Khazykov Valery Alexandrovich, Chairman of the SPC «Tundutovo» (Russia, 359420, Republic of Kalmykia, Maloderbetovskiy district, the village of Tundutovo).

Информация об авторах

Варакин Александр Тихонович, профессор кафедры «Частная зоотехния» Волгоградского государственного аграрного университета (Россия, 400002, г. Волгоград, Университетский пр., д. 26); д. с.-х н., профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>; Email: varakinat58@mail.ru

Ряднов Алексей Анатольевич, профессор кафедры «Ветеринарно-санитарная экспертиза, заразные болезни и морфология» Волгоградского государственного аграрного университета (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.) доктор биологических наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6381-9353>; E-mail: radnov@mail.ru

Саломатин Виктор Васильевич, профессор кафедры «Частная зоотехния» Волгоградского государственного аграрного университета (Россия, 400002, г. Волгоград, Университетский пр., д. 26); доктор сельскохозяйственных наук, профессор; E-mail: zootexnia@mail.ru

Кулик Дмитрий Константинович, старший научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (Россия, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9); кандидат сельскохозяйственных наук; E-mail: galstuk107@yandex.ru

Муртазаева Ряшида Назировна, профессор кафедры «Менеджмент и логистика в АПК» Волгоградского государственного аграрного университета (Россия, 400002, г. Волгоград, Университетский пр., д. 26); доктор сельскохозяйственных наук, профессор; E-mail: rmurtazaeva@mail.ru

Хазыков Валерий Александрович, председатель СПК «Тундутово» (Россия, 359420, Республика Калмыкия, Малодербетовский район, село Тундутово).

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-22

FISH, WATER AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SIBERIAN STURGEON WHEN GROWING ON THE BASIS OF COMPOUND FEEDS WITH A PROTEIN CONCENTRATE FROM WHITE LUPINE

**D. A. Randelin¹, M. I. Slozhenkina^{2,3}, A. M. Ya. Elebyari Mohsen^{1,4},
E. S. Vorontsova^{1,3}, Yu. M. Batrakova¹**

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

²*Volgograd State Technical University, Volgograd*

³*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd*

⁴*National Institute of Oceanography and Fisheries, Hurghada, Egypt*

Received 02.07.2021

Submitted 07.09.2021

Summary

The paper presents the results of studies on the effect of replacing fish meal in mixed feeds with protein concentrate from white lupine and meat and bone meal in fractions of 25, 50 and 75% on the fish-breeding and biological indicators of Siberian sturgeon juveniles.

Abstract

Introduction. The main component of compound feeds for aquaculture facilities is fishmeal. But due to the fact that domestic producers of fishmeal do not meet the needs of industries for it, import supplies due to the high cost of this product increase the cost of final products, an important task is to find alternative raw materials with a high protein content. **Object.** The object of research is various doses of protein concentrate containing vegetable protein from white lupine and meat and bone meal. **Materials and methods.** The research was carried out on the basis of the fish farming of the Bykovskiy district of the Volgograd region. Four experimental groups of juveniles of the Siberian sturgeon species at the age of 1 year were formed. The control group of fish consumed standard mixed feed, and I, II and III experimental groups, respectively, mixed feed with the replacement of 25, 50 and 75% fish meal, protein concentrate from white lupine and meat and bone meal. **Results and conclusions.** The introduction of protein concentrate from white lupine and meat and bone meal into mixed feed for Siberian

sturgeon juveniles had a negative impact on fish-breeding and biological indicators, namely live weight, average daily gain, fatness, payment for feed products, as well as a number of hematological indicators. Thus, the young Siberian sturgeon of the control group after 6 months of observation had a live weight greater than the analogues of I, II and III experimental groups by 2.49, 6.09 and 10.24% and an average daily increase - by 2.85, 6.84 and 11.69%. In terms of fatness, the young of the control group exceeded the analogues of I, II and III experimental groups by 6.8; 10.3 and 10.5 points. For 1 kg of body weight gain, the young of the control group spent less feed than the analogues of I, II and III experimental groups by 1.5, 2.3 and 4.5%.

