

ИНДЕКСЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ БЕЛУГИ И ШИПА И ИХ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ В УСЛОВИЯХ БАСЕЙНОВОГО ХОЗЯЙСТВА

*Е. М. Евграфова, О. В. Пятикопова, И. Н. Бедрицкая, Е. П. Яковлева,
Р. Р. Тангатарова, А. В. Дубовская, М. Е. Перунова*

*Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Астрахань, Российская Федерация*

Объекты исследования – белуга (*Huso huso*, Linnaeus), шип (*Acipenser nudiventris*, Lovetsky) и их межвидовые гибриды искусственной генерации, выращенные на научно-экспериментальном комплексе аквакультуры «БИОС» (Астраханская обл.) бассейновым методом. Для оценки физиологического статуса рыб использовался набор морфофизиологических показателей (абсолютный и относительный вес жабр, сердца, печени, гонад). Проведено исследование динамики значений индексов соответствующих внутренних органов белуги и шипа и их межвидовых гибридов на втором году выращивания. Представлены средние значения морфофизиологических индексов для каждой из четырех исследуемых групп чистых видов осетровых рыб и их гибридов. Полученные значения изученных параметров особей осетровых видов могут быть использованы при последующем мониторинге условий содержания рыб при выращивании бассейновым методом.

Ключевые слова: белуга, шип, межвидовые гибриды, индексы внутренних органов, жабры, печень, сердце, гонады.

Для цитирования: *Евграфова Е. М., Пятикопова О. В., Бедрицкая И. Н., Яковлева Е. П., Тангатарова Р. Р., Дубовская А. В., Перунова М. Е.* Индексы физиологических признаков белуги и шипа и их межвидовых гибридов в условиях бассейнового хозяйства. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 4. С. 154–164. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-154-164.

Введение

Метод морфофизиологических индикаторов как один из методов оценки адаптивной реакции организмов большую популярность в исследованиях приобрел в 60-е гг. прошлого века в связи с развитием идей С. С. Шварца [1–3] об экологических закономерностях микроэволюции. Работы по экологии рыб связаны с изучением изменчивости индексов органов в различных условиях [4–7]. В соответствии с концепцией С. С. Шварца любое изменение условий жизни животных прямо или косвенно связано с изменением энергетического баланса, что неизбежно приводит к соответствующим морфофункциональным сдвигам (увеличению относительных размеров внутренних органов и пр.). В связи с этим *целью исследования* было сравнение сезонного изменения индексов внутренних органов чистых линий осетровых видов рыб (белуга, шип) и их межвидовых гибридов (белуга × шип и шип × белуга).

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось в период второго года выращивания чистых линий осетровых видов рыб (белуга, шип) и их межвидовых гибридов (белуга × шип и шип × белуга) (рис. 1) на Научно-экспериментальном комплексе аквакультуры «БИОС» Волжско-Каспийского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии.

Годовики содержались в пластиковых бассейнах ИЦА-2 на проточной воде из водоемного источника (рукав р. Бахтемир) с естественным ходом температур и постоянным водообменом для поддержания оптимального кислородного режима [8].

В течение всего периода выращивания проводился контроль гидрохимических показателей водной среды [9]. Процесс кормления осуществляли автоматически с использованием ленточных автокормушек с 12-часовым механизмом.



Рис. 1. Исследуемые группы чистых видов рыб и их межвидовых гибридов: белуга (а); белуга × шип (б); шип (в); шип × белуга (з)

Для кормления использовали сухой продукционный корм марки ALLER с размером гранулы 3 мм и содержанием протеина 48 %, жира – 13 %. Суточная норма сухих кормов изменялась от 1,8 до 2,6 %, в зависимости от температуры воды и прироста биомассы рыб, и в среднем за отчетный период составила 2,5 %.

У исследуемых рыб в конце каждого сезона (весна, лето, осень) определяли морфометрические показатели: массу (m , г), длину (L , см), абсолютную массу жабр, печени, сердца, гонад (г), рассчитывали относительную массу (индекс, %) органов (рис. 2).



Рис. 2. Исследуемые органы экспериментальных групп рыб: вскрытие рыбы (а); органы (б)

Длину рыб измеряли с помощью мерной доски с точностью до 0,5 см. Взвешивали рыбу и органы на весах марки ScoutPro с точностью до 0,001 г. Индексы внутренних органов рыб ($I, ‰$) рассчитывали по формуле

$$I = x / y \cdot 1\,000,$$

где x – вес органа, y – общий вес рыбы. Суммарное количество исследованных особей из 4-х экспериментальных групп составило 60 экз.

Для оценки уровня развития половых желез молоди чистых видов осетровых и их гибридов и возможности выявления их половой дифференциации проводился гистоморфологический анализ. В каждой из групп в весенний и летний периоды было отобрано по 5 экз. рыб. Ткани фиксировали жидкостью Буэна с последующей проводкой через серию спиртов возрастающей концентрации и заливкой в парафин. Срезы гонад окрашивали кислым фуксином с докраской по Маллори и железным гематоксилином по Гейденгайну [10, 11]. Уровень развития половых же-

лез оценивали на основании общепринятой периодизации раннего гамето- и гонадогенеза рыб [12]. Использовали также детализированную шкалу этих процессов у осетровых [13, 14]. Просмотр препаратов проводился под микроскопом OLYMPUS с увеличением $\times 40$.

