

Научная статья  
УДК 639.3.05  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-86-94>

## Исследование морфофизиологических показателей ремонтной группы белуги, культивируемой в искусственных условиях среды

А. Б. Ахмеджанова<sup>1\*</sup>, С. В. Пономарев<sup>2</sup>, Ю. В. Федоровых<sup>3</sup>,  
О. А. Левина<sup>4</sup>, В. В. Вятчин<sup>5</sup>, Е. А. Дутиков<sup>6</sup>

<sup>1-6</sup> Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, [aliyaakhmed14@gmail.com](mailto:aliyaakhmed14@gmail.com)\*

<sup>2</sup> Московский государственный университет технологий и управления  
имени К. Г. Разумовского (ПКУ),  
Москва, Россия

<sup>5</sup> ООО АРК «Белуга»  
Астрахань, Россия

**Аннотация.** Популяция осетровых рыб в основных водоемах России находится в кризисном состоянии. Эффективность естественного воспроизводства данных видов рыб крайне низка, и в настоящее время пополнение численности популяций в основном происходит за счет искусственного разведения. Из осетровых рыб, обитающих в Каспийском бассейне, в особенно сложном положении оказалась белуга, которая отнесена к исчезающим видам. За истекшие примерно 100 лет ее численность претерпевала заметные колебания за счет как естественных, так и антропогенных факторов. В связи с резким сокращением объемов искусственного воспроизводства рыболовными заводами Нижней Волги и угрозой исчезновения вида проведено исследование качества разновозрастной молодежи белуги, культивируемой в искусственных условиях. Исследованы морфофизиологические показатели разновозрастной молодежи белуги, культивируемой в садках и прудах. Концентрация гемоглобина в исследуемых группах колебалась от 56,3 до 70,3 мг/л (данные находились в пределах референтных значений), что свидетельствует о повышенном уровне обмена веществ. Отмечены невысокие значения скорости оседания эритроцитов в различных условиях выращивания (от 4,5 до 6,4 мм/ч), что говорит об отсутствии воспалительных или патологических процессов в организме гидробионтов. Концентрация общего сывороточного белка в исследуемых группах также была в пределах физиологической нормы. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что такие показатели, как общий белок, холестерин, глюкоза и  $\beta$ -липопротеиды не подвергаются влиянию возраста, а зависят от питания рыб. Полученный анализ морфофизиологических показателей осетровых рыб, выращенных в различных условиях, дополняет недостающую информацию для мониторинга физиологического состояния этих ценных представителей аквакультуры, корректировки биологических нормативов выращивания и самих технологических процессов прудов и индустриальных комплексов.

**Ключевые слова:** осетровые, белуга, популяция, садки, пруды, выращивание, длина, масса, гемоглобин, общий сывороточный белок, холестерин

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации, проект № МК-158.2021.5.

**Для цитирования:** Ахмеджанова А. Б., Пономарев С. В., Федоровых Ю. В., Левина О. А., Вятчин В. В., Дутиков Е. А. Исследование морфофизиологических показателей ремонтной группы белуги, культивируемой в искусственных условиях среды // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 86–94. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-86-94>.

## Investigation of morphophysiological parameters of beluga replacement stock cultivated in artificial environmental conditions

A. B. Akhmedzhanova<sup>1\*</sup>, S. V. Ponomarev<sup>2</sup>, Yu. V. Fedorovykh<sup>3</sup>,  
O. A. Levina<sup>4</sup>, V. V. Vyatchin<sup>5</sup>, E. A. Dutikov<sup>6</sup>

<sup>1-6</sup>Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, aliyaakhmed14@gmail.com\*

<sup>2</sup>K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management  
(the First Cossack University),  
Moscow, Russia

<sup>5</sup>LLC ARC "Beluga"  
Astrakhan, Russia

**Abstract.** The sturgeon fish populations in the main reservoirs of the country are in a crisis. Efficiency of natural reproduction of these fish species is extremely low and currently the replenishment of populations is mainly achieved due to artificial breeding. Beluga, one of the sturgeon fish species living in the Caspian basin, is classified as endangered, being in particularly difficult circumstances. Over the past hundred years its abundance has undergone fluctuations due to the natural and anthropogenic factors. Due to the sharp reduction in the volume of artificial reproduction by fish hatcheries of the Lower Volga and the threat of species extinction there was carried out the research of the quality of beluga juveniles of different ages cultivated in artificial environment. Morphophysiological parameters of beluga juveniles of different ages cultivated in cages and ponds are investigated. The concentration of hemoglobin in the studied groups ranged from 56.3 to 70.3 mg/l (the data were within the reference values), which indicates an increased level of metabolism. Low values of the erythrocyte sedimentation rate in different growing conditions (from 4.5 – 6.4 mm/h) were noted, which indicates the absence of inflammatory or pathological processes in the body of hydrobionts. Concentration of total whey protein in the studied groups was also within the physiological norm. As a result of the studies, it can be concluded that such parameters as total protein, cholesterol, glucose and  $\beta$ -lipoproteins are not affected by age, but mainly depend on fish nutrition. The obtained analysis of sturgeon morphophysiological indicators (grown in different conditions) complements the missing information for monitoring the physiological state of these valuable representatives of aquaculture, adjusting biological standards of cultivation and the technological processes in the ponds and industrial complexes.