Key words: *Siberian sturgeon juveniles, compound feed, protein concentrate, fish-breeding and biological indicators.*

Citation. Randelin D.A., Slozhenkina M.I., El'byari Mokhsen A.M.Ya, Vorontsova E.S., Batrakova Yu.M. Fish, water and biological characteristics of the siberian sturgeon when growing on the basis of compound feeds with a protein concentrate from white lupine. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3(63). 218-226 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-22.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 639.3.07:639.3.043

РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИБИРСКОГО ОСЕТРА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ОСНОВЕ КОМБИКОРМОВ С БЕЛКОВЫМ КОНЦЕНТРАТОМ ИЗ БЕЛОГО ЛЮПИНА

Д. А. Ранделин¹, доктор биологических наук, профессор

М. И. Сложеникина^{2,3}, доктор биологических наук,
член-корреспондент РАН, профессор РАН

А. М. Я. Эльебери Мохсен^{1,4}, аспирант

Е. С. Воронцова^{1,3}, кандидат биологических наук

Ю. М. Батракова¹, аспирант

¹ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

²ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

³ГНУ Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия

⁴Национальный Институт океанографии и рыболовства, Хургада, Египет

Дата поступления в редакцию 02.07.2021

Дата принятия к печати 07.09.2021

Актуальность. Основным компонентом комбикормов для объектов аквакультуры служит рыбная мука. Но в связи с тем, что отечественные производители рыбной муки не обеспечивают потребности отрасли в полной мере, импортные поставки из-за высокой стоимости этого продукта повышают себестоимость конечной продукции, поэтому важной задачей является поиск альтернативного сырья с высоким содержанием протеина. **Объект.** Объектом исследований являются различные дозы белкового концентрата, содержащего растительный белок из белого люпина и мясокостную муку. **Материалы и методы.** Исследования проводились на базе рыбоводческого хозяйства Быковского района Волгоградской области. Были сформированы 4 опытные группы молоди вида сибирского осетра в возрасте 1 года. Контрольная группа рыб потребляла стандартный комбикорм, а I, II и III опытные группы соответственно комбикорм с заменой 25, 50 и 75 % рыбной муки белковым концентратом из белого люпина и мясокостной мукой. **Результаты и выводы.** Введение в комбикорм для молоди сибирского осетра белкового концентрата из белого люпина и мясокостной муки оказало отрицательное влияние на рыбоводно-биологические показатели, а именно живую массу, среднесуточный прирост, упитанность, оплату корма продукцией, а также ряд гематологических показателей. Так, молодь сибирского осетра контрольной группы после 6 месяцев наблюдений имела живую массу больше, чем аналоги I, II и III опытных групп на 2,49; 6,09 и 10,24 % и среднесуточный прирост – на

2,85; 6,84 и 11,69 %. По упитанности молодь контрольной группы превосходила аналогов I, II и III опытных групп на 6,8; 10,3 и 10,5 пункта. На 1 кг прироста массы тела молодь контрольной группы затрачивала корма меньше, чем аналоги I, II и III опытных групп на 1,5; 2,3 и 4,5 %.

Ключевые слова: молодь сибирского осетра, кормление осетров, белковые концентраты, рыбоводно-биологические показатели осетров.

Цитирование: Ранделин Д. А., Сложенкина М. И., Эльбеяри Мохсен А. М. Я., Воронцова Е. С., Батракова Ю. М. Рыбоводно-биологическая характеристика сибирского осетра при выращивании на основе комбикормов с белковым концентратом из белого люпина. *Известия НВ АУК*. 2021. 3(63). 218-226. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-22.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали участие в планировании, выполнении и анализе результатов исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии конфликтов интересов.

Введение. В последние годы интенсивное развитие в России и других странах получила аквакультура [7, 8, 11-13]. Однако имеется ряд факторов, сдерживающих этот процесс. Главным из них является слабая кормовая база. Основным компонентом комбикормов для объектов аквакультуры служит рыбная мука. Отечественные производители рыбной муки не обеспечивают потребности в ней отраслей [4, 5, 14]. Импортные поставки из-за высокой стоимости этого продукта повышают себестоимость конечной продукции аквакультуры и снижают рентабельность ее производства [2, 6].

В связи с этим перед учеными и специалистами стоит проблема поиска альтернативного сырья с высоким содержанием протеина. Одним из источников белка предлагается использование мясокостной муки, жмыхов, жиров, белковых концентратов бобовых культур [3, 4, 10].

