в бассейне Янцзы. В отличие от других осетрообразных на теле веслоноса отсутствуют жучки (рисунок 1).

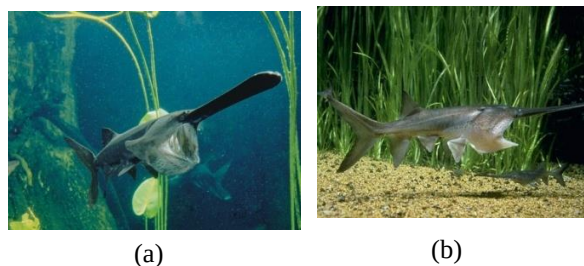


Рисунок 1. Внешний вид (а) американского и (б) китайского веслоносов

Figure 1. Appearance of the (a) American and (b) Chinese paddleboats

Многие российские хозяйства выращивают и поставляют на рынок это сырье. Интенсификация прудового рыбоводства в России достигнута благодаря оптимальной структуре поликультурного рыбоводства на основе культивирования карпа с растительными видами: обыкновенным и пестрым толстолобиками и белым амуром, удобрением прудов, кормлением рыбы, увеличением плотности посадки на 1 га площади прудов и механизации производственных процессов, а также акклиматизация и разведение новых видов рыб [9–13, 21].

Определены требования к водоемам комплексного назначения (ВКН) для выращивания маточных стад веслоноса: площадь от 100 до 200 га, глубина незамерзающего слоя – не менее 1,5 м, отсутствие загрязнений промышленными, сельскохозяйственными и иными стоками, соответствие режимов нормативам качества среды.

Переработку веслоноса ведут в специализированных хозяйствах с использованием специального технологического оборудования [11, 12, 15].

В настоящее время освоена в России технология выращивания веслоноса на базе предприятий:

- ООО «Рыбоводное сельскохозяйственное предприятие «Ангелинское» (Краснодарский край, Красноармейский район, станица Старонижестеблиевская);
- ФГУП «Медведицкий экспериментальный рыборазводный завод» (Волгоградская область, Даниловский район, р.п. Даниловка);
- ООО «Рыбколхоз им. И.В.Абрамова» (Ростовская область, г. Семикаракорск);
- ФГУП «КаспНИРХ» (г. Астарахань);
- ЗАО «Смоленскрыбхоз» (г. Смоленск);
- ЗАО «Павловскрыбхоз» (Воронежская область, Павловский район, с. Малая Казинка и с. Гаврильск);
- ООО рыбхоз «Березовский» (Воронежская область, Бобровский район, с. Сухая Березовка).

Цель работы – оценка комплекса свойств веслоноса как источника пищевых систем, позволяющих осуществить поступательное развитие отечественного рынка.

Материалы и методы

При постановке опытов и экспериментальных исследований использовали веслонос, производимый ЗАО «Павловскрыбхоз» (Воронежская обл., Павловский район, с. Малая Казинка и с. Гаврильск).

При проведении экспериментов использовались следующие методы исследования:

1) химического состава: массовую долю влаги по ГОСТ 31795 [4]; белка – методом Кьельдаля с предварительной минерализацией пробы; жира – рефрактометрически после экстрагирования жира из высушенной навески образца малолетучим растворителем; золы – по ГОСТ 31795 [4]; минеральных веществ – гравиметрическим методом; витаминного состава – по ГОСТ 7047 [5].

2) фракционного состава белков – биуретовым методом.

3) аминокислотного состава рыбопродуктов – методом ионообменной хроматографии.

4) аминокислотной сбалансированности и биологической ценности продуктов оценивали расчетным путем по формулам Н.Н.Липатова с использованием методов компьютерного моделирования по следующим показателям: аминокислотный скор, биологическая ценность, коэффициент различия аминокислотного сора, коэффициент утилитарности [6, 7].

5) жирнокислотного состава – методом ГЖХ по ГОСТ 31664 [8].

Массовый состав рыбы определяли в соответствии с принятыми методами разделки (удаление внутренностей, снятие чешуи и шкурки, обезглавливание прямым и косым срезом, отделение грудных, брюшных и хвостового плавников, разделка на филе). Соотношение отдельных частей рыбы устанавливали статистическим методом для каждого вида.

Результаты и обсуждение

Перед началом испытаний веслонос проявлял признаки жизни. Тела рыб имели чистую поверхность, плотно прилегающую к телу, без срывов и естественную окраску. Жабры у всех видов рыб были темно – красного цвета. Глаза светлые, выпуклые, без повреждений.

