

# Исследование биологической ценности и функционально-технологических свойств перспективных объектов аквакультуры

Канд. техн. наук **Р.В. Артемов**, канд. техн. наук **М.В. Арнаутов**, **А.В. Артемов**, канд. тех. наук **Е.С. Коноваленко** – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

@ protein@vniro.ru

**Ключевые слова:** аквакультура, тилапия, клариевый сом, биологическая ценность, пищевая ценность, функционально-технологические свойства



Исследована пищевая и биологическая ценность, а также функционально-технологические свойства мышечной ткани тилапии и клариевого сома. На основании полученных данных определены перспективные направления переработки выбранных объектов аквакультуры.



Тилапия

## | Введение |

В настоящее время аквакультура является одной из наиболее быстро растущих индустрий мира. Основанием для этого служат ее эффективность, возможность планирования и круглогодичные поставки продукции стабильного качества.

Согласно последним статистическим данным ФАО, мировое производство аквакультуры продолжает расти, и в 2012 г. достигло очередного исторического максимума в 90,4 млн т [1; 2]. Лидирующими странами развития аквакультуры в мире являются Китай (53,9 млн т), Индонезия



Сом клариевый

(9,6 млн т), Индия (4,2 млн т), Вьетнам (3,3 млн т), Филиппины (2,5 млн т).

В то время как в мире аквакультура обеспечивает более половины производства рыбной продукции, объем производства аквакультуры в Российской Федерации в 2012 г. составил 146,5 тыс. т, всего лишь 0,2% мирового объема производства аквакультуры, что явно ниже потенциальных возможностей. Продукция аквакультуры в РФ представлена следующими видами рыб: карповыми – 106,1 тыс. т (72,4%), лососевыми – 33,5 тыс. т (22,9%), осетровыми – 3,3 тыс. т (2,3%) [1].

В целях реализации Федерального закона Российской Федерации от 02.07.2013 г. № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» утверждена отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы». Данная программа предусматривает увеличение производства продукции аквакультуры с 146,5 тыс. т в 2012 г. до 315 тыс. т в 2020 году.

Согласно этой программе, основными направлениями являются увеличение объема производства массовых традиционных объектов, таких как карповые виды рыб, и расширение видового разнообразия выращиваемых объектов аквакультуры [3].

Одним из направлений повышения экономической эффективности аквакультуры, в частности индустриальной, является выращивание ценных видов рыб, таких как осетровые и их гибриды, совместно с новыми видами, не традиционными для Российской Федерации, но стремительно развивающимися в мире. К ним относятся тилапии и клариевые сомы [3].

Разведение клариевых сомов набирает популярность в мире, по состоянию на 2012 г., объем производства составил 730,1 тыс. т, что по сравнению с 2008 г. больше на 57,1%. Это указывает на растущий интерес потребителей к данному объекту аквакультуры.

К 2013 г. объемы производства клариевого сома в России достигли 700 тонн. Клариевые сомы обладают высоким тем-

**Таблица 1.** Химический состав мышечных тканей тилапии и сома клариевого

Объект исследования	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал
	влаги	белка	жира	зола	
Тилапия	80,79±0,17	17,35±0,21	0,70±0,02	0,21±0,05	80
Сом клариевый	75,95±0,14	16,60±0,13	6,40±0,15	1,05±0,08	124

**Таблица 2.** Фракционный состав белков мышечной ткани тилапии и сома клариевого

Наименование объекта	Содержание азота в различных фракциях, г/100 г мышечной ткани			
	общий	водорастворимый	соластворимый	небелковый
Тилапия	2,923	0,677	1,495	0,252
Сом клариевый	2,717	0,679	1,758	0,247

пом роста, устойчивостью к факторам внешней среды и заболеваниям, имеют большой выход филе (до 50%). В основном клариевые сомы реализуются в живом или охлажденном виде, реже – в виде продукции горячего копчения [4; 5].

Производство тилапии, занимая второе место в мировой аквакультуре, к 2012 г. достигло 4,5 млн т, причем по темпам прироста продукции тилапии занимают первое место в мире. Тилапии обладают высокой толерантностью к неблагоприятным факторам среды и резистентностью ко многим заболеваниям, а также быстрым созреванием (6 мес.) и хорошей скоростью роста, что делает их одним из перспективных объектов промышленного рыбоводства.

В странах-производителях для внутреннего рынка тилапию в основном реализуют в живом виде, в то время как на экспорт поступает охлажденное и мороженое филе на

коже и без кожи. Кроме того, в Японии, Корее и США тилапию направляют на изготовление большого ассортимента кулинарных полуфабрикатов, копченой и маринованной продукции в различных соусах, а также сашими [6].