Целью наших исследований было изучение эффективности использования в комбикормах осетровых рыб вместо рыбной муки различных доз белкового концентрата, содержащего растительный белок из белого люпина и мясокостную муку.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования были проведены на базе рыбоводческого хозяйства «ИП Калмыков» Быковского района Волгоградской области. Для проведения опыта на предприятии были сформированы 4 опытные группы молоди вида сибирского осетра в возрасте 1 года (рисунок 1).

Рисунок 1 – Схема проведения научно-хозяйственного опыта

Figure 1 – Scheme of scientific and economic experience

Контрольная группа рыб потребляла стандартный комбикорм, а I, II и III опытные группы соответственно комбикорм с заменой 25, 50 и 75 % рыбной муки белковым концентратом из белого люпина и мясокостной мукой.

Подопытное поголовье рыб кормили опытными партиями комбикормов, изготовленных в соответствии с нормами кормления осетровых видов рыб. В составе комбикормов присутствовали рыбная мука, пшеничная мука, мясокостная мука, растительный белковый концентрат из белого люпина.

При расчете рационов для подопытной молодежи использовали программу «КормОптим». Комбикорма для рыб были выработаны на комбикормовом заводе ООО «Фабрика белковых кормов» (г. Волгоград).

Подопытный молодняк получал корм четыре раза в сутки. Рацион корректировался ежемесячно, согласно результатам контрольного взвешивания.

Молодь рыб содержалась в садках площадью 10 м². Плотность посадки молодежи составляла 30 кг/м².

Садки были установлены на реке Волге. Глубина реки на месте установления садков составляла 5-7 м, скорость течения воды в реке варьировалась от 0,2 до 0,4 м в секунду.

В изучаемых комбикормах определяли сырой протеин, жир, клетчатку, углеводы, энергетическую ценность.

Питательную ценность кормов и добавок определяем по общепринятым методикам (Лебедев П. Т. и др., 1976; Аликаев В. А. и др., 1976).

Пищевую активность рыб изучали методом наблюдения за количеством схватываний и отверганий пищи.

Показатели продуктивности выращиваемых осетров оценивали по изменениям роста линейных и весовых значений рыб, коэффициенту упитанности и сохранности поголовья.

Для анализа динамики роста рыб проводили ежедекадные контрольные взвешивания, по результатам которых проводили расчет абсолютного, среднесуточного и относительного приростов.

Взвешивание, линейное измерение, а также расчёт коэффициента упитанности рыб проводили в соответствии с методами, предложенными И. Ф. Правдиным (1966).

Сохранность поголовья определяли по числу выжившей и павшей рыбы. Кровь у рыбы брали из хвостовой вены в пробирки с антикоагулянтом сразу после извлечения из воды.

Концентрацию гемоглобина в крови определяли фотометрически цианметгемоглобиновым методом с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли по общепринятому методу с использованием аппарата Панченкова.

Экономическую эффективность выращивания сибирского осетра рассчитывали по методике, предложенной МСХ СССР и ВАСХНИЛ (1983).

Биометрическую обработку данных проводили по методике Лакина (Лакин Г. Ф., 1990) и программы «Microsoft Office Excel». Достоверность различий между признаками определяли путем сопоставления с критерием по Стьюденту. При этом определяли три порога достоверности: *P>0,95; **P>0,99; ***P>0,999.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что при замене в комбикормах рыбной муки на белковый концентрат снижается интенсивность развития молодежи осетровых. Так, при практически равной постановочной живой массе рыб подопытных групп (122,6-123,5 г) при снятии с опыта масса осетров варьировала от 876,8 до 966,5 г (таблица 1).

При этом по мере увеличения массы белкового концентрата в комбикорме с 25 до 75 % снижалась интенсивность роста молоди.

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания сибирского осетра на изучаемых комбикормах

Table 1 – Fish-breeding and biological indicators of growing Siberian sturgeon on the studied compound feeds

Показатель / Indicator	Подопытные группы / Experimental groups			
	Контрольная / Control	Опытные / Experienced		
		I	II	III
Масса постановочная, г / Production weight, g	123,5±5,16	123,2±4,17	122,6±5,10	123,2±4,72
Масса съёмная, г / Removable weight, g	966,5±10,52	943,1±9,80	911,4±7,96	876,8±8,98
Абсолютный прирост массы, г / Absolute weight gain, g	843,0±10,60	819,9±9,84	788,8±8,10	753,6±9,08
Среднесуточный прирост массы, г / Average daily weight gain, g	4,68±0,07	4,55±0,09	4,38±0,09	4,19±0,05
Примеры длины туловища при постановке, см / Examples of the length of the trunk when setting, cm	37,42±1,52	37,28±1,47	37,40±1,49	37,44±1,51
Примеры длины туловища при снятии, см / Examples of the length of the trunk when removed, cm	48,81±1,85	47,63±1,81	46,88±1,86	46,76±1,87
Упитанность / Fatness	1,32	1,34	1,35	1,38
Кормовой коэффициент / Feed ratio	92,5	92,5	90,0	87,5