Исследования показали, что масс-метрические характеристики рыб внутренних водоемов определяются видом и способом разделки, а также строением (таблица 1). Так, например, у веслоноса, имеющего своеобразное и, отличающееся от других видов рыб, строение тела, в частности – головы, которая значительно больше, чем у остальных видов, за счет роострума, массовый выход головы составляет 26,2% что на 2,6% больше чем у толстолобика. Хотя, традиционно среди большинства рыб и толстолобик считается рыбой с наибольшим массовым выходом головы.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что массовый состав рыбы в зависимости от возраста и массы изменяется. При большей массе рыбы увеличивается выход мышц и снижается выход костей.

Таблица 1.
Масс-метрические показатели продуктов разделки

Table 1.
Mass-metric indicators of cutting products

Показатели (масса, г) Indicators (weight, g)		Виды рыб Fish species
		Веслонос paddlefish
Целая рыба	Whole fish	1662,3 ±408,86
Голова: – с жабрами – без жабр	Head: - with gills - no gills	435,3 ±82,89 345,7 ±93,10
Плавники	Fins	52,3 ±5,79*
Плавники с головой	Fins with head	414,3 ±72,11
Рострум	Rostrum	77,0 ±10,7
Молоки	Mallets	77,0 ±42,34
Кожа	Skin	57,0 ±7,00
Селезенка	Spleen	5,7 ±1,70
Плавательный пузырь	Swim bladder	8,2 ±2,16
Поджелудочная железа	Pancreas	39,7 ±6,94
Печень	Liver	34,9 ±9,42*
Кишечник	Intestine	20,3 ±7,26*
Сердце	Heart	3,4 ±0,82*
Позвоночные хрящи (веслоноса), кости (карпа, толстолобика)	Vertebral cartilage (paddlefish), bones (carp, bighead carp)	65,0 ±10,42*
Филе: – со шкурой – без шкуры	Fillet: - with skin - without skin	796,3 ±170,19 760,0 ±161,14
Масса внутренностей	Weight of viscera	184,0 ±65,20
Чешуя	Scales	–

Показано (таблица 1), что наибольший массовый выход имеет филе без шкуры и составляет от 45,7 до 58,5%, что доказывает перспективность данного продукта разделки в технологиях продуктов широкого потребительского спроса.

Общая масса побочных продуктов говорит о целесообразности их дальнейшего сбора и переработки с выделением наиболее ценных частей, компонентов и веществ, включая биологические активные.

Для объективной оценки соотношения продуктов разделки и основных выделяемых внутренних органов, рассчитали массовую долю их относительно массы тела рыбы (рисунок 2).

Немаловажный интерес представляет массовая доля печени, которая у веслоноса составляет 18,4% и примерно в 6 раз больше, чем у карпа и толстолобика (2,6 и 3,9% соответственно). Следовательно, учитывая известные показатели качества и достаточно высокий

массовый выход, печень веслоноса может рассматриваться как перспективный сырьевой ресурс в технологиях рыбопродуктов широкого покупательского спроса, в том числе полуфабрикатов, паштетов и консервов. Последний – излюбленный продукт современных россиян и употребляется ими в основном продуктами из печени трески. Вследствие чего печень веслоноса можно рассматривать как возможную альтернативу печени трески.

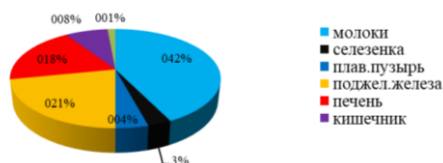


Рисунок 2. Соотношение массовых долей внутренних веслоноса

Figure1. Ratio of mass fractions of internal paddlefish

Треска относится к категории так называемых «тощих» рыб, у которых жиронакопление происходит в печени. Известно, что печень трески содержит до 70% жира, а также полиненасыщенные жирные кислоты, витамины А, В₁, В₂ и D. Данные элементы очень полезны, но будучи в натуральном продукте, подвержены порче, окислению и накоплению вредных веществ. Именно поэтому печень трески проходит отбор и подвергается очистке и термообработке.

Массовый выход печени у тихоокеанской трески составляет от 4,2 до 6,8% к массе целой рыбы, что примерно в 4 раза меньше, чем у веслоноса. Это является одним из основных показателей, свидетельствующим о целесообразности использования печени веслоноса взамен печени трески в отрасли.

Заметим, что у тихоокеанской трески масса печени изменяется в зависимости от ряда причин. С увеличением возраста рыбы увеличение массы печени происходит во много раз быстрее, чем увеличение массы рыбы. Так, например, при увеличении размера трески с 35 до 90 см масса рыбы возрастает в 14 раз (с 0,74 до 10,3 кг), а масса печени – в 34 раза (с 24 до 820 г.). Поэтому с увеличением массы трески возрастает не только абсолютная, но и относительная масса печени.