Статистическую обработку результатов исследований (индексы жабр, печени, сердца и гонад) проводили согласно общепринятым методам математической обработки с использованием программы Microsoft Excel. При этом использовали элементы статистического анализа с определением средней ошибки. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента [15].

Результаты исследования и обсуждение

Для определения межвидового и сезонного изменения размерно-весовых показателей исследуемых групп рыб было проведено сравнение их средних значений (рис. 3).

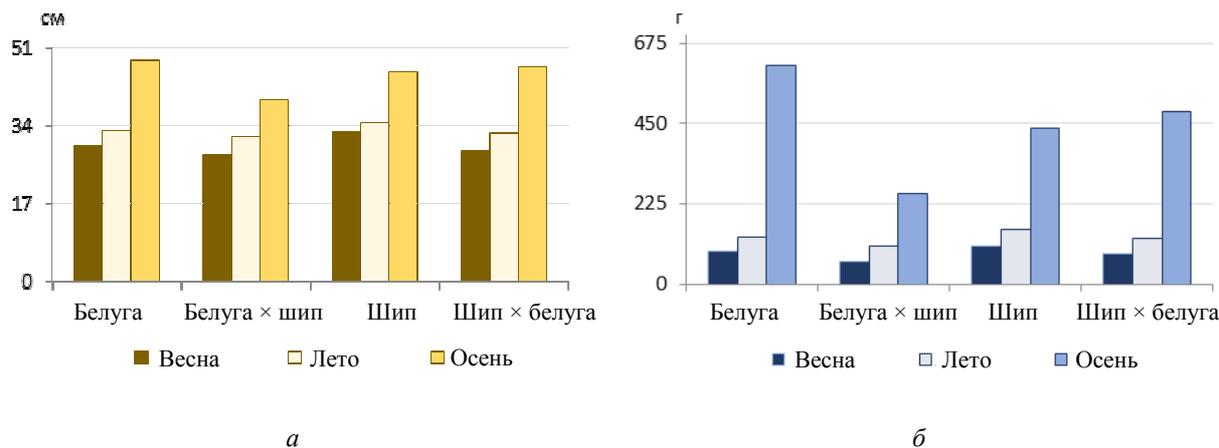


Рис. 3. Изменения размерно-массовых показателей рыб в экспериментальных группах: средняя длина (а); средняя масса (б)

В начале исследования отмечены максимальные значения длины и массы тела у чистых видов (шип, белуга) с небольшим преимуществом у шипа. Из экспериментальных групп гибридов лидером является шип \times белуга. В конце экспериментального периода выращивания максимальные значения размерно-весовых показателей зафиксированы у чистого вида (белуга), а среди гибридных форм отмечен резкий рост у формы шип \times белуга.

За исследуемый период выращивания (9 мес) максимальный прирост длины наблюдался у гибридной формы шип \times белуга, в среднем он составил 20,12 см, в то время как наибольший прирост массы тела отмечен у чистого вида белуги (519,8 г). Самые высокие размерно-массовые показатели регистрировали у шипа в весенне-летний период, осенью – у белуги.

При выборе органов для исследования в соответствии с поставленной задачей учитывалась их чувствительность к условиям среды. Для оценки условий содержания и выявления межвидовых отличий годовиков чистых линий осетровых видов рыб (белуга, шип) и их межвидовых гибридов (белуга \times шип и шип \times белуга) было проведено анатомическое исследование экспериментальных групп рыб и использовались следующие органы: жабры, сердце, печень, гонады.

Жабры. Играют в организме рыб важную физиологическую роль как орган дыхания. Однако, к сожалению, в литературе данные по относительному весу этого органа встречаются редко [6]. Защитная функция жабр проявляется в разрастании и утолщении дыхательного эпителия, что отражается на их относительной массе. Воздействие стрессоров приводит к учащению ритма дыхания, гипервентиляции жабр и повышению потребления рыбами кислорода [16–20]. Ускорение метаболизма, повышение потребления кислорода приводят к возрастанию физиологической роли жабр, что создает дополнительную нагрузку на орган, и в результате увеличивается их относительная масса.

Максимальное значение индекса массы жабр на всех этапах выращивания наблюдалось у годовиков белуги (рис. 4).

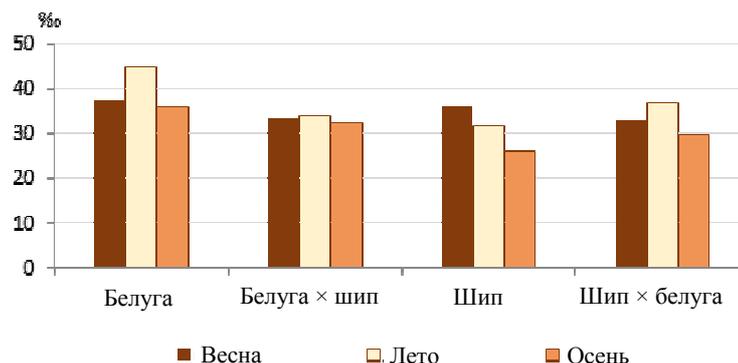


Рис. 4. Изменения индексов массы жабр рыб в экспериментальных группах

В период летних температур (максимально 26,2 °С) абсолютная масса жабр относительно общего веса экземпляров была минимальной у шипа, но минимальные размерно-весовые характеристики отмечены у гибридной формы белуга × шип. На осеннем этапе выращивания нагрузка на орган сократилась (снижение температуры воды до 16,2 °С). Более высокие индексы жабр в экспериментальных группах рыб наблюдались в летний период в связи с возросшей нагрузкой на этот орган, связанной с более низким насыщением воды кислородом (70–80 %). Минимальные сезонные колебания индекса зафиксированы у гибридной формы шип × белуга, это позволяет сделать вывод, что данная гибридная форма имеет более высокую устойчивость к изменениям гидрохимического режима.