Средняя масса осетров I, II и III опытных групп в конце исследований была меньше, чем в контроле, соответственно на 23,4 г, или 2,42 %; 55,1 г, или 5,70 % ($P>0,95$) и 89,7 г, или 9,28 % ($P>0,99$). Абсолютный прирост массы осетров варьировал от 843,0 (контроль) до 753,6 г (III группа). Среднесуточный прирост молоди в контроль был выше, чем у аналогов I, II и III опытных групп соответственно на 2,86; 6,85 ($P>0,95$) и 11,70 % ($P>0,99$).

О более высокой степени развития молоди контрольной группы свидетельствуют и промеры длины их туловища. Так, длина туловища при снятии с опыта осетров контрольной группы была больше, чем у аналогов, потреблявших белковый концентрат, соответственно на 1,18 см, или 2,48 %; 1,93 см, или 4,12 % и 2,05 см, или 4,38 %.

Показатель упитанности осетров также снижается по мере увеличения доли белкового концентрата в комбикорме с 25 до 75 %. Так показатель упитанности рыб в контроле составил 112,1, что выше, чем у аналогов I, II и III групп на 6,8; 10,3 и 10,5 единиц.

У молоди, потребляемой белковый концентрат, повысились затраты корма на единицу продукции соответственно на 0,2; 0,3 и 0,6 ед. Отмечено снижение в опытных группах выживаемости рыб с 92,5 до 87,5 %.

Таким образом, замена рыбной муки на белковый концентрат в комбикорме для рыб, способствовала снижению отдельных рыбоводно-биологических показателей.

Следует отметить, что показатели продуктивности животных, в том числе и рыб тесно взаимосвязаны с их гематологическим составом.

В процессе изучения влияния на гематологический состав подопытной молоди рыб частичного замещения в комбикормах рыбной муки белковым концентратом из растительного сырья в комплексе с мясокостной мукой была исследована динамика морфологических и биохимических показателей её крови (таблица 2).

Таблица 2 – Гематологические показатели подопытной молоди

Table 2 – Hematological parameters of experimental juveniles

Показатель / Indicator	Контрольная / Control	I опытная / I experienced	II опытная / II experienced	III опытная / III experienced
Глюкоза / Glucose	110,63±2,01	112,40±2,61	116,71±2,20	117,38±1,94
Общий белок, г/л / Total protein, g/l	31,85±1,26	30,27±1,03	27,12±1,32	25,15±1,54
Эритроциты, 10 ¹² /л / Red blood cells, 10 ¹² /l	0,627±0,07	0,604±0,04	0,581±0,05	0,560±1,54
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	59,21±0,21	58,54±0,25	56,22±0,23	55,71±0,21
Холестерин, ммоль/г / Cholesterol, mmol/g	2,90±0,08	2,98±0,05	3,26±0,06	3,49±0,08
СОЭ, мм/г / ESR, mm/g	2,45±0,21	2,31±0,19	2,25±0,22	2,18±0,20
Лейкоциты, 10 ⁹ /л в т.ч.: / White blood cells, 10 ⁹ /l including:	38,74±1,95	38,10±2,01	37,46±1,75	37,23±16,6
Нейтрофилы, % / Neutrophils, %	23,94±0,84	24,11±0,72	21,76±0,65	21,19±0,97
Эозинофилы, % / Eosinophils, %	5,61±0,31	5,38±0,20	5,47±0,36	5,26±0,29
Моноциты, % / Monocytes, %	4,36±0,29	4,41±0,18	4,68±0,22	5,08±0,36
Лимфоциты, % / Lymphocytes, %	66,09±1,25	66,10±0,96	68,09±1,10	68,47±0,88

Одним из важных факторов, характеризующих физиологическое состояние рыб, является белковая картина крови. Высокое содержание белка в сыворотке крови рыб в пределах установленных норм является благоприятным признаком. Значительное снижение содержания белка связано с потерей жизнестойкости и может сопровождаться гибелью рыбы [1, 4, 9].