**Keywords:** sturgeon, beluga, population, cages, ponds, cultivation, length, mass, hemoglobin, whole serum protein, cholesterol

**Acknowledgment:** research was supported by the grant from the President of the Russian Federation, project No. MK-158.2021.5.

**For citation:** Akhmedzhanova A. B., Ponomarev S. V., Fedorovykh Yu. V., Levina O. A., Vyatchin V. V., Dutikov E. A. Investigation of morphophysiological parameters of beluga replacement stock cultivated in artificial environmental conditions. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2022;1:86-94. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-86-94>.

### Введение

В настоящее время численность популяций осетровых в водоемах России и за ее пределами зависит от влияния комплекса антропогенных факторов. Во многих районах нашей планеты целый ряд видов отнесен к категории исчезающих или редко встречающихся. Так, в начале XX столетия значительный ущерб осетровым видам рыб наносился морским промыслом, запасы интенсивно изымались. Вторая половина XX в. отличается мощнейшим влиянием деятельности человека на водные экосистемы, в том числе и на экосистему Каспийского бассейна. Единственной рекой, где сохранились нерестовые гряды, является р. Урал [1–3].

Известно, что с 1962–1964 гг., после запрета морского промысла осетровых, положение с запасами каспийской белуги несколько улучшилось. Однако строительство Волгоградской ГЭС практически полностью отрезало волжские нерестилища белуги от мест нереста, в результате чего возникла угроза не только потери ее промыслового значения, но и сохранения как вида. Негативное влияние антропогенных факторов, проявившееся после зарегулирования стока р. Волги, отразилось, прежде всего, на воспроизводстве озимой части популяции белуги, которая по численности производителей, заходящих в Волгу, составляет 70–80 %. Эти особи находятся в реке

длительное время. Зимовка производителей белуги в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла происходит в неблагоприятных условиях из-за повышенных зимних сбросов воды, что ведет к резкому ухудшению физиологического состояния производителей, нарушению их воспроизводительной системы и в конечном итоге к резорбции икры [4]. Снижение эффективности естественного воспроизводства белуги на нерестилищах нижнего бьефа Волжской ГЭС, по мнению некоторых исследователей, может быть вызвано повышенной гибелью личинок и молоди осетровых из-за незначительного расстояния ската в море после нереста, достижением малых навесок покатной молодью и меньшей ее приспособленностью к «морской» жизни на начальных стадиях онтогенеза [5, 6].

В конце прошлого столетия тенденция к устойчивому сокращению численности нерестовой части популяции заметно усилилась. Эффективность естественного воспроизводства снизилась в 10 раз в 1994–1999 гг. – до 0,9 млн экз. Одной из причин сокращения численности популяции белуги является снижение популяционной плодовитости вида. Так, если в начале 70-х гг. популяционная плодовитость достигала 1,65 млн икринок, то в 1991–1995 гг. она снизилась до 1,0 млн икринок, и процесс снижения продолжается. Если в начале 70-х гг., до повышения уровня Каспийского моря, средняя популяционная масса белуги была в пределах 100 кг, то в начале 90-х гг. – в пределах 60 кг. К уменьшению численности каспийской белуги привело ее нерациональное изъятие как в море, так и на путях нерестовых миграций.

Известно, что после зарегулирования р. Волги белуга практически полностью лишилась своих традиционных мест размножения, поэтому сегодня ведущая роль в формировании популяции белуги отводится промышленному ее разведению рыбозаводными заводами. Однако за последние 10–15 лет произошло резкое сокращение численности нерестовой части популяции. Даже после полного (с 1999 г.) запрета промысла возникли сложности с обеспечением заводов необходимым количеством производителей естественной генерации. На данном этапе для воспроизводства вылавливаются единичные экземпляры для рыбозаводных целей. При этом все отловленные производители в настоящее время рекомендовано оставлять для доместикации. Эффективность воспроизводства этого вида осетровых рыб в условиях Нижнего Поволжья говорит о том, что в целом результаты работы с производителями можно назвать удовлетворительными.