Сердце. В условиях повышенных нагрузок учащается ритм дыхания, появляется тахикардия и увеличивается потребление кислорода, что создает нагрузку на сердце и может быть причиной наращивания его массы. Величина индекса может изменяться до 40 %. В [2] С. С. Шварц подчеркивал, что интенсификация обмена веществ ведет к увеличению размеров сердца, и эта закономерность характерна для рыб, подвергающихся действию токсичных веществ. В условиях экологического оптимума индекс сердца рыб наименьший.

Значения массы сердца у годовиков 4-х опытных групп достоверно не различались, но относительно общего веса исследуемых рыб наибольший показатель отмечен у чистого вида белуги и у гибридной формы шип × белуга (рис. 5).

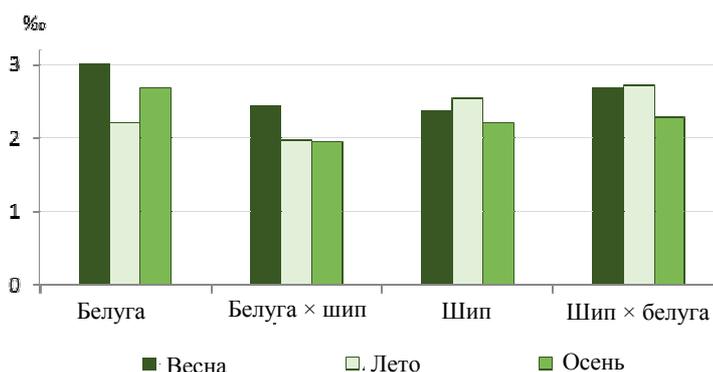


Рис. 5. Изменения индексов массы сердца рыб в экспериментальных группах

Кардиосоматический индекс близок у всех форм. Не исключено, что результаты по индексу массы сердца могут быть обусловлены ошибкой измерения вследствие небольшой массы этого органа по отношению к весу исследуемой рыбы и подлежат дополнительной проверке.

Печень. Печень в организме играет большую роль в детоксикации вредных веществ, и при повышении нагрузки относительная масса этого органа может увеличиваться до 2 раз. Тепловой фактор не оказывает столь высокого влияния на серьезные перестройки данного органа, хотя достоверное увеличение массы печени у рыб при повышении температуры может также свидетель-

ствовать об интенсификации обмена веществ в условиях теплового стресса. Бесспорно, что на относительную массу печени могут влиять и патологические изменения органа. Способность этого органа к регенерации ткани как защитная функция организма широко известна [21].

По сравнению с весенним этапом выращивания у всех видов в начале летнего этапа отмечено снижение значений индекса массы печени в 1,5–1,8 раз, с максимальным значением в опытной группе белуги (рис. 6).

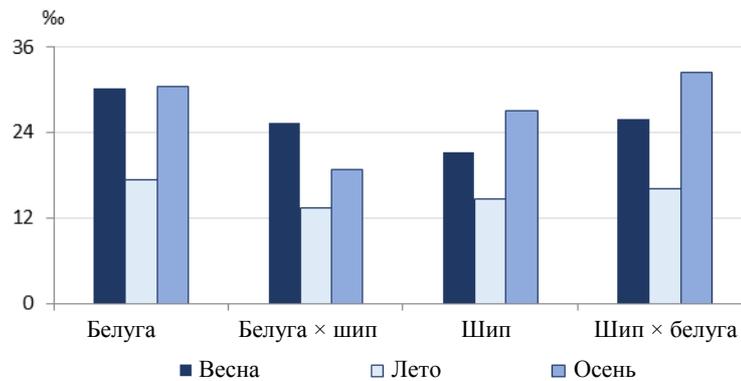


Рис. 6. Изменения индексов массы печени рыб в экспериментальных группах

В начале осеннего этапа выращивания зафиксировано увеличение до 2 раз относительной массы этого органа во всех экспериментальных группах, что связано с повышением уровня кормления во время летнего этапа до 2,8 % от биомассы рыб.

Гонады. Определение гонадосоматического индекса особенно актуально и результативно в период дифференцировки пола и полового созревания. Максимальное значение индекса массы гонад наблюдалось у шипа, что связано с наибольшими размерно-весовыми показателями вида (рис. 7).

