

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН ЮНЦ РАН
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮНЦ РАН



**МАТЕРИАЛЫ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ПРИУРОЧЕННЫХ К 15-ЛЕТИЮ
ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:**

**МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ФОРУМА
«ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ
НА ЮГЕ РОССИИ»**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА**

**ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«АКВАКУЛЬТУРА:
МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ, 13–16 ДЕКАБРЯ 2017 Г.

Редколлегия:

академик Г.Г. Матишов (главный редактор), академик В.А. Бабешко, академик Ю.Ю. Балег, академик И.А. Каляев, академик В.И. Колесников, академик В.И. Лысак, академик В.И. Минкин, академик И.А. Новаков, академик Ю.С. Сидоренко, чл.-корр. РАН А.М. Никаноров, д.г.н. С.В. Бердников, д.ф.-м.н. В.В. Калинин, д.и.н. Е.Ф. Кринко, д.б.н. Е.Н. Пономарёва, к.б.н. Н.И. Булышева, к.г.н. Е.Э. Кириллова, к.б.н. В.В. Стахеев, Р.Г. Михалюк

М34 **Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук:** Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) / [гл. ред. акад. Г.Г. Матишов]. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – 548 с. – ISBN 978-5-4358-0165-1.

УДК 001(063)

Издание включает материалы Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России», Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова, Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки», проходивших в период с 13 по 16 декабря 2017 г. и приуроченных к 15-летию Южного научного центра РАН.

Представлены результаты, полученные ведущими учеными научных организаций Юга России, молодыми учеными, студентами и аспирантами при выполнении фундаментальных и прикладных исследований в приоритетных областях науки с целью обеспечения комплексного решения технологических, инженерных, экологических, геополитических, экономических, социальных, гуманитарных проблем в интересах устойчивого развития южных регионов Российской Федерации.

Материалы научных мероприятий рассчитаны на широкий круг читателей, представляют интерес для ученых, преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений и всех, кто интересуется достижениями современной науки.

Издание опубликовано при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций.

Отдельные результаты опубликованы в рамках популяризации результатов исследований по проекту «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.» (соглашение № 14.607.21.0163, уникальный идентификатор RFMEF160716X0163).

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ БЕСТЕРА ПО СОДЕРЖАНИЮ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МЫШЦАХ

Н.А. Абросимова¹, Г.Г. Матишов^{1,2}, К.С. Абросимова¹, Е.Б. Абросимова¹

¹Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

²Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
sru-38.2@donstu.ru

Осетроводство как одно из направлений приобретает всё большее значение в мировой аквакультуре, что обусловлено резким снижением численности популяций осетровых видов рыб в естественных водоемах всех континентов при повышенном спросе на мясо и дериваты, особенно икру, высокая стоимость которых определяет их коммерческую привлекательность.

В настоящее время коммерческое осетроводство достаточно развито в Канаде и США, Франции и Италии, где осетровых выращивают на мясо и икру. Успешно товарное осетроводство развивается в Китае, Вьетнаме, Венгрии, Польше, Германии, Португалии и Испании. Развитию товарного осетроводства способствуют разработанные технологии, адаптированные к условиям соответствующих регионов (стран), и искусственные корма для разновозрастных рыб.

Интенсивная аквакультура осетровых развивается в трех направлениях: выращивание в прудах, проточных бассейнах и установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Доминирующими объектами в отечественном товарном осетроводстве являются сибирский осетр, стерлядь и различные гибриды, среди которых наибольшее распространение имеет бестер. Эти объекты характеризуются высоким темпом роста и ранними сроками созревания, а также высокой экологической пластичностью, что позволяет им быстро адаптироваться к условиям содержания в различных рыбоводных емкостях и сухим гранулированным комбикормам.

Известно, что условия обитания, в том числе питание, существенно влияют на химический состав рыб, характеризующий не только их пищевую ценность, но и физиологическое состояние, обеспечивающее нормальное развитие организма и функционирование отдельных органов.

В обеспечении нормального функционирования пойкилотермных животных, к которым относятся и рыбы, значительная роль принадлежит липидам. Причем выживаемость рыб в неблагоприятных условиях в большей степени зависит от состава и уровня жирных кислот, особенно соотношения насыщенных и ненасыщенных, в первую очередь полиненасыщенных жирных кислот. При этом нормальный ход обменных процессов в клетке, зависящий от работоспособности биомембран на молекулярном уровне, обеспечивает именно это соотношение [Крепс, 1981; Сидоров, 1983].