Содержание общего сывороточного белка у рыб контрольной группы было выше по сравнению с аналогами из опытных групп, что может свидетельствовать о более интенсивном процессе белкового обмена в их организме.

Молодь I, II и III опытных групп по содержанию белка в сыворотке крови уступала по сравнению с контролем, соответственно на 5,03; 14,80 (P>0,95) и 21,7 % (P>0,95) и по концентрации гемоглобина на 1,20; 5,10 (P>0,59) и 6,88 % (P>0,99).

Важным информативным биохимическим показателем физиологического состояния рыб служит количество глюкозы (сахара) в их крови. Результаты исследований свидетельствуют, что содержание глюкозы в крови молоди опытной группы находится в пределах нормы 110,6-117,3 мг/л. При этом более высокое ее содержание при недостоверной и низко достоверной разнице установлено у рыб, потреблявших белковый концентрат из белого люпина и мясокостной муки. Различия в пользу молоди I, II и III опытных групп в сравнении с контролем составили соответственно 1,60; 5,50 (P>0,95) и 6,10 % (P>0,95).

Результаты проведенных анализов показали, что в крови рыб опытных групп в сравнении с контролем, повысилось содержание холестерина на 2,76; 12,4 (P>0,95) и 20,34 % (P>0,99).

По мнению ряда ученых, такое наблюдается при недостатке в рационе рыб протеина. Наиболее высокое содержание холестерина отмечалось в крови молоди III группы, в рацион которой вводился белковый концентрат в количестве 75 %.

Показатель скорости оседания эритроцитов (СОЭ) варьировал по группе в пределах ошибки выборки.

При этом замена в комбикорме молоди рыбной муки белковым концентратом оказала негативное влияние на содержание в их крови эритроцитов. Так, в крови осетров I, II и III опытных групп содержание эритроцитов снизилось соответственно на 3,67; 7,34 ($P>0,99$) и 10,69 % ($P>0,99$).

Снижение в крови молоди концентрации эритроцитов повлияло на содержание гемоглобина. Снижение содержания гемоглобина в крови рыб опытных групп, в сравнении с контролем составило 1,13; 5,05 ($P>0,99$) и 5,92 % ($P>0,999$).

Следует отметить, что по группам подопытной молоди отмечены различия по содержанию в крови лейкоцитов и лейкоцитарной картины в целом. Так, лейкоцитов в крови осетровых контрольной группы содержалось больше, чем в опытных, соответственно на 1,68; 3,42 и 4,05 % при недостоверной разнице. При этом концентрация нейтрофилов была выше в крови молоди I опытной группы в сравнении с контролем на 0,71 % и аналогами II и III опытных групп – на 10,80 ($P>0,95$) и 13,78 % ($P>0,95$). Однако в связи с более низкой стоимостью белкового концентрата экономический эффект выращивания осетров был выше в I опытной группе.

Выводы. Таким образом, введение в комбикорм для молоди сибирского осетра белкового концентрата из белого люпина и мясокостной муки оказало отрицательное влияние на рыбоводно-биологические показатели, а именно живую массу, среднесуточный прирост, упитанность, оплату корма продукции, а также на ряд гематологических показателей. Так, молодь сибирского осетра контрольной группы после 6 месяцев наблюдений имела живую массу больше, чем аналоги I, II и III опытных групп, на 2,49; 6,09 и 10,24 % и среднесуточный прирост – на 2,85; 6,84 и 11,69 %. По упитанности молодь контрольной группы превосходила аналогов I, II и III опытных групп на 6,8; 10,3 и 10,5 пункта. На 1 кг прироста массы тела молодь контрольной группы затрачивала корма меньше, чем аналоги I, II и III опытных групп на 1,5; 2,3 и 4,5 %. При этом все гематологические показатели варьировали по группам в пределах физиологических норм.