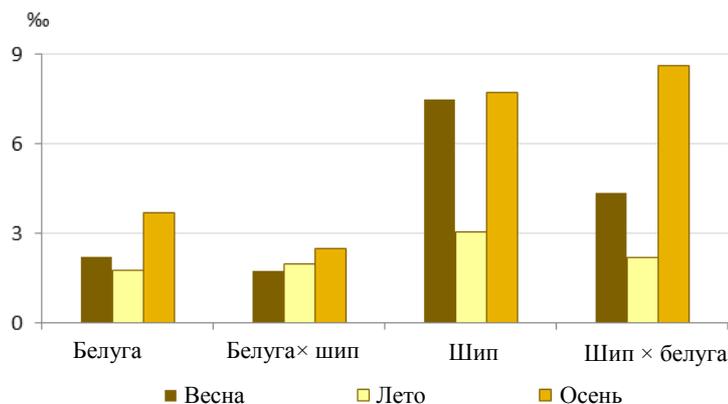


Рис. 7. Изменения индексов массы гонад рыб в экспериментальных группах

Высокие показатели индекса гонад для шипа и гибридной формы шип × белуга на первом этапе выращивания (7,49 и 4,35 соответственно) не находят четкого объяснения с известных позиций. Не исключено, что результаты по индексу гонад могут быть обусловлены ошибкой измерения вследствие неравномерности выборки и подлежат дополнительной проверке.

При визуальном осмотре гонад пол молоди не был определен ни у одной из рыб. Для уточнения полового различия был проведен гистологический анализ.

В весенний период гистологический анализ половых желез *белуги* показал, что все особи находились в состоянии до дифференцировки пола. Значительную часть площади гонады занимала жировая ткань. Хорошо развиты сосуды. Число половых клеток (гонии) было незначительным (рис. 8, а).

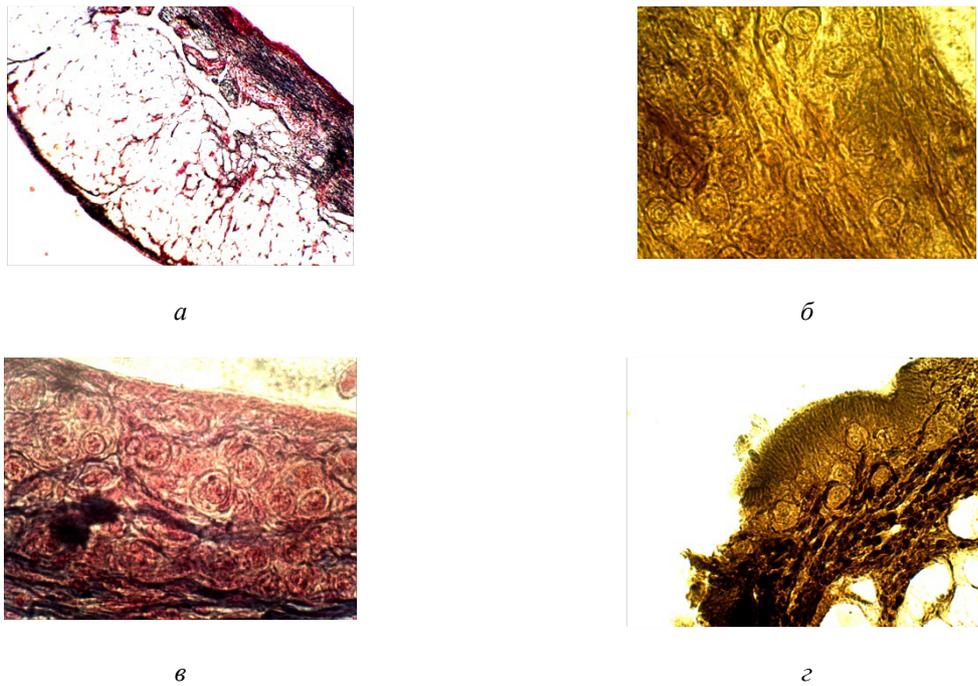


Рис. 8. Гистоморфологическая картина половых желез молоди рыб экспериментальных групп в весенний период: *а* – половая железа белуги, окраска кислым фуксином с докраской по Маллори (увеличение: окуляра 22×, объектива 10×); *б* – половые клетки в половой железе гибрида белуга × шип, окраска железным гематоксилином по Гейденгайну (ув.: ок. 22×, об. 10×); *в* – половые клетки в половой железе шипа, окраска кислым фуксином с докраской по Маллори (ув.: ок. 22×, об. 10×); *г* – половая железа гибрида шип × белуга, окраска железным гематоксилином по Гейденгайну (ув.: ок. 22×, об. 10×)

В группе молоди гибрида *белуга* × *шип* гонады исследованных рыб, судя по гистоморфологической картине, находились на этапе преанатомической сексуализации (рис. 8, *б*) [14]. Половые клетки более многочисленны, чем у белуги. Исходя из состояния герминативного эпителия, по аналогии с русским осетром [13], можно предположить, что развитие трех из пяти рыб шло в направлении самок. Эпителий при этом был высоким, столбчатым и часто имел многочисленные впячивания в строму железы. В его складках и непосредственно под ним находились половые клетки. На отдельных участках они расположены группами. У одной из рыб имелись признаки дальнейшего развития в сторону самца, что проявилось наличием ровного и более низкого, кубического, эпителия. При этом половые клетки располагались в глубине хорошо развитой соединительнотканной стромы.