Таким образом, тилапия и клариевые сомы являются перспективными объектами аквакультуры, при разведении которых не требуется больших капитальных и финансовых вложений, отличающимися быстрым ростом и высокой продуктивностью, позволяющими получить широкий ассортимент продукции, доступной по цене, но в то же время с высокой пищевой и биологической ценностью.

С целью определения перспективного и рационального направления переработки выбранных объектов аквакультуры было проведено изучение их пищевой и биологической ценности, а также функционально-технологических свойств.

**Таблица 3.** Функционально-технологические свойства мышечной ткани тилапии и сома клариевого

Виды рыб	Показатели						
	pH	Кб	Кст	БВК	Ко	Кж	ВУС, %
Тилапия	6,40	2,21	0,65	0,23	4,27	0,17	60,77
Сом клариевый	6,45	2,58	0,51	0,22	4,57	0,39	65,79

**Таблица 4.** Аминокислотный состав и аминокислотный скор белков тилапии и сома клариевого

Наименование аминокислот	Аминокислотная шкала «идеального» белка ФАО/ВОЗ	Содержание аминокислот (г/100 г белка) и аминокислотный скор (%)			
		тилапия		сом клариевый	
		А	С	А	С
Незаменимые аминокислоты					
Изолейцин	3,0	4,8	161	4,7	156
Лейцин	5,9	9,9	169	9,6	162
Лизин	4,5	10,4	231	10,2	227
Метионин+ Цистеин	2,2	3,1	141	3,2	143
Фенилаланин+ Тирозин	3,8	9,2	242	8,9	234
Треонин	2,3	4,5	196	4,6	201
Триптофан	0,6	1,1	183	1,1	183
Валин	3,9	5,1	130	5,0	128
Гистидин	1,5	2,2	149	2,1	141
Сумма незаменимых аминокислот	27,7	50,3		49,4	
Заменимые аминокислоты					
Аспарагиновая кислота		10,2		10,3	
Глутаминовая кислота		16,1		16,0	
Серин		3,9		4,0	
Глицин		4,6		5,4	
Аланин		6,4		6,4	
Аргинин		6,9		6,9	
Пролин		2,5		2,7	
Сумма заменимых аминокислот		50,6		51,7	

**Примечания:**

А – содержание аминокислоты, г/100г белка

С – аминокислотный скор, % относительно справочной шкалы ФАО/ВОЗ [11]

Таблица 5. Жирнокислотный состав липидов тилапии и сома клариевого

Наименование кислоты	Шифр	Жирнокислотный состав липидов, % к сумме	
		тилапия	сом клариевый
Миристиновая	14:0	3,90	2,89
Пентадекановая	15:0	1,38	0,63
Пальмитиновая	16:0	26,92	22,73
Стеариновая	18:0	5,26	6,06
Миристоолеиновая	14:1	0,34	0,37
Пальмитоолеиновая	16:1	10,15	5,89
Олеиновая	18:1	24,68	32,09
Эйкозаеновая	20:1	3,03	3,81
Эруковая	22:1	0,98	2,34
Линолевая	18:2 ω6	7,00	11,39
Линоленовая	18:3 ω3	2,38	2,17
Эйкозатриеновая	20:3 ω3	2,76	1,14
Октадекатетраеновая	18:4	0,74	0,58
Арахидоновая	20:4 ω6	0,11	0,49
Эйкозапентаеновая	20:5 ω3	1,86	1,27
Докозапентаеновая	22:5 ω3	0,06	0,48
Докозагексаеновая	22:6 ω3	3,06	2,69
Сумма насыщенных:		40,20	33,96
Сумма мононенасыщенных:		41,18	45,18
Сумма полиненасыщенных:		18,51	20,82
Сумма 20:5 и 22:6		4,92	3,96
Сумма эссенциальных:		9,38	14,06

| Материалы и методы |

Объектами исследования являлись: сом клариевый африканский (*Clarias gariepinus*) живой (ООО «Поликом-плекс», Россия), тилапия мозамбикская (*Tilapia Oreochromis mossambicus*) живая (Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия).

В образцах определяли содержание влаги, белка, золы, согласно ГОСТ 7636-85. Определение массовой доли белка проводили с использованием автоматического анализатора Kjeltec™ Foss-2300 (Швеция). Определение массовой доли липидов проводили по методу Сокслета, на автоматическом экстракторе фирмы VELP SER 148/6. Фракционный состав белка мышечной ткани рыб определяли экстракционным методом [7]. Аминокислотный состав определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе фирмы «Hitachi», с последующей компьютерной обработкой данных по программе Мультитром для Windows. Жирнокислотный состав липидов определяли на газо-жидкостном хроматографе фирмы «Shimadzu» GC-16A на кварцевой капиллярной колонке со стационарной фазой SE-54 (30м x 0,32мм x 0,5m). Влагодерживающую способность (ВУС) фаршей определяли по методике Н.И. Рехиной [8]. Активную кислотность определяли при помощи рН-метра Мультитест ИПЛ-1010-1 фирмы НПП «СЕМИКО».