Установлено, что полиненасыщенные жирные кислоты $\omega 6$ и $\omega 3$ являются незаменимыми для рыб и в процессе метаболизма, помимо пластической и регуляторной функции, используются также в качестве источника энергии [Гершанович и др., 1991]. Необходимый уровень этих кислот способствует нормальному развитию организмов и функционированию отдельных органов. Недостаток незаменимых жирных кислот не только негативно влияет на рост рыб, но и ведет к нарушениям репродуктивной системы и увеличению патологических симптомов [Гершанович и др., 1991; Абросимов, 2008]. Уменьшение концентрации полиненасыщенных кислот в организме свидетельствует о снижении сопротивляемости рыб вследствие воздействия стресса.

Существенное значение в метаболизме липидов играет арахидоновая кислота (20 : 4 $\omega 6$). Являясь своеобразным модулятором метаболизма фосфолипидов, она придает стабильность их молекуле.

Рыбы и водные беспозвоночные характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот ω_3 , в особенности докозагексаеновой кислоты (22 : 6 ω_3). Этой кислоте отводится универсальная роль в адаптации гидробионтов к изменениям температуры, давления, степени солености воды на субклеточном, клеточном и тканевом уровнях [Шульман, Юнева, 1990; Рабинович, Рипатти, 1994]. Отмечена положительная связь выживаемости икры и предличинок рыб с уровнем полиненасыщенных жирных кислот и докозагексаеновой кислоты в мышцах производителей [Юнева и др., 1990].

Задачей наших исследований являлось определение качественного и количественного состава жирных кислот мышц бестера, выращенного в УЗВ, проточных бассейнах и прудах. Кормление рыб осуществляли гранулированными комбикормами фирмы «БиоМар».

Для решения поставленной задачи двухлеток бестера из УЗВ ($S_{\text{бассейна}} = 15 \text{ м}^2$), проточного бассейна ($S = 16 \text{ м}^2$) и пруда ($S = 50 \text{ м}^2$) с регулируемой водоподачей, выращенных в производственных условиях, отбирали по 5 экз. по принципу групп-аналогов, массой в пределах 500–540 г.

При определении жирных кислот липиды предварительно экстрагировали по Фолчу (в прописи [Абросимов и др., 2006]). Качественный и количественный состав жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «ЦВЕТ-5». В качестве неподвижной среднеполярной фазы использовали «Лас 2R-446» – 27 %. Идентификацию жирных кислот осуществляли путем сравнения графиков зависимости логарифмов удерживаемых объемов от длины цепи углеродных атомов. В качестве метчиков использовали стандартные смеси метиловых эфиров жирных кислот – «Sigma-189-1» и «Sigma-189-6».

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью прикладной компьютерной программы Excel.

Сравнительный анализ липидов мышц бестера при различных технологиях выращивания выявил определенные различия в составе жирных кислот (табл. 1).

Таблица 1

СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ЛИПИДОВ В МЫШЦАХ БЕСТЕРА, %

Жирные кислоты	УЗВ	Проточные бассейны	Пруды
14: 0	1,40 ± 0,10	1,53 ± 0,23	1,83 ± 0,03
14: 1	0,87 ± 0,22	1,67 ± 0,27	1,33 ± 0,23
15: 0	1,30 ± 0,15	1,03 ± 0,07	1,47 ± 0,27
15: 1	0,63 ± 0,03	0,77 ± 0,12	0,83 ± 0,03
16: 0	21,60 ± 0,29	20,4 ± 0,64	23,70 ± 1,72
16: 1	7,50 ± 0,06	6,60 ± 0,20	7,30 ± 0,55
17: 0	1,43 ± 0,09	1,80 ± 0,17	2,07 ± 0,20
17: 1	0,73 ± 0,03	0,73 ± 0,09	1,00 ± 0,10
18: 0	6,83 ± 0,15	6,50 ± 0,06	7,33 ± 0,07
18: 1	27,07 ± 0,59	31,73 ± 1,62	24,97 ± 4,48
18: 2	4,50 ± 0,38	4,53 ± 0,44	6,53 ± 0,55*
18: 3	1,40 ± 0,31	1,37 ± 0,18	0,77 ± 0,18*
18: 4	0,33 ± 0,03	0,43 ± 0,15	0,13 ± 0,03
20: 1	3,43 ± 0,15	2,77 ± 0,48	3,97 ± 0,62
20: 2	0,60 ± 0,06	0,67 ± 0,03	0,87 ± 0,03
20: 3	0,60 ± 0,06	0,57 ± 0,07	0,80 ± 0,06
20: 4	4,10 ± 0,06	4,30 ± 0,36	5,40 ± 0,40*
20: 5	3,73 ± 0,09	3,47 ± 0,12	2,77 ± 0,09
22:1	0,60 ± 0,10	0,60 ± 0,10	0,67 ± 0,13
22: 2	0,63 ± 0,03	0,50 ± 0,06	0,70 ± 0,06
22: 4	0,43 ± 0,03	0,50 ± <0,00	0,70 ± 0,06
22: 5	2,03 ± 0,13	1,83 ± 0,15	1,17 ± 0,12*
22: 6	8,23 ± 0,70	6,20 ± 0,26	4,37 ± 0,22*
Насыщенные	32,57 ± 0,70	31,27 ± 1,05	35,77 ± 2,20
Моноеновые	40,83 ± 0,09	44,37 ± 1,33	40,01 ± 3,08
Полиеновые	26,60 ± 0,68	24,37 ± 0,55	24,20 ± 0,87
ω_3	15,73 ± 1,20	13,30 ± 0,62	9,20 ± 0,49*
ω_6	10,87 ± 0,52	11,07 ± 0,30	15,00 ± 1,06*