Альтернативным способом сохранения угасающих запасов исчезающих видов в естественных водоемах и обеспечения населения товарной продукцией является искусственное выращивание,

ежегодно увеличивающее свои объемы. Так, отмечается, что ежегодные объемы производства посадочного материала увеличились с 24,9 тыс. т (2015 г.) до 38,5 тыс. т (2019 г.). При этом в Астраханской области объемы произведенного посадочного материала осетровых увеличились значительно: с 74,0 т в 2018 г. до 1 583,0 т в 2019 г. [7].

Важным условием успешного выращивания рыб, в том числе и осетровых, является оценка качества молоди, выращенной в искусственной среде обитания и выпускаемой в водные объекты рыбохозяйственного значения в рамках мероприятий по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов, а также в целом экспресс-оценка состояния здоровья выращиваемой рыбы, и в первую очередь ремонтно-маточного стада.

Целью данной работы явилось изучение и сравнение функционального состояния разновозрастных осетровых рыб на примере белуги, выращенной в промышленных условиях Нижнего Поволжья.

#### Материалы и методы

Сбор экспериментального материала проводился на Сергиевском осетровом заводе (с. Сергиевка, Астраханская обл.), а также на товарном хозяйстве ООО АРК «Белуга» (г. Астрахань). Объектом исследования послужили разновозрастные особи белуги в возрасте 3 и 4 лет на ООО АРК «Белуга», а также 4-, 5- и 7-леток на Сергиевском осетровом рыбозаводном заводе. Сетчатые садки были размещены в шлюзовых каналах. Максимальная температура воды в самый жаркий летний период не превышала 27 °С. Насыщение воды кислородом характеризовалось оптимальными показателями – 7,0–13,0 мг/л. Другие гидрохимические показатели (рН, СО<sub>2</sub>) в течение года соответствовали оптимальным границам. В садках культивируются чистые линии и гибридные формы осетровых рыб с одновременным формированием продукционных стад. Плотность посадки разновозрастных рыб из расчета на 1 м<sup>2</sup> не превышала 15 кг. Кормление рыб производилось искусственным кормом и рыбным фаршем из расчета 5 % от массы тела рыб.

На Сергиевском осетровом рыбозаводном заводе начато формирование продукционного стада белуги. В зимнее время рыбы содержатся в пластиковых бассейнах. В качестве корма в основном используется рыбный (килечный) фарш из расчета 5 % от массы тела рыб. Физико-химические параметры водной среды в прудах в летнее время более напряженные, чем в реке. В июле и первой половине августа прогрев воды достигал 30 °С. Нередко отмечалось «цветение» водорослей, из-за чего повышалась концентрация свободной углекислоты, в результате этого активная реакция среды смещалась в щелочную сторону, достигая в отдельные периоды 8,5–8,9 ед.

Состояние и развитие рыб определяли по комплексу показателей, анализируя скорость увеличения размеров тела и наращивания мышечной массы. Взвешивание и измерение рыб проводили согласно разработанным рекомендациям [8].

Физиологическое состояние исследуемой молодежи оценивали по биохимическим показателям белкового, липидного, углеводного обмена (состав крови) согласно разработанным методикам [9].

Кровь отбирали в сентябре прижизненно из хвостовой вены в пробирки Эппендорфа [10]. Для гематологического анализа (концентрация гемоглобина, скорость оседания эритроцитов) в качестве антикоагулянта использовали гепарин. Концентрацию гемоглобина в крови определяли фотометрически с помощью набора реактивов фирмы Агат-Мед [11], СОЭ определяли на приборе Р. П. Панченкова;  $\beta$ -липопротеиды определяли биохимическим методом [12]. Содержание сывороточного белка определяли с помощью наборов реагентов фирмы «Агат-мед» [12], уровень холестерина в крови определяли энзиматическим методом [13, 14]. Концентрацию глюкозы в сыворотке крови определяли энзиматическим колориметрическим методом без депротеинизации (реакция Триндера). Для измерения оптической плотности полученных проб использовали спектрофотометр Unicо 2100.

В ходе экспериментальной работы полученные данные статистически обработали методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel 2016 [15, 16]. При расчете приме-

нили  $t$ -критерий Стьюдента, достоверными считались различия показателей при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследований

Антропогенное воздействие на экосистему Каспия не лучшим образом отразилось на популяционном генофонде осетровых, в том числе и на белуге. Известно, что в настоящее время для рыбозаводных заводов отлавливаются производители белуги озимой и яровой рас. Если яровые формы в заводских условиях содержатся непродолжительный срок, то озимые самки и самцы резервируются от 7 до 12 месяцев. При этом не принимается во внимание то обстоятельство, что гидрохимические параметры водной среды в реке и в прудах совершенно разные. Если температура поверхностных слоев воды в Волге в летнее время не поднимается выше  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то в мелководных прудах рыбозаводных заводов она достигает экстремальных значений ( $28\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Для такого холодолюбивого вида, как белуга, данные температурные условия недопустимы. При этом имеющиеся потери культивируемых объектов аквакультуры нередко объясняются отсутствием специализированных кормов для рыб [3]. В данном случае определенным интересом представляют результаты исследования разновозрастной молодежи белуги, выращиваемой в сетчатых садках фирмы ООО АРК «Белуга» и в прудах Сергиевского рыбозаводного завода. На рис. 1 представлены данные размерно-массовых показателей 3- и 4-леток белуги, выращенных на садковой базе ООО АРК «Белуга».