Относительная масса, печени находится в прямой зависимости от массы рыбы: массой 1,9–2,2 кг масса печени составляет 4,6–5,6%, а у рыб массой 4,6–5,6 кг от 5,6 до 6,5%.

Микроскопически структура печени веслоноса не выявляет четко выраженной дольчатости, свойственной органу млекопитающих. Клетки расположены тяжами с четко выявляющимися желчными капиллярами в виде слепых канальцев между ними.

Основу паренхимы органа составляют гепатоциты различных размеров.

В участках прилегающих к центральным венам выявляется радиальное расположение тяжей гепатоцитов, характерных для печени, так называемых балок.

Гепатоциты характеризуются полигональностью формы, довольно интенсивно окрашенной цитоплазмой, наличием четко выявляемого ядра округлой формы и ядрышек в их структуре.

Довольно часто в структуре гепатоцитов выявляется несколько ядер (многоядерные клетки) и крупные более светло окрашенные ядра похожие на ядра полиплоидных клеток. Такая картина характерна для печени, как органа, где интенсивно протекают процессы деления клеток, включая митотическое и amitotическое по типу. Среди клеток выделяются более крупные и интенсивно окрашенные купферовские клетки, принадлежащие к макрофагальной системе.

Печень веслоноса, кроме характерных для органа кровеносных сосудов и желчных протоков, пронизывающих паренхиму органа, отличается наличием значительного количества очажков кроветворения в виде скопления ярких с крупными ядрами клеток – предшественников клеток крови.

Результаты изучения химического состава печени веслоноса показали, что она богата жиром: $18,9 \pm 2,15\%$ против $8,4 \pm 2,48\%$ в образцах сравнения (мясо сельскохозяйственных животных). Дополнительно, в печени веслоноса относительно мяса, установлен более низкий уровень белка и минеральных веществ ($P \leq 0,05$), но больший уровень влаги.

Следует добавить, что печень гидробионтов, в том числе и веслоноса, отличается высокой пищевой и биологической ценностью по сравнению с печенью млекопитающих: она содержит значительное количество ПНЖК, в том числе ω -3 и ω -6, богата витаминами А и D, а также группы В, депонирует в клетках микроэлементы. При этом энергетическая ценность печени существенно выше ($225,30$ ккал/100 г.), чем 100 г мяса веслоноса, что обусловлено высоким уровнем жира, превышающем этот показатель в мясе более чем в 2 раза.

Но наибольшая концентрация витамина А обнаружена в печени веслоноса и составляет 103 мкг/100 г. Следовательно, печень веслоноса может являться превосходным источником для получения витамина А и рыбьего жира, что, дополнительно может с успехом использоваться при создании рыбопродуктов функционального назначения.

Установлено, что печень веслоноса американо-канадского обладает нежной, мягкой консистенцией, имеет лучшую усвояемость, так как содержит незначительное количество щелочерасстворимых белков (0,8%), это свидетельствует о менее развитой соединительной ткани в печени веслоноса. Следовательно, можно прогнозировать целесообразность применения печени веслоноса при производстве тонкоизмельченных продуктов, в том числе эмульсионного типа.

Таким образом, сравнительный анализ массового выхода и гистологического строения печени трески и веслоноса показал, что печень веслоноса может выступать альтернативным сырьевым источником в технологиях рыбопродуктов широкого потребительского спроса, включая консервы.

Что касается веслоноса, то его переработка и создание продуктов на его основе полностью вписывается в структуру современного рынка рыбопродуктов. Есть основание полагать, что развитие данного направления будет экономически целесообразным и позволит освоить новый сегмент рынка – производство широкого ассортимента продуктов из новых объектов аквакультуры.

Химический состав продуктов разделки рыб, определяющий ее питательную ценность и пищевкусные свойства, характеризуется прежде всего содержанием белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ

и воды, а также наличием необходимых для человека аминокислот и их количеством. В рыбе находятся и продукты обмена органических веществ, а также соединения, сопутствующие жирам, и вещества, служащие регуляторами жизненных процессов [1–3].

Следует заметить, что сегодня многие продукты позиционируются, как необходимые человеку. Однако не всегда учитываются установленные критерии этих позиций. На самом деле необходим продукт, который нес бы пользу человеку.

Химический состав продуктов разделки прудовых рыб различных бассейнов достаточно подробно описан в работах отечественных ученых и специалистов (Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, Л.А. Борисенко, Е.Е. Иванова, Г.И. Касьянов, О.Я. Мезенова, Н.А. Студенцова, Мукатова М.Д., Долганова Н.В. и др.) Однако, для разработки новых подходов и способов максимального и рационального использования рыбных компонентов необходимо детализировано исследовать белковые и липидные фракции, оценить их функциональность, пищевую и биологическую ценность.