Примечание. *P < 0,05.

Отмечено более низкое (хотя и незначительное, на 9–14 %) содержание у бестера из УЗВ и бассейнов пальмитиновой кислоты (16 : 0), играющей существенную роль в изменениях органов. При этом содержание олеиновой кислоты (18 : 1) у рыб в УЗВ и бассейнах превышало показатели в прудах на 8–27 %. Однако эти различия не были достоверными.

Рассматривая полиненасыщенные жирные кислоты с наибольшей физиологической активностью, следует отметить достоверно высокий уровень (выше более чем на 30 %) линолевой (18 : 2 ω6) и на 26–32 % – арахидоновой кислоты (20 : 4 ω6) у прудового бестера. Более высокий уровень арахидоновой кислоты (на 26–32 %) у прудового бестера, по-видимому, является адаптацией к нестабильному термическому и газовому режиму, характерному для прудов.

При выращивании в прудах у молоди достоверно снижено (по сравнению с бассейновой и молодью из УЗВ) содержание линоленовой кислоты (18 : 3 ω3) – в 1,8 раза, докозапентаеновой (22 : 5 ω3) – в 1,6–1,7 раз, докозагексаеновой (22 : 6 ω3) – в 1,4–1,9 раз.

Ввиду перечисленных различий количественного состава жирных кислот в мышцах бестера при выращивании в УЗВ и бассейнах концентрация суммы ω3 превышала в 1,5–1,7 раз по сравнению с прудами, а сумма ω6 кислот была ниже почти в 1,4 раза.

Соотношение ω3/ω6 в мышцах бестера из УЗВ и бассейнов, в отличие от прудов, соответствовало физиологической норме (более 1) и превышало данный показатель у прудовых рыб в 1,7 и 1,4 раза (рис. 1).

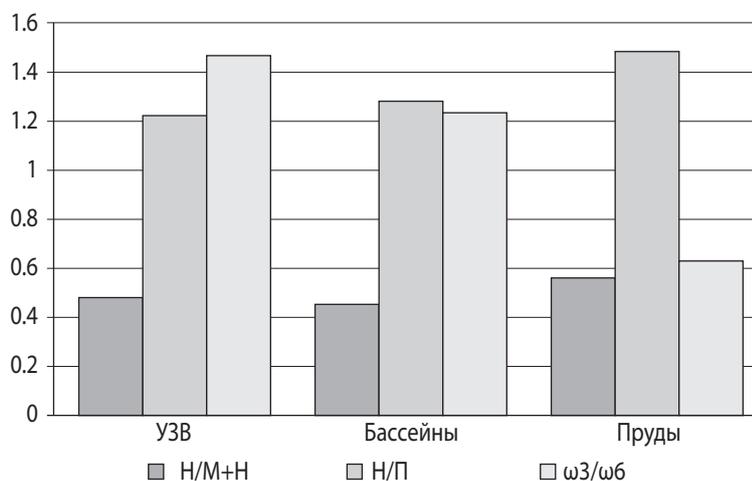


Рис. 1
Соотношение жирных кислот
в мышцах бестера
в различных условиях выращивания:
Н – насыщенные; М – моноеновые;
П – полиненасыщенные

Ранее мы отмечали, что нормальный ход обменных процессов и выживаемость рыб в неблагоприятных условиях в большей степени зависит от соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, в первую очередь полиненасыщенных. С этих позиций наиболее благоприятно соотношение насыщенных и ненасыщенных, а также насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот у бестера из УЗВ и бассейнов. У них эти соотношения на 14–20 % меньше, чем у прудовых рыб, что может свидетельствовать о больших возможностях адаптации к стрессовым ситуациям при выращивании.