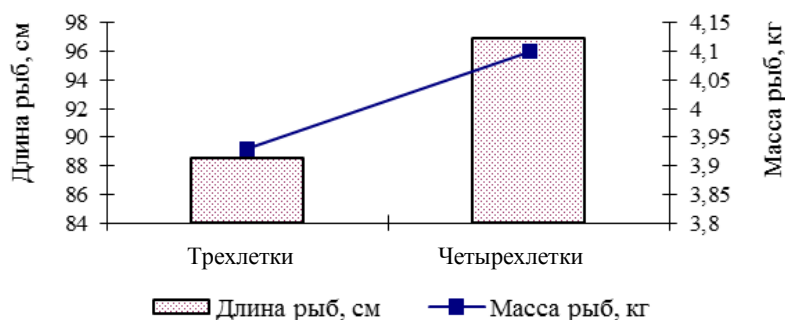


Рис. 1. Динамика длины и массы разновозрастной белуги, выращенной в садках ООО АРК «Белуга»

Fig. 1. Dynamics of length and weight of multiple-aged sturgeon reared in cages of Astrakhan Fishbreeding Company Beluga, LLC

Изучение размерно-массовых показателей 3- и 4-хлеток белуги, выращенных в садковом комплексе ООО АРК «Белуга», показали, что средняя длина 3-леток массой  $3,93 \pm 1,23$  кг составила

$88,0 \pm 1,33$  см, масса 4-леток составила  $4,1 \pm 1,14$  кг при длине  $96,9 \pm 1,61$  см.

В табл. 1 представлены гематологические показатели 3- и 4-леток белуги, выращенных в условиях садкового комплекса ООО АРК «Белуга».

Таблица 1

Table 1

**Гематологические показатели трехлеток и четырехлеток белуги, выращенных в садках ООО АРК «Белуга» (n = 33)**

**Hematological parameters of three- and four-year-old beluga species grown in cages of AFC Beluga, LLC (n = 33)**

| Показатель      | Трехлетки   | Четырехлетки |
|-----------------|-------------|--------------|
| Гемоглобин, г/л | 65,35 ± 1,2 | 62,9 ± 2,32  |
| СОЭ, мм/ч       | 4,5 ± 0,21  | 5,1 ± 0,43   |

Анализ ряда гематологических показателей в организме рыб имеет важное диагностическое значение. Их снижение отмечается при голодании, а также анемиях различной природы. Так, концентрация гемоглобина у 3-леток и 4-леток белуги составила 65,35 и 62,9 г/л соответственно. В обеих группах наблюдалась практически одинаковая динамика концентрации гемоглобина в крови ( $p > 0,05$ ). Как видно из табл. 1, показатель скорости оседания эритроцитов находился в пределах значений 4,5 и 5,1 мм/ч, что соответствует норма-

тивным показателям [17]. Исследования СОЭ в крови не выявили наличия видимых патологических процессов у данных возрастных групп ремонтно-маточного стада.

Значения показателя общего белка в сыворотке крови у исследованных групп рыб колебались в пределах 29,20–37,14 г/л, при этом у старшей возрастной группы количество белка оказалось ниже на 8,03 %. Однако относительно высокие значения не дают достоверных различий ( $p > 0,05$ ) (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

**Биохимические показатели крови трехлеток и четырехлеток белуги, выращенных на ООО АРК «Белуга» (n = 33)**

**Biochemical parameters of blood of three- and four-year-old beluga species grown at AFC Beluga, LLC (n = 33)**

| Показатель          | Трехлетки   | Четырехлетки |
|---------------------|-------------|--------------|
| Общий белок, г/л    | 34,03 ± 1,1 | 31,5 ± 0,9   |
| Холестерин, ммоль/л | 3,0 ± 1,1   | 3,5 ± 0,7    |
| Глюкоза, ммоль/л    | 3,8 ± 1,7   | 4,2 ± 1,2    |
| β-липопротеиды, г/л | 2,5 ± 1,2   | 3,5 ± 1,2*   |

\*  $P < 0,05$ .