При анализе общего химического состава мяса прудовых рыб выявлено, что рыбы различаются по массовой доле жира 5,7–8,4%, при близких значениях содержания белка 17,2–25,8% (таблица 2).

Таблица 2.

Сравнительный химический состав мяса рыб и печени веслоноса

Table 2.

Comparative chemical composition of fish meat and oarfish liver

Образец Sample	Влага, % Moisture, %	Жир, % Fat, %	Зола, % Ash, %	Белок, % Protein, %	Энергетическая ценность, ккал /100 г Energy value, kcal /100 g
Веслонос Paddleback	63,3 ± 3,33	8,4 ± 2,48	2,5 ± 0,50	25,8 ± 1,02	178,80

Однако особое внимание привлекает высокая массовая доля белков в мясе веслоноса (25,8%), общий дефицит и функциональность которых в пищевых системах известны в мировых масштабах.

Соотношение жир: белок для исследованных видов рыб различается. Так, например, для мышечной ткани карпа это соотношение 0,33:1, для толстолобика – 0,37:1, для веслоноса – 0,3:1 (при норме 1:1).

Это говорит о том, что мясо исследованных видов рыб не сбалансировано по содержанию белков и жиров, что, безусловно, скажется на усвояемости организмом человека. Полная усвояемость белков и лучшие товарно-пищевые качества рыбной продукции проявляются при одинаковом содержании белков и жиров.

Такое соотношение жиров и белков в мясе рыб возникает при рационе, богатом энергией и бедном структурой белков. Следовательно, при организации кормления в условиях рыбоводных хозяйств необходимо правильно распределять кормовые смеси в соответствии с продуктивностью рыб.

Энергетическая ценность мяса веслоноса, вследствие значительного содержания жира (8,4%) и белка (25,8%) примерно на 32% больше, чем у карпа и толстолобика.

Полученная информация позволяет варьировать сырьевые ресурсы при разработке продуктов функциональной направленности. Мясо веслоноса, например, выгодно использовать в высококалорийных белковых диетах.

Свойства пищевого сырья и продуктов обуславливают наличие и соотношение различных белков. Белки сосредоточены в мышечной, эпителиальной, соединительной тканях, а также в разновидностях жировой и нервной. В белках мышечной ткани прудовых рыб выделено 3 фракции: водорастворимая, (альбумины), солерастворимая (глобулины) и щелочерастворимая (белки стромы) (рисунок 3).

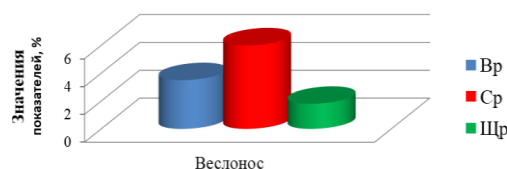


Рисунок 3. Фракционный состав белков мяса рыб и печени веслоноса

Figure 2. Fractional composition of fish meat and oarfish liver proteins

Полученные результаты свидетельствуют о том, что общий фракционный состав белков исследуемых рыб представлен на 1,8–4,4% щелочерастворимыми белками, на 3,5–6,2% водорастворимыми, и на 6,0–6,8% солерастворимыми, которые играют в образовании рыбных систем роль стабилизаторов.

Однако мясо веслоноса содержит значительно меньше белков стромы. Это свидетельствует о менее развитой соединительной ткани в мясе веслоноса, которое обладает нежной консистенцией и имеет лучшую усвояемость. Но с другой стороны, так как щелочерастворимая фракция включает в основном белки соединительной ткани, ее можно рассматривать как пищевые волокна животного происхождения, обладающие функциональными свойствами, что позволяет их считать необходимыми компонентами здорового питания.

Заметим, что количественное соотношение между различными группами белковых веществ в мышцах рыб зависит от вида рыбы, ее возраста, характера питания и т. д.

Таким образом, оценка фракционного состава белков мяса веслоноса представляет интерес в связи с возможностью их дальнейшего использования в промышленном производстве, так как образование стабильных систем невозможно без участия таких фракций белка как соле- и водорастворимых.

Общее содержание белка и жира в мясе рыб недостаточно полно характеризует его пищевую ценность, так как наряду с полноценными белками, в состав которых входят все незаменимые аминокислоты, без которых невозможен синтез белков в организме, в мясе имеются неполноценные белки (коллаген, эластин).

Поэтому пищевая ценность мяса рыбы определяется не только высоким содержанием белка, но также и составом, и соотношением незаменимых аминокислот.

Проанализировав аминокислотный состав белков мышечной ткани мяса веслоноса, пришли к выводу, что в их химический состав входит биологически полноценный белок, это подтверждается содержанием полного набора незаменимых аминокислот (таблица 3).