У молоди *шип* также зафиксированы признаки, характерные для этапа преанатомической сексуализации гонад (рис. 8, *в*). На отдельных участках срезов гонад видны довольно многочисленные гонии. Гистоморфологическая картина у двух особей позволяет предположить возможное развитие в сторону самок.

Группа молоди гибрида *шип* × *белуга* представлена особями, половые железы которых также находились на этапе преанатомической сексуализации (рис. 8, *г*). На препаратах гонад видны половые клетки. У двух особей с наиболее развитой генеративной тканью их скопления наиболее многочисленны. Признаки возможного развития в сторону самок отмечены у двух рыб группы.

В летний период выращивания у молоди *белуги* половые железы были наименее развиты (рис. 9, *а*). При сравнении с предыдущей фиксацией, они получили развитие. Половые клетки на срезах гонад еще немногочисленны.

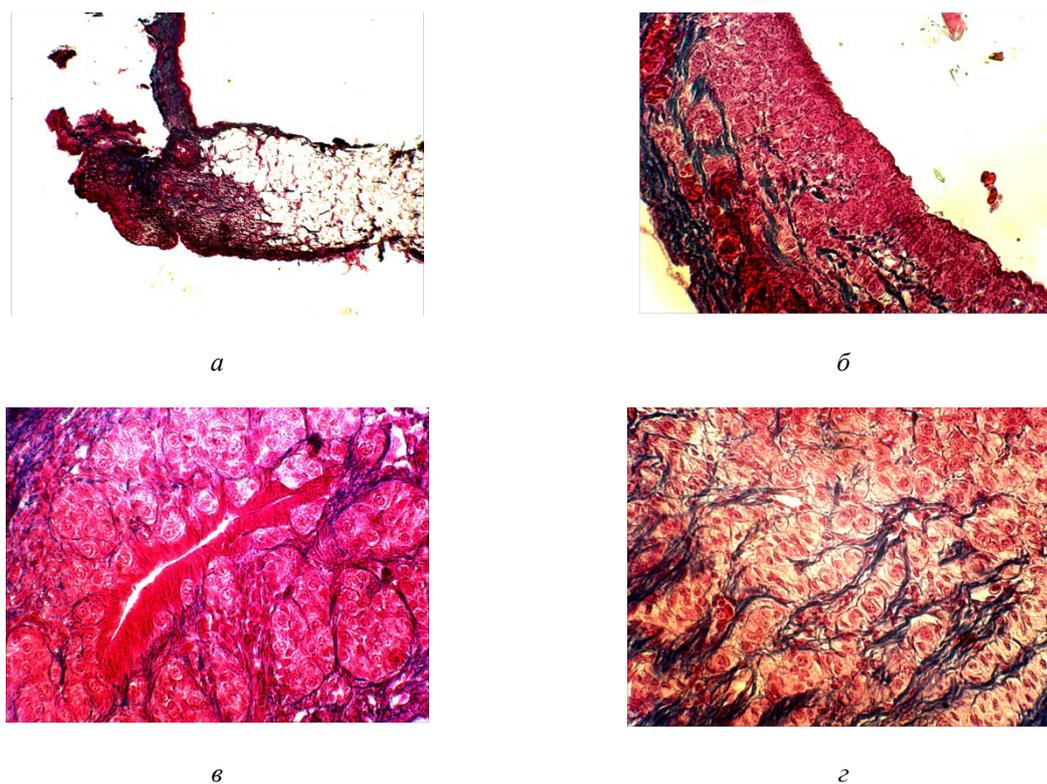


Рис. 9. Гистоморфологическая картина половых желез молоди рыб экспериментальных групп в летний период: *а* – половая железа белуги, окраска кислым фуксином с докраской по Маллори; *б* – половая железа гибрида белуга × шип, окраска кислым фуксином с докраской по Маллори; *в* – половая железа шипа. Начало формирования яйценосных пластинок. Окраска кислым фуксином с докраской по Маллори; *г* – половая железа гибрида шип × белуга. Начало формирования семенных канальцев. Окраска кислым фуксином с докраской по Маллори (ув.: ок. 22×, об. 40×)

Половые железы рыб в группе молоди гибрида *белуга* × *шип* (рис. 9, *б*) были более развиты в сравнении с фиксацией во время весеннего этапа, а также в сравнении с белугой как весенней, так и летней фиксации. Увеличилась площадь генеративной ткани, выросло количество половых клеток. При этом большинство рыб находилось еще на этапе преанатомической сексуализации гонад. Однако у одной особи, наряду с характерным состоянием герминативного эпителия, выявлены участки с наметившимися границами будущих яйценосных пластинок, что свидетельствовало о начале перехода к этапу анатомической дифференцировки пола в сторону самки.

Молодь *шип* характеризовалась дальнейшим развитием половых желез и началом перехода к этапу анатомической дифференцировки пола (рис. 9, *в*). Три особи имели явные признаки дифференцировки пола в сторону самок, с наметившимися границами яйценосных пластинок, что особенно хорошо проявилось у одной из них. На препарате половой железы была видна щель-борозда, наличие которой является у осетровых характерным признаком анатомической дифференцировки в направлении самки [12]. Половые клетки по обе стороны от нее группируются, формируя будущие яйценосные пластинки. Гистоморфологическая картина половой железы одной из рыб свидетельствовала о начале дифференцировки пола в направлении самца, на что указывало формирование семенных канальцев.