Прежде всего, обращает на себя внимание следующее: концентрация общего белка крови у обеих групп в организме характеризовалась относительно высокими показателями в отличие от гематологических показателей. Многочисленные биохимические субстраты, в том числе и белки, поступающие в организм рыб, являются компонентами пищи. В связи с этим уровень обеспеченности кормами является одним из факторов, лимитирующих жизнедеятельность любого животного. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что концентрация общего белка, отвечающего за белковый обмен, не зависит от возраста особей, а главным образом свидетельствует о хорошей обеспеченности рыб сбалансированными и качественными кормами.

Природные воскообразные свойства холестерина позволяют ему выполнять функцию клеточного

«скелета» в организме животного. Входя в состав мембраны клеток, холестерин вместе с фосфолипидами и белками обеспечивает избирательную проницаемость мембраны для веществ, входящих и выходящих из нее. Из холестерина образуются половые гормоны и гормоны коры надпочечников, а также желчные кислоты. Холестерин необходим для роста организма и для деления клеток [7]. В ходе исследования установлено, что содержание холестерина в сыворотке крови обеих возрастных групп белуги находилось в пределах референтных значений и составило  $3,0 \pm 1,1$  ммоль/л у 3-леток и  $3,5 \pm 0,7$  ммоль/л у 4-леток, при этом достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Непосредственным источником энергии в организме рыб является глюкоза. У обеих групп рыб динамика глюкозы была в пределах физиологической нормы (3,8–4,2 ммоль/л), что говорит о высо-

кой энергетической функции в метаболизме у культивируемых объектов.

Бета-липопротеиды – самые богатые холестерином частицы (содержат до 45 % холестерина). Белки и холестерин, входящие в состав бета-липопротеидов, активно участвуют в строительстве клеточной структуры [7]. В нашем исследовании при сравнении концентрации бета-липопротеидов в сыворотке у двух возрастных групп были выявлены достоверные отличия: в старшей

возрастной группе этот показатель был в 1,4 раза выше, чем в младшей группе ( $p < 0,05$ ).

Определенный интерес представляли данные по выращиванию разновозрастной ремонтной группы белуги, культивируемой в прудах. На Сергиевском осетровом рыбноводном заводе выращиваются разные возрастные группы белуги из потомства искусственной генерации. Анализу были подвергнуты 4-летки, 5-летки и 7-летки (в каждой группе было исследовано по 22 особи). На рис. 2 отражены показатели массы и длины этих рыб.

Akhrmedzhanova A. V., Romonov S. V., Fedorovskiy Yu. V., Levina O. A., Ustalin V. V., Ditskov E. A. Investigation of morphophysiological parameters of beluga replacement stock cultivated in artificial environmental conditions

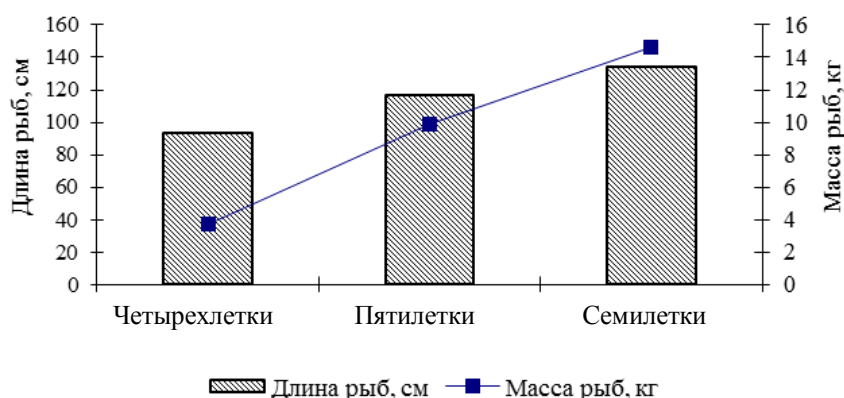


Рис. 2. Динамика массы разновозрастной белуги, выращенной в прудах Сергиевского рыбноводного завода

Fig. 2. Dynamics of the mass of multiple-aged beluga species grown in ponds of the Sergievsky fish hatchery

Как следует из данных, представленных на рис. 2, средняя масса белуги в 4-летнем возрасте достигала  $3,72 \pm 0,3$  кг, а длина тела  $93,7 \pm 1,6$  см. В среднем масса белуги за 5 лет выращивания достигала  $9,9 \pm 0,5$  кг, длина тела составила  $120,3 \pm 1,1$  см. Следующей возрастной группой, выращиваемой для формирования продукционного стада на этом заводе, были обследованы рыбы 7-летнего возраста, за этот период выращивания

рыбы достигли средней массы  $14,6 \pm 0,8$  кг и абсолютной длины тела  $134,0 \pm 2,4$  см. Минимальная масса у этих исследованных рыб оказалась 11,7 кг, максимальная – 19,3 кг.

В табл. 3 и 4 приводятся гематологические и биохимические показатели крови 4-леток, 5-леток и 7-леток белуги, выращенных в прудах Сергиевского ОРЗ.