Для характеристики функционально-технологических свойств мышечной ткани исследуемых рыб рассчитывали ряд коэффициентов: коэффициент обводнения (К<sub>о</sub>) – количественное соотношение воды и белка в мышечной ткани; белково-водный коэффициент (БВК) – количество белка (в граммах), приходящегося на 100 г воды; коэффициент структурообразования (К<sub>ст</sub>) – отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к общему содержанию азота; условно-белковый коэффициент (К<sub>б</sub>) – отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к азоту водорастворимой фракции, липидно-белковый коэффициент (К<sub>ж</sub>) – как отношение содержания липидов к содержанию белка [9].

| Результаты и их обсуждения |

Исследования химического состава (табл. 1) показали, что тилапия относится к белковым и тощим рыбам с содержанием белка 17,35% и липидов 0,7%, а клариевый сом – к белковым и средне жирным рыбам с содержанием белка 16,6% и 6,4% липидов.

Данные анализа фракционного состава белков мышечных тканей тилапии и сома клариевого (табл. 2) позволяют охарактеризовать функционально-технологические свойства исследуемых объектов.

Согласно данным табл. 2, у тилапии и клариевого сома отмечается превалирование солерастворимых белков над водорастворимыми, что характерно для свежей рыбы. Содержание водорастворимой фракции белков составило 23% – у тилапии и 25% – у сома клариевого, содержание солерастворимой фракции белков составило 51 и 65%, соответственно, от общего количества белка, содержание небелкового азота не превышало 9% для этих видов рыб.

Для характеристики функционально-технологических свойств мышечной ткани исследуемых рыб определяли рН, ВУС и рассчитывали ряд коэффициентов (табл. 3).

Анализ данных табл. 3 показал, что исследуемые виды рыб характеризовались высокими значениями коэффициентов К<sub>б</sub>, К<sub>ст</sub> и БВК, что свидетельствует о хорошей формулирующей способности фаршей из тилапии и сома клариевого и позволяет рекомендовать их для изготовления различной фаршевой продукции.

Согласно классификации рыбного сырья по коэффициенту структурообразования [10], тилапия и клариевый сом относятся к сырью, образующему коагуляционные структуры (К<sub>ст</sub> > 0,2), обеспечивающие хорошую консистенцию продукции.

Коэффициенты обводнения (К<sub>о</sub>) у тилапии и сома клариевого не имеют существенных различий (4,27 и 4,57, соответственно). Согласно значениям липидно-белкового коэффициента тилапии и сома клариевого (0,17 и 0,39, соответственно), мясо сома имеет более нежную и сочную консистенцию. На основании показателей К<sub>о</sub> и К<sub>ж</sub> тилапии и сома клариевого можно сделать вывод о целесообразности направления данных видов рыб на производство деликатесной продукции.

По классификации Е. Ф. Рамбезы [9], рыбные фарши с ВУС не ниже 65% рекомендуется направлять на производство колбасно-сосисочных изделий, а ВУС ниже 65% – на производство различных формованных полуфабрикатов. Полученные результаты исследования по ВУС у тилапии и сома клариевого позволили определить направление использования данного рыбного сырья.

Для оценки биологической ценности исследуемых объектов аквакультуры определяли аминокислотный состав и скор белков мяса тилапии и клариевого сома (табл. 4).

Результаты исследования (табл. 4) показали, что аминокислотный состав белков мышечной ткани тилапии и сома клариевого характеризуется достаточно высоким содержанием незаменимых аминокислот (50,3% – у тилапии и 49,4% – у сома клариевого). В максимальном количестве содержатся такие важные аминокислоты как лейцин, лизин, фенилаланин, треонин. Для оценки сбалансированности аминокислотного состава белков мяса тилапии и клариевого сома определяли их аминокислотный скор по отношению к эталону ФАО/ВОЗ. Полученные данные свидетельствуют о высокой биологической ценности белков мышечной ткани тилапии и клариевого сома.

С целью определения биологической ценности липидов тилапии и сома клариевого, был изучен их жирнокислотный состав (табл. 5).

При исследовании жирнокислотного состава липидов получены данные о том, что сумма насыщенных жирных кислот колеблется от 33,96% у сома клариевого до 40,2% – у тилапии, при этом доминирующей кислотой в образцах является пальмитиновая – 22,73% и 26,92%, соответственно.

Липиды в образцах тилапии и сома клариевого представлены мононенасыщенными жирными кислотами (41,18% и 45,18%), основная масса из которых приходится на олеиновую, пальмитоолеиновую и эйкозаеновую кислоты, что является традиционным для пресноводного рыбного сырья.