Таблица 3.
Аминокислотный состав мяса рыб и печени веслоноса

Table 3.
Amino acid composition of fish meat and oarfish liver

Аминокислота Amino Acid	Содержание/100 г. белка Content eg / 100 g of protein
	мясо веслоноса paddlefish meat
Ile	3,84 ±0,02
Thr	4,81 ±0,03
Val	4,92 ±0,03
Met + cys	7,45 ±0,05
Leu	8,31 ±0,05
Phe + Tyr	3,76 ±0,02
Lys	7,12 ±0,04
Сумма незаменимых The sum of essential	40,21 ±0,03

Содержание некоторых незаменимых аминокислот в белках мяса рыб подвержено значительным колебаниям (в г аминокислоты на 100 г белка): изолейцина – 2,19–4,32; метионин + цистин – 3,11–7,45; лейцин – 4,61–8,31; лизин – 5,80–8,56. Мы наблюдаем достоверное отличие в составе белка мяса веслоноса от других видов рыб.

Содержание незаменимых аминокислот в мясе примерно на 35% выше по сравнению с мясом толстолобика и на 11% выше, чем у карпа. Следовательно, белки мяса более полноценным, что необходимо учитывать при проектировании рецептурно-компонентных решений новых рыбопродуктов. Особое внимание следует обратить на содержание метионина. Данная аминокислота является незаменимой, стимулирующей интенсивный темп роста. Содержание именно этой кислоты в 2,5 раза выше у мяса веслоноса в отличие от мяса карпа и толстолобика.

Из заменимых аминокислот главное внимание следует уделять содержанию глутаминовой кислоты, так как она выступает в качестве донора аминокислот и активно участвует в биосинтезе других аминокислот. Как показали наши исследования, ее содержание в мясе веслоноса выше на 13,05% по отношению к мясу толстолобика и карпа, но ниже на 2,3%, чем в печени веслоноса. Так как, дополнительно эта аминокислота, ответственна за вкусоароматические характеристики

мяса рыбы, отмечаем, что в мясе веслоноса ее содержится большое количество (22,13 г./100 г белка), что объясняет несколько своеобразный вкус, скорее напоминающий мясной.

Соотношения ароматических аминокислот тирозина и фенилаланина в мясе веслоноса меньше единицы, что соответствует полученным ранее данным для осетровых рыб.

Вторым компонентом, преобладающим количественно в составе мяса исследуемых видов рыб, является жир, представленный в основном триглицеридами. Биологическая роль триглицеридов состоит в том, что они являются источниками энергии и, кроме того, содержат не синтезируемые в организме человека высококонцепральные жирные кислоты и жирорастворимые витамины, роль которых в физиологии весьма велика.

Определение уровня биологической ценности липидов можно произвести расчетным путем, сопоставляя потребное количество каждого из незаменимых компонентов в формуле сбалансированного питания с его содержанием в продукте.

При определении биологической ценности жиров большое значение имеет наличие и количественное содержание “триады” так называемых незаменимых жирных кислот: линолевая, линоленовая и арахидоновая. Подобно незаменимым аминокислотам, они синтезируются ограниченно или не синтезируются в животных организмах совсем. Незаменимые ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидоновая) называются также витамином F.

Существует две группы полиненасыщенных жирных кислот – $\omega 3$ и $\omega 6$, которые содержатся в мясе прудовых рыб. Они необходимы для роста и правильного развития человека, а также обладают иммуномодулирующим действием.

Проведенные в последние 30 лет исследования показали, что организму человека требуется определенный баланс этих элементов (1:5). Следовательно, рацион питания обязательно должен включать обе группы кислот.

Жирнокислотный состав исследуемых объектов отличается высоким содержанием насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот (таблица 4).

Таблица 4.

Жирнокислотный состав липидов исследуемых объектов (содержание жирных кислот в %)

Table 4.

Fatty acid composition of lipids of the studied objects (the content of fatty acids in %)

Наименование жирных кислот Name of fatty acids	Индекс ЖК LCD index	Филе карпа Carp fillet	Филе толстолобика Silver carp fillet	Филе веслоноса Oarfish fillet
Миристиновая Myristic	14:0	0,75±0,02	2,41±0,01	0,09±0,01
Пальмитиновая Palmitic	16:0	16,05±0,04	24,60±0,03	16,6±0,03
Стеариновая Stearic	18:0	7,22±0,02	5,12±0,02	1,37±0,02
Арахидоновая Arachidonic	20:0	0,13±0,01	0,11±0,01	0,07±0,01
Сумма насыщенных кислот The sum of saturated acids		24,15±0,02	32,24±0,02	18,13±0,02
Пальмитолеиновая Palmitoleic	16:1 9-цис	4,76±0,02	8,19±0,02	5,58±0,03
Олеиновая Oleic	18:1 9-цис	46,74±0,05	26,06±0,03	27,67±0,04
Линолевая Linoleic	18:2	9,68±0,02	11,55±0,02	20,36±0,04
γ – линоленовая γ -linolenic	18:3 ω -6	0,28±0,01	0,14±0,01	0,77±0,01
Сумма ненасыщенных кислот The sum of unsaturated acids		61,46±0,02	45,94±0,02	54,38±0,02
Отношение ненасыщенных к насыщенным The ratio of unsaturated to saturated		2,5	1,4	2,9