Половые железы молоди гибрида *шип* × *белуга* (рис. 9, *г*) были более продвинуты в развитии как относительно фиксации во время весеннего этапа, так и в сравнении с белугой летней фиксации. При этом у одной особи отмечено начало перехода к этапу анатомической дифференцировки пола в сторону самки, а у другой наблюдалось начало формирования семенных канальцев. Гонады других рыб этой группы находились на этапе преанатомической сексуализации гонад.

В таблице представлены сезонные и видовые показатели индексов внутренних органов белуги и шипа и их межвидовых гибридов.

Сезонные и видовые показатели индексов органов исследуемых рыб

Вид	Средняя масса	Индексы органов, %			
		Жабры	Сердце	Печень	Гонады
Весна					
Белуга	93,0 ± 5,92	37,34 ± 3,37	3,03 ± 0,38	30,17 ± 3,16	2,21 ± 0,15
Шип	115,8 ± 4,73	36,08 ± 1,26	2,39 ± 0,17	21,23 ± 2,10	7,49 ± 1,53
Белуга × шип	69,8 ± 5,42	33,28 ± 3,76	2,45 ± 0,16	25,29 ± 2,49	1,74 ± 0,36
Шип × белуга	83,4 ± 6,07	32,84 ± 3,05	2,70 ± 0,11	25,83 ± 1,11	4,35 ± 0,92
Лето					
Белуга	132,0 ± 11,64	44,76 ± 2,41	2,22 ± 0,06	17,40 ± 1,54	1,77 ± 0,15
Шип	152,84 ± 17,15	31,54 ± 1,46	2,54 ± 0,41	14,57 ± 1,27	3,05 ± 0,68
Белуга × шип	105,1 ± 8,17	33,90 ± 1,53	1,97 ± 0,10	13,45 ± 1,41	1,98 ± 0,24
Шип × белуга	128,14 ± 17,66	36,72 ± 2,22	2,72 ± 0,22	16,12 ± 1,82	2,20 ± 0,53
Осень					
Белуга	612,8 ± 34,64	36,02 ± 2,56	2,69 ± 0,14	30,49 ± 1,43	3,71 ± 0,32
Шип	436,0 ± 61,69	25,83 ± 1,64	2,22 ± 0,11	26,97 ± 3,06	7,75 ± 2,74
Белуга × шип	254,6 ± 44,00	32,11 ± 2,58	1,96 ± 0,29	18,70 ± 3,38	2,48 ± 0,63
Шип × белуга	484,8 ± 22,82	29,67 ± 2,43	2,28 ± 0,11	32,37 ± 2,67	8,64 ± 1,74

Отмеченные изменения средних показателей индексов органов рыб в зависимости от сезона выращивания и видовой принадлежности также находятся в прямой зависимости от размерно-весовых показателей, которые имеют значительный разброс как по сезонам, так и в пределах одного вида, согласно полученным результатам статистического анализа с определением средней ошибки.

Заключение

Таким образом, сезонная динамика морфофизиологических показателей исследуемых особей находилась не только в зависимости от изменений размерно-весовых показателей, но и от изменений условий среды обитания, такими как гидрохимические показатели, плотность посадки, режим кормления.

Развитие половых желез белуги на обоих сроках (весна-лето) фиксации протекало медленнее, чем у рыб других групп, включая гибриды. По предварительным результатам, существенной разницы в уровне развития половых желез шипа и гибридов не выявлено. У шипа формирование гонад протекало немного быстрее. В летний период исследований во всех группах, исключая белугу, имелись особи с начавшимся процессом анатомической дифференцировки гонад, и у шипа доля таких рыб была выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шварц С. С. Метод морфофизиологических индикаторов экологии животных // Зоолог. журн. 1958. Т. 37. № 4. С. 58–63.
2. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.
3. Шварц С. С., Большаков В. Н., Пястолова О. А. Новые данные о различных приспособлениях животных к изменению среды обитания // Зоолог. журн. 1964. Т. 13. № 4. С. 43–58.
4. Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков А. Л., Добринская Л. А. Применение метода морфологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. Петрозаводск, 1972. № 7. 168 с.
5. Добринская Л. А. Возрастные изменения относительного веса внутренних органов рыб // Зоолог. журн. 1964 а. Т. 1. Вып. 44. С. 72–79.
6. Божко А. М. Опыт применения морфофизиологических индикаторов в экологии рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1969. 20 с.
7. Бруснынина И. Н. Морфологическая характеристика озерного голяна и изменения интерьерных показателей в зависимости от условий существования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1971. 20 с.
8. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. М.: Изд-во ВНИРО, 1986. 271 с.
9. Инструкция по химическому анализу воды прудов. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1985. 46 с.
10. Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Изд-во иностр. лит., 1954. 718 с.
11. Меркулов Г. А. Курс патологистологической техники. Л.: Медицина. Ленингр. отд-ние, 1969. 423 с.
12. Персов Г. М. Дифференцировка пола у рыб. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. 147 с.
13. Ахундов М. М., Федоров К. Е. Ранний гамето- и гонадогенез осетровых рыб. О критериях сравнительной оценки развития половых желез молоди на примере русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) // Вопр. ихтиологии. 1990. Т. 30. № 6. С. 963–973.