Таким образом, при выращивании в условиях УЗВ и проточных бассейнов, где условия содержания контролируются и достаточно стабильны, корма физиологически полноценны, а режим кормления регламентирован, отмечается более высокий уровень накопления полиненасыщенных жирных кислот ω3 ряда, что может быть залогом лучшей выживаемости, роста и развития репродуктивных органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абросимов С.С. Стабилизация свободнорадикального окисления липидов у молоди *Acipenser stellatus* при интенсивном выращивании // Научный журнал. Тр. Кубанского гос. аграрного ун-та. 2008. Вып. 3 (12). С. 77–81.
- Абросимова Н.А., Абросимов С.С., Саенко Е.М. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры. Ростов н/Д: Эверест, 2006. 144 с.
- Гершанович А.Д., Ланин В.И., Шатуновский М.И. Особенности обмена липидов у рыб // Успехи современной биологии. 1991. Т. 111. Вып. 2. С. 207–219.
- Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Л., 1981. 339 с.
- Рабинович А.Л., Рипатти П.О. Полиненасыщенные углеводородные цепи липидов: структура, свойства, функции // Успехи современной биологии. 1994. Т. 114. Вып. 10. С. 581–593.

Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Л., 1983. 240 с.

Шульман Г.Е. Юнева Т.В. Роль докозагексаеновой кислоты в адаптациях рыб (обзор) // Гидробиологический журнал. 1990. Т. 26. № 4. С. 43–51.

Юнева Т.В., Шульман Г.Е., Чебанов Н.А. и др. Связь содержания докозагексаеновой кислоты в теле производителей с выживаемостью икры и предличинок горбуши // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1990. № 10. С. 85–89.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *Spirulina platensis* ПРОИЗВОДСТВА НПО «БИСОЛЯР МГУ» МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

Н.С. Акуленко, И.В. Глебова

Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова, г. Курск
akulanataliya@yandex.ru

В последнее десятилетие всё большее внимание уделяется одноклеточной водоросли *Spirulina platensis*. Многочисленные исследования химического состава биомассы *Spirulina platensis* свидетельствуют, что она является уникальным природным продуктом. Ценность спирулины заключается в физиологической сбалансированности состава белков, углеводов, витаминов, аминокислот.

Целью работы явилось изучение физико-химических показателей микроводоросли *Spirulina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» (ТУ 9284-004-17230230-03) в сравнении с данными о спирулине, имеющимися в научной литературе.

Промышленная биотехнология культивирования микроводоросли спирулины, разработанная учеными МГУ, была впервые внедрена в России в 1990 г., в Молдавии – в 1992 г., на Украине – в 1994 г. В эти годы там были созданы дочерние предприятия или внедрена отечественная технология промышленного культивирования микроводоросли спирулины. В природных условиях спирулина произрастает в озерах Африки (*Spirulina platensis*) и Латинской Америки (*Spirulina maxima*), в настоящее время промышленного сбора спирулины там не производится.

Научный интерес был обращен на получение данных физических характеристик и результатов химического анализа биомассы спирулины.

Повышенное внимание к спирулине объясняется прежде всего большим содержанием белка в биомассе, которое достигает 50–70 % сухого веса клетки (рис. 1). Для сравнения: это почти в 3,5 раза больше, чем в бобовых – горохе, фасоли и зерновых культурах.

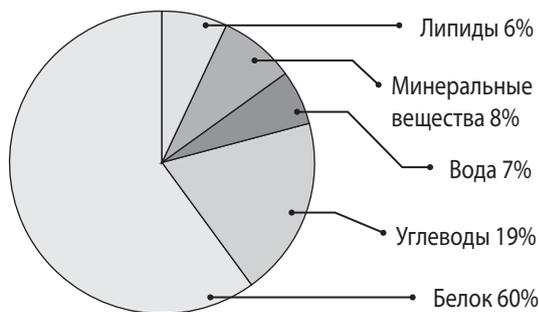


Рис. 1
Общий состав спирулины

Анализ полученных результатов показал, что в ее составе содержится 6,3 % воды, 64,8 % сырого протеина, 5 % жиров, 15,3 % углеводов и 8,6 % минеральных веществ, что соответствует данным, имеющимся в литературе.

Химическими анализами был установлен следующий состав сухого вещества водоросли: сырая зола – 6,4 %, клетчатка – 3 %, общий азот – 10,4 %.

Кроме того, спирулина не содержит в своих клеточных стенках жесткой целлюлозы, в отличие от других водорослей, например хлореллы. Такое клеточное строение спирулины позволяет белку лучше усваиваться и ассимилироваться в организме.