Таблица 3

Table 3

**Гематологические показатели четырех-, пяти- и семилеток белуги, выращенных на Сергиевском ОРЗ ( $n = 22$ )**

**Hematological parameters of four-, five- and seven-year old beluga species grown at the Sergievsky fish hatchery ( $n = 22$ )**

| Показатель      | Четырехлетки   | Пятилетки       | Семилетки        |
|-----------------|----------------|-----------------|------------------|
| Гемоглобин, г/л | $57,8 \pm 3,8$ | $56,3 \pm 3,3$  | $70,3 \pm 3,6^*$ |
| СОЭ, мм/ч       | $4,6 \pm 0,3$  | $6,4 \pm 0,9^*$ | $4,1 \pm 0,2$    |

\*  $P < 0,05$ .

Биохимические показатели четырех-, пяти- и семилеток белуги,  
выращенных на Сергиевском ОРЗ ( $n = 22$ )

Biochemical parameters of four-, five- and seven-year old beluga  
species grown at the Sergievsky fish hatchery ( $n = 22$ )

| Показатель          | Четырехлетки | Пятилетки  | Семилетки  |
|---------------------|--------------|------------|------------|
| Общий белок, г/л    | 31,2 ± 1,9   | 35,9 ± 4,8 | 37,2 ± 2,2 |
| Холестерин, ммоль/л | 3,8 ± 0,2*   | 3,5 ± 0,8  | 2,9 ± 0,4  |
| Глюкоза, ммоль/л    | 2,6 ± 1,2    | 3,0 ± 0,8  | 2,7 ± 1,4  |
| β-липопротеиды, г/л | 4,6 ± 0,3    | 3,8 ± 0,4  | 4,0 ± 0,1  |

\*  $P < 0,05$ .

Концентрация гемоглобина была достоверно выше у 7-леток в отличие от младших возрастных групп, данный показатель был выше 4- и 5-леток на 21,62 и 24,87 % соответственно ( $p < 0,05$ ). Несколькo завышенной оказалась СОЭ у 5-леток, составившая 6,4 мм/ч ( $p < 0,05$ ), показатель был выше у данной возрастной группы в 1,4–1,5 раза, но данные показатели во всех возрастных группах были в пределах референтных значений.

Важнейшей функцией сывороточных белков является транспорт веществ, обеспечивающих клетки организма животного строительным материалом и энергией. Входя в состав ферментов, белки обеспечивают протекание большинства необходимых для жизнедеятельности организма процессов [7]. Среди возрастных групп по показателям общего белка в сыворотке крови достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Выявлены различия по концентрации холестерина между 4-летками и 7-летками ( $p < 0,05$ ), данный показатель был выше у младшей возрастной группы на 31,03 %. Концентрации β-липопротеидов и глюкозы среди исследуемых групп находились в пределах физиологической нормы, достоверных различий среди групп не выявлено ( $p > 0,05$ ) [7].

Концентрация гемоглобина и общего сывороточного белка была достаточно высокой у 7-леток белуги. Однако концентрация холестерина в крови у 4-леток была выше, чем у 7-леток в 1,3 раза.

### Заключение

На качество разновозрастных особей белуги, выращиваемой в искусственных условиях (в садках и в прудах), существенное влияние оказывает комплекс биотических и абиотических факторов

водной среды. Среди них можно выделить такие, как обеспеченность пищей, состояние физико-химических параметров воды, плотность посадки на единицу выростной площади и др. По полученным данным по различным условиям выращивания, физиолого-биохимические показатели в целом свидетельствуют о хорошем полноценном кормлении и благоприятных условиях выращивания в прудах и садках.

Одним из элементов биохимической оценки физиологического состояния изучаемых объектов или совокупности особей является характеристика метаболической функции крови и, в частности, динамика транспортируемых кровью белков, углеводов и липидов. В результате проведенных исследований можно полагать, что такие показатели, как общий сывороточный белок, холестерин, глюкоза и β-липопротеиды не зависят от возраста, а главным образом зависят от питания культивируемых объектов аквакультуры. Концентрация гемоглобина находилась в пределах физиологической нормы, данные в группах колебались от 56,3 до 70,3 г/л, что свидетельствует о повышенном уровне обмена веществ. Отмечены невысокие значения скорости оседания эритроцитов в различных условиях выращивания (4,5–6,4 мм/ч), что указывает на отсутствие воспалительных или патологических процессов в организме гидробионтов. Полученный анализ морфофизиологических показателей осетровых рыб, выращенных в различных условиях, дополняет недостающую информацию для мониторинга физиологического состояния этих ценных представителей аквакультуры, корректировки биологических нормативов выращивания и самих технологических процессов прудов и промышленных комплексов.