Результаты исследований жирнокислотного состава показывают, что по содержанию жира рыбы внутренних водоемов не относятся к продуктам высокой биологической ценности, что компенсируется высоким содержанием белка. Однако данная характеристика может быть значительно улучшена путем проектирования рецептур различной кулинарной продукции на их основе. При этом, как положительный факт, следует отметить наличие в филе карпа, толстолобика и веслоноса незаменимых факторов питания γ – линоленовая (ω -6), а также наличие полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Результаты исследования подтверждают биологическую ценность исследованных прудовых рыб и их перспективность, как альтернативного сырьевого источника для производства разнообразного ассортимента рыбных продуктов, в т. ч. диетического, профилактического и функционального питания.

На базе БУВО «Воронежская областная ветеринарная лаборатория» был проведен анализ содержания микроэлементов методом атомно – абсорбционной спектроскопии. Данные о содержании микроэлементов в исследуемых образцах представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Сравнительное содержание микроэлементов в мясе рыб, мг/кг свежей ткани

Table 5.

Comparative content of trace elements in fish meat, mg / kg of fresh tissue

Образец Sample	Содержание микроэлементов, мг/кг свежей ткани The content of trace elements, mg/kg of fresh tissue			
	Cu	Zn	Mn	Fe
Карп Carp	0,7±0,30	5,6±0,40	0,037±0,02	6,2±1,10
Толстолобик Silver Carp	0,8±0,16	22,0±5,39*	0,042±0,01	5,1±0,97
Веслонос Paddleback	0,3±0,14*	7,5±1,59	0,176±0,04*	3,1±1,17*
Печень веслоноса Oarfish liver	1,4±0,95*	6,6±2,34	2,7±0,03*	12,5±1,17*
*-P ≤ 0,05 к показателю для карпа *-P ≤ 0.05 to the indicator for carp				

Анализ результатов проведенных исследований показал, что марганца в мясе веслоноса больше, чем в мясе карпа и толстолобика: $0,176 \pm 0,037$ мг/кг против $0,037 \pm 0,015$ мг/кг и $0,042 \pm 0,010$ мг/кг соответственно.

Роль марганца в жизнедеятельности организма многообразна, однако основным его свойством является участие в процессах костеобразования.

По-видимому, в организме веслоноса ввиду отсутствия костного скелета и незначительного количества костной ткани, марганец не используется на костеобразование и удерживается мышечной тканью.

Марганец, кроме того, стимулирует процессы роста, участвует в кроветворении, функциях эндокринной системы, обмене витаминов, регуляции углеводного и минерального обмена, обладает липотропным свойством.

Потребность в марганце – 5–10 мг в сутки.

Уровень меди и железа в мясе веслоноса меньше, чем у карпа и толстолобика.

Мясо веслоноса характеризуется меньшей аккумуляцией меди и железа, но высоким уровнем марганца.

Закключение

Сравнительный анализ результатов проведенных исследований показал, что марганца, меди и железа в печени веслоноса больше, чем в мясе. Но печень уступает мясу по содержанию цинка $6,6 \pm 2,34$ мг/кг против $7,5 \pm 1,59$ мг/кг. Так, уровень меди в 4,6 раза, марганца в 15,3 раза и железа в 4 раза выше, чем в мясе веслоноса.

Таким образом, для создания сбалансированного продукта необходимо использовать печень веслоноса в составе с продуктом бедным по содержанию фосфором и магнием и

содержащим большее количество моно- и полиненасыщенных жирных кислот.

В питании человека наряду с белками, жирами, углеводами и минеральными веществами огромную роль играют биологически активные вещества, к которым относятся витамины.

Водорастворимые витамины В₁, В₂, В₆, РР, С содержатся в мясе и многих органах рыб, жирорастворимые витамины А, D – во внутренних органах и тех частях тела, где находятся жиры, особенно в печени.

Жирорастворимые витамины А (ретинол) и Е (токоферол) содержатся в мышечной ткани карпа и толстолобика и превышают их содержание в мясе наземных животных.

Так, если в мясе крупного рогатого скота содержание витамина А составляет 4,5–18 мкг/100 г. [2], то в мясе карпа и толстолобика его содержится 21 и 61,1 мкг/100 г соответственно.