14. Гусейнова Г. Г. Гетерохрония развития половых желез в раннем онтогенезе у разных представителей осетровых рыб // Вестн. МГОУ. Сер. «Естественные науки». 2010. № 4. С. 34–38.
15. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебн. пособие. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
16. Веселов Е. А. Изменение газообмена рыб под влиянием токсических загрязнений вод // Материалы IV Медико-биол. конф. Петрозаводск, 1969. С. 255–257.
17. Маляревская А. Я. Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного эвтрофирования водоемов. Киев: Наукова думка, 1979. 253 с.
18. Лукьяненко В. И. Ихтиотоксикология. М.: Агропром, 1983. 383 с.
19. Карпович Т. А., Лукьяненко В. И. Влияние токсикантов на кардиореспираторную систему рыб // Экспериментальная водная токсикология. Рига: Зинатне, 1988. С. 5–36.
20. Aquatic toxicology and Hazard Assessment: 10th volume / Eds. Adams W., Chapman A., Landis W. Philadelphia, 1988. 597 p.
21. Моисеенко Т. И. Морфофизиологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С. С. Шварца) // Экология. 2000. № 6. С. 463–472.

Статья поступила в редакцию 26.11.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Евграфова Елена Михайловна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; специалист сектора товарной аквакультуры; Leno4ka-23.08@mail.ru.

Пятикопова Ольга Викторовна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; канд. биол. наук; зав. сектором товарной аквакультуры; piatikopova.olga@yandex.ru.

Бедрицкая Ирина Николаевна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; канд. биол. наук; ведущий специалист сектора товарной аквакультуры; bin-68@yandex.ru.

Яковлева Екатерина Павловна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; главный рыбовод научно-экспериментального комплекса аквакультуры «БИОС»; Yakovleva_0912@mail.ru.

Дубовская Анисия Викторовна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; ведущий специалист лаборатории молекулярной генетики и физиологии; anisdu@mail.ru.

Тангатарова Ралина Расимовна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; лаборант сектора товарной аквакультуры; ralina.batalova@bk.ru.

Перунова Маргарита Евгеньевна – Россия, 414056, Астрахань; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; лаборант лаборатории молекулярной генетики и физиологии; Kaspiy-info@mail.ru.



PHYSIOLOGICAL INDICES OF BELUGA AND SHIP AND THEIR INTERSPECIFIC HYBRIDS IN FISH-FARM CONDITIONS

*E. M. Evgrafova, O. V. Pyatikopova, I. N. Bedritskaya, E. P. Yakovleva,
R. R. Tangatarova, A. V. Dubovskaya, M. E. Perunova*

*Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The objects of research are Beluga (*Huso huso*, Linnaeus), sturgeon spike (*Acipenser nudiiventris*, Lovetsky) and their interspecific hybrids of artificial generation grown on the Research and Experimental Base BIOS (the Astrakhan region) by using the basin method. To assess the physiological status of fish, a set of morphophysiological indicators (absolute and relative weight of gills, heart, liver, and gonads) were used. The dynamics of the indices of the corresponding viscera of Beluga and sturgeon spike and their interspecific hybrids in the second year of cultivation was studied. The necessity for the research is explained by the fact that most work performed was carried out on land vertebrates and on fish of natural generation. There have been presented the average values of morphophysiological indices for each of the four groups of unmixed sturgeon species and their hybrids. The obtained values of the studied parameters of sturgeon species can be used for further monitoring of the fish growing conditions using the basin method.

Key words: beluga, sturgeon spike, interspecific hybrids, indices of viscera, gills, liver, heart, gonads.

For citation: Evgrafova E. M., Pyatikopova O. V., Bedritskaya I. N., Yakovleva E. P., Tangatarova R. R., Dubovskaya A. V., Perunova M. E. Physiological indices of beluga and ship and their interspecific hybrids in fish-farm conditions. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2020;4: 154-164. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-154-164.