Библиографический список

1. Высокоэффективные комбикорма – основа повышения рыбопродуктивности / А. А. Васильев [и др.]. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, 2020. 240 с.
2. Комплексная добавка на основе муки из ракообразных в комбикормах для осетровых рыб / А. А. Бахарева [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 66-73.
3. Кошак Ж. В., Рукшан Л. В., Гадлевская Н. Н. Влияние продолжительности хранения экструдированного комбикорма для осетровых рыб на его качество // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. 2018. № 2(25). С. 59-64.
4. Особенности выращивания ремонтно-маточного стада осетровых рыб с применением нового высокоэффективного преднерестового комбикорма / А. А. Бахарева [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21. № 2-2 (88). С. 169-174.
5. Технологии производства кормов для аквакультуры / Л. Ю. Коноваленко [и др.]. Москва: Росинформгрупп, 2020. 80 с.
6. Эффективность использования белкового концентрата из белого люпина в комплексе с мясокостной мукой в комбикормах при выращивании молоди сибирского осетра / С. И. Николаев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4 (56). С. 146-152.
7. Amvrosov D. Y., Rachev E. I. Cultivation of triple hybrids of Russian, Siberian, and Amur sturgeons at a warm-water fish farm // Russian Journal of Marine Biology. 2020. № 46 (7). P. 600-610.

8. Effects of insect diets on the gastrointestinal tract health and growth performance of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* brandt, 1869) / A. Józefiak [et al.] // BMC Veterinary Research. 2019. V. 15(1).
9. Effects of early long-chain n-3HUFA programming on growth, antioxidant response and lipid metabolism of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) / Lin Luo [et al.] // Aquaculture. 2019. V. 509. P. 96-103.
10. Effect of the extract of lemon verbena (*Aloysia citrodora*) on the growth performance, digestive enzyme activities, and immune-related genes in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) / Milad Adel [et al.] // Aquaculture. 2021. V. 541. 736797.
11. Effects of the supplementation of vitamin D3 on the growth and vitamin D metabolites in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) / L. Wang [et al.] // Fish Physiology and Biochemistry. 2017. V. 43 (3). P. 901-909.
12. Gorjipour E. Effects of water type (river and well) on hematological parameters in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) // Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2014. V. 9 (4). P. 213-220.
13. Jafari N., Falahatkar B. Growth performance and physiological changes of holding juvenile Siberian sturgeon at different sizes in rearing units // Aquaculture Research. 2019. V. 50 (3). P. 699-706.
14. Supplementation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) diet with barberry (*Berberis vulgaris*) fruit extract: Growth performance, hemato-biochemical parameters, digestive enzyme activity, and growth-related gene expression / Farshad Ramezani [et al.] // Aquaculture. 2021. V. 540. 736750.

Conclusions. Thus, the introduction of protein concentrate from white lupine and meat and bone meal into mixed feed for Siberian sturgeon juveniles had a negative impact on fish-breeding and biological indicators, namely live weight, average daily gain, fatness, payment for feed products, as well as a number of hematological indicators. Thus, the young Siberian sturgeon of the control group after 6 months of observation had a live weight greater than the analogues of the I, II and III experimental groups by 2.49, 6.09 and 10.24% and an average daily increase - by 2.85, 6.84 and 11.69%. In terms of fatness, the young of the control group exceeded the analogues of the I, II and III experimental groups by 6.8; 10.3 and 10.5 points. For 1 kg of body weight gain, the young of the control group spent less feed than the analogues of the I, II and III experimental groups by 1.5, 2.3 and 4.5%. At the same time, all hematological parameters varied by groups within the physiological norms.

References

1. Vysokojeffektivnye kombikorma - osnova povysheniya ryboproduktivnosti / A. A. Vasil'ev [i dr.]. Saratov: Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. N. I. Vavilova, 2020. 240 p.
2. Kompleksnaya dobavka na osnove muki iz rakoobraznyh v kombikormah dlya osetrovyyh ryb / A. A. Bahareva [i dr.] // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo. 2019. № 3. P. 66-73.
3. Koshak Zh. V., Rukshan L. V., Gadlevskaya N. N. Vliyanie prodolzhitel'nosti hraneniya jekstrudirovannogo kombikorma dlya osetrovyyh ryb na ego kachestvo // Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stviya. 2018. № 2(25). P. 59-64.
4. Osobennosti vyraschivaniya remontno-matochnogo stada osetrovyyh ryb s primeneniem novogo vysokojffektivnogo prednerestovogo kombikorma / A. A. Bahareva [i dr.] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2019. T. 21. № 2-2 (88). P. 169-174.
5. Tehnologii proizvodstva kormov dlya akvakul'tury / L. Yu. Konovalenko [i dr.]. Moskva: Rosinformagroteh, 2020. 80 p.
6. Jekktivnost' ispol'zovaniya belkovogo koncentrata iz belogo lyupina v komplekse s myasokostnoj mukoj v kombikormah pri vyraschivanii molodi sibirskogo osetra / S. I. Nikolaev [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 4 (56). P. 146-152.
7. Amvrosov D. Y., Rachev E. I. Cultivation of triple hybrids of Russian, Siberian, and Amur sturgeons at a warm-water fish farm // Russian Journal of Marine Biology. 2020. № 46 (7). P. 600-610.
8. Effects of insect diets on the gastrointestinal tract health and growth performance of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* brandt, 1869) / A. Józefiak [et al.] // BMC Veterinary Research. 2019. V. 15(1).