Не маловажное значение имеет достаточно высокое содержание в опытных образцах витаминов группы В. Особое внимание обращает на себя количество витамина В₁₂ (цианокобаламин) в печени веслоноса ($10,35 \pm 1,21$ мкг/100 г), что примерно в 10 раз больше, чем для мяса карпа ($1,49 \pm 0,04$ мкг/100 г) и толстолобика ($1,43 \pm 0,02$ мкг/100 г).

Содержание витаминов С в мясе карпа и толстолобика покрывает суточную потребность организма человека и в 2–3 раза превышает этот показатель в морской рыбе.

На основании совокупности результатов можно сделать вывод о целесообразности разведения и переработки веслоноса для производства различных рыбопродуктов благодаря особенностям сырьевого состава.

Литература

- 1 Золотокопова С.В., Лебедева Е.Ю., Золотокопов А.В. Товароведные свойства рыборастворительных паштетов // ББК 36 С56. 2020. С. 135.
- 2 ГОСТ 31795–2012. Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы спектроскопией в ближней инфракрасной области.
- 3 ГОСТ 7047–55. Витамины А, С, Д, В₁, В₂ и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов.

- 4 Липатов Н.Н. (мл.) Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 1986. № 4. С. 48–52.
- 5 Липатов Н.Н. (мл.), Лисицин А.Б., Юдина С.Б. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 1996. № 2. С. 24–25.
- 6 ГОСТ 31664–2012. Масла растительные и жиры животные. Метод определения состава жирных кислот в положении 2 в молекулах триглицеридов.
- 7 Хрусталеv Е.И., Курапова Т.М., Бубунец Э.В., Жигин А.В. Товарное осетроводство: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 300 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/168943>
- 8 Рязанова О.А., Дацун В.М., Позняковский В.М. Атлас аннотированный. Рыбы пресноводные и полупроходные: справочник. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 160 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/167336>
- 9 Дулина А.С., Алтуфьев Ю.В., Удалова О.В. Перспективы искусственного воспроизводства веслоноса (*Polyodon Spathula*) в условиях поликультуры рыбоводных хозяйств Астраханской области // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. № 3. С. 106–110. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/296200>
- 10 Васильева А.М. и др. Аналитический обзор интеграции американского веслоноса в аквакультуру России // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. 2020. № 2.
- 11 Алиева Е.М. и др. Биотехнология выращивания веслоноса. Веслонос как объект прудового рыбоводства // Горное сельское хозяйство. 2016. № 3. С. 178–181.
- 12 Quddus A. et al. Gender role in pond fish culture in terms of decision making and nutrition security // Bangladesh Journal of Agricultural Economics. 2018. V. 38. №. 454-2018-4211.
- 13 Lisovec E.S. et al. Helminthoses of pond fish of the Krasnodar Territory // 16th Scientific Conference on the "Theory and practice of the struggle against parasitic diseases", 19-20 May 2015, Moscow, Russia. All-Russian KI Skryabin Scientific Research Institute of Parasitology of Animals and Plants, 2015. P. 215-218.
- 14 Botlíková M. Potential Pond Farming in the Context of Tourism // Journal of Tourism & Services. 2021. V. 12. №. 22.
- 15 Nechiporuk T.V. et al. Development prospects of pond pisciculture in modern economic conditions // Vestnik OrelGAU. 2016. №. 1. P. 70-75.
- 16 Botlíková M. Potential Pond Farming in the Context of Tourism: Reference: Milena Botlíková. Potential Pond Farming in the Context of Tourism // Journal of Tourism and Services. 2021. V. 12. №. 22. P. 42-65.
- 17 Шашкова И.Г., Романова Л.В. Развитие товарной аквакультуры // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. №. 2. P. 115-121.
- 18 Павлов К.В., Андреева И.Г., Метелева М.Г. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры: федеральный и региональный аспекты // Россия: тенденции и перспективы развития. 2019. №. 14-1.
- 19 Сытова М.В. Безопасность и информационное обеспечение прослеживаемости продукции аквакультуры. 2017.
- 20 Богачев А.И. Роль рыболовства и аквакультуры в обеспечении продовольственной безопасности: мировой аспект // Вестник сельского развития и социальной политики. 2017. №. 4 (16).
- 21 Лагуткина Л.Ю., Пономарёв С.В. Органическая аквакультура как перспективное направление развития рыбохозяйственной отрасли (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2018. V. 53. №. 2.