### Список источников

1. Akhmedzhanova A., Ponomarev S., Fedorovykh Yu., Levina O., Dutikov E., Vyatchin V. Morphofunctional assessment of domesticated and aquacultured beluga females // E3S Web of Conferences. INTERAGROMASH 2021. 14th international scientific and practical conference on state and prospects for the development of agribusiness, interagromash 2021 (Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 г.). По-

стов н/Д.: EDP Sciences, 2021. № 273, 03001 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127303001>.

2. Akhmedzhanova A. B., Ponomarev S. V., Fedorovykh Yu. V., Levina O. A., Miburo Zacharie, Butore J., Nguyen Thi Hong Van. Evaluation of morphological indicators of the first mature sturgeon females from eggs in artificial conditions // ESDCA 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environ-

mental Science. 2021. № 723 022023. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022023.

3. Васильева Л. М., Судакова Н. В. Биологические и технологические основы товарного осетроводства: учеб. Астрахань: Издат. дом «Астраханский университет», 2014. 247 с.

4. Гераскин П. П., Ковалева А. В., Григорьев В. А., Фирсова А. В., Яцкая М. В., Ветрова В. Ж. Оценка физиологической подготовленности к репродуктивной функции domesticированных самок и выращенных от икры в искусственных условиях // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 95–103.

5. Абросимова К. С., Васильева Л. М. Проблемы выращивания личинок и мальков осетровых рыб в интенсивной аквакультуре и пути их решения // Фундаментальные исследования. 2015. 239 с.

6. Lagutkina L., Bakhareva A., Akhmedzhanova A., Fedorovykh Yu., Kuzmina E. Monitoring of adaptive potential by functional loads and feeding regime of sturgeon juveniles // E3S Web of Conferences. INTERAGROMASH 2020 2020. № 175. 02004. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017502004>.

7. Матишов Г. Г., Козоца А. А., Металлов Г. Ф., Гераскин П. П. Комплексный подход к проблеме сохранения и воспроизводства осетровых рыб Каспийского моря. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. 352 с.

8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

9. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Корма и кормление рыб. М.: МОРКНИГА, 2014. 465 с.

10. Усов М. М. Морфология и физиология рыб. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие. Горки: Изд-во БГсХа, 2017. 114 с.

11. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry // *Clinic Chemistry Acta*. 1961. № 6. 538 p.

12. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. М.: Просвещение, 1975. 318 с.

13. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor // *Clinic Chemistry Acta*. 1969. V. 6. P. 24–25.

14. Fishbach F. A., Dunning M. Manual of laboratory diagnostic tests // Lppincott Williams & Wilkins. 2004. V. 14. P. 1291.

15. Катмаков П. С., Гавриленко В. П., Бушов А. В. Биометрия. М.: Юрайт, 2019. 177 с.

16. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.

17. Akhmedzhanova A., Evgrafova E., Fedorovykh Yu., Lagutkina L., Ponomarev S., Levina O. Bioindicators of homeostasis' constants of growing conditions of warm-water aquaculture objects in the context of obtaining marketable products // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. № 937. 1755–1315. DOI:10.1088/1755-1315/937/3/032032.

## References

1. Akhmedzhanova A., Ponomarev S., Fedorovykh Yu., Levina O., Dutikov E., Vyatchin V. Morphofunctional assessment of domesticated and aquacultured beluga females. *E3S Web of Conferences. INTERAGROMASH 2021. 14th international scientific and practical conference on state and prospects for the development of agribusiness, interagromash 2021 (Rostov-on-Don, 24–26 fevralia 2021 g.)*. Rostov-on-Don, EDP Sciences, 2021. No. 273, 03001 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127303001>.

2. Akhmedzhanova A. B., Ponomarev S. V., Fedorovykh Yu. V., Levina O. A., Miburo Zacharie, Butore J., Nguyen Thi Hong Van. Evaluation of morphological indicators of the first mature sturgeon females from eggs in artificial conditions. *ESDCA 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. No. 723 022023. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022023.

3. Vasil'eva L. M., Sudakova N. V. *Biologicheskie i tekhnologicheskie osnovy tovarnogo osetrovodstva: uchebnyk* [Biological and technological principles of commercial sturgeon breeding: textbook]. Astrakhan', Izdatel'skii dom «Astrakhanskii universitet», 2014. 247 p.

4. Geraskin P. P., Kovaleva A. V., Grigor'ev V. A., Firsova A. V., Iaitskaia M. V., Vetrova V. Zh. Otsenka fiziologicheskoi podgotovlennosti k reproductivnoi funktsii domesticirovannykh samok i vyrashchennykh ot ikry v iskusstvennykh usloviiakh [Assessment of physiological readiness for reproductive function of domesticated females and those raised from eggs in artificial conditions]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2019, no. 4, pp. 95-103.