9. Effects of early long-chain n-3HUFA programming on growth, antioxidant response and lipid metabolism of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) / Lin Luo [et al.] // *Aquaculture*. 2019. V. 509. P. 96-103.

10. Effect of the extract of lemon verbena (*Aloysia citrodora*) on the growth performance, digestive enzyme activities, and immune-related genes in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) / Milad Adel [et al.] // *Aquaculture*. 2021. V. 541. 736797.

11. Effects of the supplementation of vitamin D3 on the growth and vitamin D metabolites in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) / L. Wang [et al.] // *Fish Physiology and Biochemistry*. 2017. V. 43 (3). P. 901-909.

12. Gorjipour E. Effects of water type (river and well) on hematological parameters in juvenile siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) // *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 2014. V. 9 (4). P. 213-220.

13. Jafari N., Falahatkar B. Growth performance and physiological changes of holding juvenile siberian sturgeon at different sizes in rearing units // *Aquaculture Research*. 2019. V. 50 (3). P. 699-706.

14. Supplementation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) diet with barberry (*Berberis vulgaris*) fruit extract: Growth performance, hemato-biochemical parameters, digestive enzyme activity, and growth-related gene expression / Farshad Ramezani [et al.] // *Aquaculture*. 2021. V. 540. 736750.

Author's Information

Randelin Dmitry Aleksandrovich - Head of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Volgograd State Agrarian University (26 University Avenue, Volgograd, 400002, Russia), Doctor of Biological Sciences. E-mail: randelin_dm@mail.ru.

Slozhenkina Marina Ivanovna - Corresponding Member of RAS, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (6 Rokossovsky St., Volgograd, 400131, Russia), tel. (8442) 39-10-48, 39-11-01, 37-38-09; Professor of the Department "Food Production Technologies" of the Volgograd State Technical University (28 V. I. Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>. E-mail: slozhenkina@mail.ru.

El'byari Mokhsen A.M.Ya - Assistant Teacher, National Institute of Oceanography and Fisheries, Hurghada, Egypt (Egypt, Hurghada, Alahia region, Niof 102 home), postgraduate student of Volgograd State Agrarian University (26 University Avenue, Volgograd, 400002, Russia).

Vorontsova Elena Sergeevna - Candidate of Biological Sciences, Volga Research Institute of Manufacture and Processing of Meat and Dairy Production (6 Rokossovsky Str., Volgograd, 400131, Russia); Volgograd State Agrarian University (26 University Ave., Volgograd, 400002, Russia).

Batrakova Yulia Mikhailovna - Graduate Student, Volgograd State Agrarian University (26 University Avenue, Volgograd, 400002, Russia).

Информация об авторах

Ранделин Дмитрий Александрович - заведующий кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура» Волгоградского государственного аграрного университета (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), доктор биологических наук
E-mail: randelin_dm@mail.ru.

Сложенкина Марина Ивановна - член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, директор ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (РФ, 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6), тел.: (8442) 39-10-48, 39-11-01, 37-38-09; профессор кафедры «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета (400005, Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>. E-mail: niimmp@mail.ru.

Эльбяри Мохсен А.М.Я. - ассистент-преподаватель, Национальный институт океанографии и рыболовства, Хургада, Египет (Египет, Хургада, регион Алахия, Niof 102 home); аспирант Волгоградского государственного аграрного университета (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Воронцова Елена Сергеевна - кандидат биологических наук, ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (РФ, 400131, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6); Волгоградский государственный аграрный университет (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).

Батракова Юлия Михайловна – аспирант Волгоградского государственного аграрного университета (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26).