References

- 1 Zolotokopova S.V., Lebedeva E.Yu., Zolotokopov A.V. Commodity properties of fish pates. BБК 36 C56. 2020. pp. 135. (in Russian).
- 2 GOST 31795–2012. Fish, seafood and products from them. Method for determination of mass fraction of protein, fat, water, phosphorus, calcium and ash by spectroscopy in the near infrared region. (in Russian).
- 3 GOST 7047–55. Vitamins A, C, D, B1, B2 and PP. Sampling, methods for determining vitamins and testing the quality of vitamin preparations. (in Russian).
- 4 Lipatov N.N. (Jr.) Some aspects of modeling the amino acid balance of food products. Food and processing industry. 1986. no. 4. pp. 48–52. (in Russian).
- 5 Lipatov N.N. (Jr.), Lisitsin A.B., Yudina S.B. Improving the methodology for designing the biological value of food products. Storage and processing of agricultural raw materials. 1996. no. 2. pp. 24–25. (in Russian).
- 6 GOST 31664–2012. Vegetable oils and animal fats. Method for determining the composition of fatty acids at position 2 in triglyceride molecules. (in Russian).
- 7 Khrustalev E.I., Kurapova T.M., Bubunets E.V., Zhigin A.V. Commercial sturgeon breeding: textbook. St. Petersburg, Lan, 2021. 300 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/168943> (in Russian).
- 8 Ryazanova O.A., Datsun V.M., Poznyakovsky V.M. Annotated atlas. Fish, freshwater and semi-anadromous: a reference book. St. Petersburg, Lan, 2021. 160 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/167336> (in Russian).
- 9 Dulina A.S., Altufiev Yu.V., Udalova O.V. Prospects for artificial reproduction of paddlefish (*Polyodon Spathula*) in the conditions of polyculture of fish farms in the Astrakhan region. Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2012. no. 3. pp. 106–110. Available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/296200> (in Russian).
- 10 Vasilyeva A.M. et al. Analytical review of the integration of the American paddlefish into the aquaculture of Russia. Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2020. no. 2. (in Russian).
- 11 Alieva E.M. and other Biotechnology of paddlefish growing. Paddlefish as an object of pond fish farming. Mining agriculture. 2016. no. 3. pp. 178-181. (in Russian).
- 12 Quddus A. et al. Gender role in pond fish culture in terms of decision making and nutrition security. Bangladesh Journal of Agricultural Economics. 2018. vol. 38. no. 454-2018-4211.
- 13 Lisovec E.S. et al. Helminthoses of pond fish of the Krasnodar Territory. 16th Scientific Conference on the "Theory and practice of the struggle against parasitic diseases", 19-20 May 2015, Moscow, Russia. All-Russian KI Skryabin Scientific Research Institute of Parasitology of Animals and Plants, 2015. pp. 215-218.

- 14 Botlíková M. Potential Pond Farming in the Context of Tourism. Journal of Tourism & Services. 2021. vol. 12. no. 22.
- 15 Nechiporuk T.V. et al. Development prospects of pond pisciculture in modern economic conditions. Vestnik OrelGAU. 2016. no. 1. pp. 70-75.
- 16 Botlíková M. Potential Pond Farming in the Context of Tourism: Reference: Milena Botlíková. Potential Pond Farming in the Context of Tourism. Journal of Tourism and Services. 2021. vol. 12. no. 22. pp. 42-65.
- 17 Shashkova I.G., Romanova L.V. Development of commercial aquaculture. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University. PA Kostychev. 2017. no. 2. pp. 115-121. (in Russian).
- 18 Pavlov K.V., Andreeva I.G., Meteleva M.G. Current state and prospects of aquaculture development: federal and regional aspects. Russia: trends and development prospects. 2019. no. 14-1. (in Russian).
- 19 Sytova M.V. Safety and information support for the traceability of aquaculture products. 2017. (in Russian).
- 20 Bogachev A.I. The role of fisheries and aquaculture in ensuring food security: the global aspect. Bulletin of rural development and social policy. 2017. no. 4 (16). (in Russian).
- 21 Lagutkina L.Yu., Ponomarev S.V. Organic aquaculture as a promising direction for the development of the fishery industry (review). Agricultural biology. 2018. vol. 53. no. 2. (in Russian).

Сведения об авторах

Людмила В. Антипова д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.L54@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>

Алина Ю. Сетькова экстерн, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, alinasetkova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9070-3935>

Ольга П. Дворянинова д.т.н., профессор, кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, olga-dvor@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7866-1813>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Lyudmila V. Antipova Dr. Sci., Professor, Department of Technology of Animal Products, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.L54@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>

Alina Yu. Setkova extern, Department of Technology of Animal Products, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, alinasetkova@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9070-3935>

Olga P. Dvoryaninova doctor of Technical Sciences, Professor, Quality management and technology of aquatic bioresources department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, olga-dvor@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7866-1813>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 26/03/2021	После редакции 21/04/2021	Принята в печать 06/05/2021
Received 26/03/2021	Accepted in revised 21/04/2021	Accepted 06/05/2021