REFERENCES

1. Shvarts S. S. Metod morfofiziologicheskikh indikatorov ekologii zhivotnykh [Method of morphophysiological indicators of animal ecology]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1958, vol. 37, no. 4, pp. 58-63.
2. Shvarts S. S. *Ekologicheskie zakonomernosti evoliutsii* [Ecological laws of evolution]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 278 p.
3. Shvarts S. S., Bol'shakov V. N., Piastolova O. A. Novye dannye o razlichnykh prispособleniiakh zhivotnykh k izmeneniiu sredi obitaniia [New data on different adaptations of animals to environmental changes]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1964, vol. 13, no. 4, pp. 43-58.
4. Smirnov V. S., Bozhko A. M., Ryzhkov A. L., Dobrinskaia L. A. Primenenie metoda morfologicheskikh indikatorov v ekologii ryb [Applying method of morphological indicators in fish ecology]. *Trudy SevNIORKh. Petrozavodsk*, 1972. No. 7. 168 p.
5. Dobrinskaia L. A. Vozrastnye izmeneniia otnositel'nogo vesa vnutrennikh organov ryb [Age-related changes in relative weight of fish internal organs of fish]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1964 a, vol. 1, iss. 44, pp. 72-79.
6. Bozhko A. M. *Opyt primeneniia morfofiziologicheskikh indikatorov v ekologii ryb. Avtoreferat dissertatsii ... kand. biol. nauk* [Experience in using morphophysiological indicators in fish ecology. Diss. Abstr. ... Cand. Biol. Sci.]. Petrozavodsk, 1969. 20 p.
7. Brusynina I. N. *Morfofizicheskaia kharakteristika ozernogo gol'iana i izmeneniia inter'ernykh pokazatelei v zavisimosti ot uslovii sushchestvovaniia. Avtoreferat dissertatsii ... kand. biol. nauk* [Morphophysical characteristics of lake minnow and changes in interior indicators depending on conditions of existence. Diss. Abstr. Cand. Biol. Sci.]. Petrozavodsk, 1971. 20 p.
8. *Sbornik instruktsii i normativno-metodicheskikh ukazanii po promyshlennomu razvedeniiu osetrovykh ryb v Kaspiiskom i Azovskom basseinakh* [Collection of instructions and normative-methodical guidelines for industrial breeding of sturgeon fish in Caspian and Azov basins]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1986. 271 p.
9. *Instruktsiia po khimicheskomu analizu vody prudov* [Instructions for chemical analysis of pond water]. Moscow, Izd-vo VNIIPRKh, 1985. 46 p.
10. Romeis B. *Mikroskopicheskaiia tekhnika* [Microscopic technique]. Moscow, Izd-vo inostranoi literatury, 1954. 718 p.
11. Merkulov G. A. *Kurs patologogistologicheskoi tekhniki* [Course of pathologic-histological techniques]. Leningrad, Meditsina Publ., 1969. 423 p.
12. Persov G. M. *Differentsirovka pola u ryb* [Gender differentiation in fish]. Leningrad, Izd-vo LGU, 1975. 147 p.
13. Akhundov M. M., Fedorov K. E. Rannii gameto- i gonadogenez osetrovykh ryb. O kriteriakh sravnitel'noi otsenki razvitiia polovykh zhelez molodi na primere russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii*) [Early gameto- and gonadogenesis of sturgeon fishes. On criteria for comparative assessment of development of juvenile gonads (case of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*))]. *Voprosy ikhtiologii*, 1990, vol. 30, no. 6, pp. 963-973.

14. Guseinova G. G. Geterokhroniia razvitiia polovykh zhelez v rannem ontogeneze u raznykh predstavitelei osetrovyykh ryb [Heterochrony of development of gonads in early ontogenesis in different sturgeon representatives]. *Vestnik MGOU. Seriya «Estestvennye nauki»*, 2010, no. 4, pp. 34-38.
15. Lakin G. F. *Biometriia: uchebnoe posobie* [Biometrics: tutorial]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 352 p.
16. Veselov E. A. Izmenenie gazoobmena ryb pod vliyaniem toksicheskikh zagriaznenii vod [Changes in fish gas exchange under influence of toxic water pollution]. *Materialy IV Mediko-biologicheskoi konferentsii. Petrozavodsk*, 1969. Pp. 255-257.
17. Maliarevskaya A. Ia. *Obmen veshchestv u ryb v usloviakh antropogennogo evtrofirovaniia vodoemov* [Metabolism in fish under conditions of anthropogenic eutrophication of water bodies]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1979. 253 p.
18. Luk'ianenko V. I. *Ikhtiotoksikologiya* [Ichthyotoxicology]. Moscow, Agroprom, 1983. 383 p.
19. Karpovich T. A., Luk'ianenko V. I. Vliianie toksikantov na kardiorespiratornuyu sistemu ryb [Influence of toxicants on fish cardiorespiratory system]. *Ekspierimental'naya vodnaya toksikologiya*. Riga, Zinatne Publ., 1988. Pp. 5-36.
20. *Aquatic toxicology and Hazard Assessment: 10th volume*. Eds. Adams W., Chapman A., Landis W. Philadelphia, 1988. 597 p.
21. Moiseenko T. I. Morfofiziologicheskie perestroiki organizma ryb pod vliyaniem zagriazneniya (v svete teorii S. S. Shvartza) [Morphophysiological rearrangements of fish organism under influence of pollution (according to S. S. Schwartz's theory)]. *Ekologiya*, 2000, no. 6, pp. 463-472.

The article submitted to the editors 26.11.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Evgrafova Elena Mikhailovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Expert of the Commercial Aquaculture Sector; Leno4ka-23.08@mail.ru.

Pyatikopova Olga Viktorovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Candidate of Biology; Manager of the Commercial Aquaculture Sector; piatikopova.olga@yandex.ru.

Bedritskaya Irina Nikolaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Candidate of Biology; Leading Researcher of the Commercial Aquaculture Sector; bin-68@yandex.ru.

Yakovleva Ekaterina Pavlovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Chief Fish Breeder of the Research and Experimental Base BIOS; Yakovleva_0912@mail.ru.

Tangatarova Ralina Rasimovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Laboratory Assistant of the Commercial Aquaculture Sector; ralina.batalova@bk.ru.

Dubovskaya Anisiya Viktorovna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Leading Specialist of the Laboratory of Molecular Genetics and Physiology; Kaspiy-info@mail.ru.

Perunova Margarita Evgenevna – Russia, 414056, Astrakhan; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Laboratory Assistant the Laboratory of Molecular Genetics and Physiology; Kaspiy-info@mail.ru.