5. Abrosimova K. S., Vasil'eva L. M. Problemy vyrashchivaniia lichinok i mal'kov osetrovykh ryb v intensivnoi akvakul'ture i puti ikh resheniia [Problems and solutions for growing sturgeon larvae and fry in intensive aquaculture]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 2015. 239 p.

6. Lagutkina L., Bakhareva A., Akhmedzhanova A., Fedorovykh Yu., Kuzmina E. Monitoring of adaptive potential by functional loads and feeding regime of sturgeon juveniles. *E3S Web of Conferences. INTERAGROMASH 2020*. 2020. No. 175. 02004. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017502004>.

7. Matishov G.G., Kokoza A. A., Metallov G. F., Geraskin P. P. *Kompleksnyi podkhod k probleme sokhraneniia i vosproizvodstva osetrovykh ryb Kaspiiskogo moria* [Integrated approach to problem of conservation and reproduction of sturgeons in Caspian Sea]. Rostov-on-Don, Izd-vo IuNTs RAN, 2017. 352 p.

8. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Guide to fish studying]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.

9. Ponomarev S. V., Grozesku Iu. N., Bakhareva A. A. *Korma i kormlenie ryb* [Feed and fish feeding]. Moscow, Morkniga Publ., 2014. 465 p.

10. Usov M. M. *Morfologiia i fiziologiia ryb. Laboratornyi praktikum: uchebno-metodicheskoe posobie* [Morphology and physiology of fish. Laboratory workshop: teaching aid]. Gorki, Izd-vo BGsKha, 2017. 114 p.

11. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. *Clinic Chemistry Acta*, 1961, no. 6, 538 p.

12. Filippovich Iu. B., Egorova T. A., Sevast'ianova G. A. *Praktikum po obshchei biokhimi* [Workshop on general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1975. 318 p.

13. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Clinic Chemistry Acta*, 1969, vol. 6, pp. 24-25.

14. Fishbach F. A., Dunning M. *Manual of laboratory diagnostic tests*. Lppincott Williams & Wilkins, 2004, vol. 14, pp. 1291.

15. Katmakov P. S., Gavrilenco V. P., Bushov A. V. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Iurait Publ., 2019. 177 p.



16. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 293 p.

17. Akhmedzhanova A., Evgrafova E., Fedorovykh Yu., Lagutkina L., Ponomarev S., Levina O. Bioindicators of homeostasis' constants of growing conditions of warm-water

aquaculture objects in the context of obtaining marketable products. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2021, no. 937, 175501315. DOI:10.1088/1755-1315/937/3/032032.

Статья поступила в редакцию 15.02.2022; одобрена после рецензирования 24.02.2022; принята к публикации 12.03.2022  
The article is submitted 15.02.2022; approved after reviewing 24.02.2022; accepted for publication 12.03.2022

### Информация об авторах / Information about the authors

**Алия Баймуратовна Ахмеджанова** – кандидат биологических наук; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства, ведущий инженер научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; aliyaakhmed14@gmail.com

**Aliya B. Akhmedzhanova** – Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; Leading Engineer of RL “Sturgeon Farming and Promising Objects of Aquaculture”; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; aliyaakhmed14@gmail.com

**Сергей Владимирович Пономарев** – доктор биологических наук, профессор; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; главный научный сотрудник кафедры ихтиологии и биологии; Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского; Москва, ул. Земляной вал, 73; ya.panama2011@yandex.ru

**Sergey V. Ponomarev** – Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; Head of RL “Sturgeon Farming and Promising Objects of Aquaculture”; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; Leading Researcher of Department of Ichthyology and Biology; K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management; Moscow, Zemlyanoy Val St., 73; ya.panama2011@yandex.ru

**Юлия Викторовна Федоровых** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; jaqua@yandex.ru

**Yulia V. Fedorovykh** – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fishery, Researcher of RL “Sturgeon Farming and Promising Objects of Aquaculture”; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; jaqua@yandex.ru

**Ольга Александровна Левина** – кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; levina90@inbox.ru

**Olga A. Levina** – Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fishery, Junior Researcher of RL “Sturgeon Farming and Promising Objects of Aquaculture”; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; levina90@inbox.ru

**Владислав Владимирович Вятчин** – аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; старший рыбовод; ООО АРК «Белуга»; Астрахань, ул. Нанайская, 23, vyatchin\_95@mail.ru

**Vladislav V. Vyatchin** – Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Fishery; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishchev St., 16; Senior fish breeder; LLC ARK “Beluga”; Astrakhan, Nanaiskaya St., 23; vyatchin\_95@mail.ru

**Евгений Александрович Дутиков** – аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; dut\_ea@mail.ru

**Evgeny A. Dutikov** – Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Fishery; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva St., 16; dut\_ea@mail.ru