Установлено, что сумма полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) липидов мышечной ткани составляет 18,51% у тилапии и 20,82% – у сома клариевого. В липидах тилапии основная доля ПНЖК приходится на эйкозапентаеновую (1,86%) и докозагексаеновую (3,06%) кислоты. В соме клариевом их доля немного ниже – 1,27% и 2,69%, соответственно. Отмечено высокое суммарное содержание биологически активных эссенциальных жирных кислот (линолевая, линоленовая, арахидоновая) в липидах тилапии (9,49%), в липидах сома клариевого это значение выше (14,05%), что свидетельствует о высокой биологической ценности липидов этих рыб.

Характеристикой полноценности жира служит соотношение суммы полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот к насыщенным (ПНЖК+МНЖК): НЖК – 2,3:1,0 [12; 13]. Результаты анализа показали, что соотношение (ПНЖК+МНЖК): НЖК для сома клариевого составляет 2:1, то есть практически соответствует рекомендуемым

значениям, что определяет уникальность его жирнокислотного состава. Для тилапии это соотношение ниже и составляет 1,5:1.

Жирнокислотный состав липидов сома клариевого превосходит по качественным характеристикам жирнокислотный состав липидов тилапии, поэтому использование сома клариевого возможно с целью обогащения продукции эссенциальными жирными кислотами, в частности, использование его в различных смешанных фаршевых системах.

Таким образом, полученные данные по пищевой и биологической ценности, а также функционально-технологическим свойствам тилапии и клариевого сома характеризуют данные объекты, как ценное и перспективное сырье для производства формованных изделий, различных полуфабрикатов, сосисок и колбас.

## | ЛИТЕРАТУРА |

1. Мировое производство аквакультуры 2008-2012 (Обзор в цифрах по материалам ФАО). – М.: Изд-во ВНИРО, 2014. 192 с.
2. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2014. Возможности и проблемы // Департамент рыболовства и аквакультуры ФАО. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. – 2014. 233 с.
3. Отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыболовства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы» [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по рыболовству: [Сайт]. Режим доступа: [http://fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya\\_deyatelnost/akvakultura/proizvodstvo\\_akvakultury/prikaz-10\\_16-01-2015.pdf](http://fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya_deyatelnost/akvakultura/proizvodstvo_akvakultury/prikaz-10_16-01-2015.pdf).
4. Слапогузова З.В., Шинкарев С.М., Аксенов А.В. Африканский сом – перспективный объект аквакультуры // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – №8. С. 38-41.
5. Слапогузова З.В., Сытова М.В., Бурлаченко И.В. Аквакультура – важнейшее направление обеспечения продовольственной безопасности страны // Рыбное хозяйство. – 2014. – №5. С. 3-7.
6. Tilapia [Electronic resource]. – URL: <http://www.globefish.org/tilapia-dec-2014.html> (дата обращения: 10.02.2015).
7. Лазаревский А.А. Техно-химический контроль в рыбообработывающей промышленности. – М., Пищепромиздат. – 1955. 519 с.
8. Рехина Н.И., Агапова С.А., Терехова И.В. Об определении влагоудерживающей способности рыбного фарша / Н.И. Рехина, С.А. Агапова, И.В. Терехова // Рыбное хозяйство. – 1972. - №5. С.67-68.
9. Рамбеза Е.Ф. Совершенствование технологии пищевого мороженого фарша из океанических рыб различного химического состава: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Рамбеза Елена Федоровна. – Москва, 1983. 25 с.
10. Абрамова Л.С. Обоснование технологии поликомпонентных продуктов питания с задаваемой структурой и комплексом показателей адекватности на основе рыбного сырья: автореф. дисс. док. техн. наук: 05.18.04 / Абрамова Любовь Сергеевна. – Калининград, 2003. 53 с.
11. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation // WHO technical report series. – 2007. 935.
12. Левачев М.М. Роль липидов пищи в обеспечении процессов жизнедеятельности организма / М.М. Левачев // Вопросы питания. – 1980. – № 2. С. 50-56.
13. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08/ Утверждены 18.12.2008. 39 с.



## RESEARCH OF BIOLOGICAL VALUE AND FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PROMISING AQUACULTURE SPECIES

Artemov R.V., PhD, Arnautov M.V., PhD, Artemov A.V., Konovalenko E.S., PhD – Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, [protein@vniro.ru](mailto:protein@vniro.ru)

Nutritional and biological value as well as functional and technological properties of the muscle of tilapia and catfish have been studied. Promising areas of processing of selected aquaculture species were identified.

**Keywords:** aquaculture, tilapia, catfish, biological value, nutritional value, functional and technological properties