

Водные биоресурсы и среда обитания
2023, том 6, номер 2, с. 51–59
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
doi: 10.47921/2619-1024_2023_6_2_51
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2023, vol. 6, no. 2, pp. 51–59
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
doi: 10.47921/2619-1024_2023_6_2_51
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 639.3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОРМОВ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СЫВОРОТКИ КРОВИ *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WALBAUM, 1792)

© 2023 И. Р. Селиванова, Т. П. Хайрулина, И. А. Глебова,
Н. А. Головачева, А. Н. Шиллерова

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского»
(Первый казачий университет), Москва 119049, Россия
E-mail: TPKh82@yandex.ru

Аннотация. Главными причинами снижения эффективности кормления являются несбалансированность рационов и низкое качество кормов, ведущее к их неразумному расходу и скоплению остатков, что влечет за собой ухудшение гидрохимического режима. Цель данных исследований заключалась в сравнительном анализе двух видов кормов в аспекте их безопасного использования в кормлении *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) и влияния на показатели качества воды. На представителях семейства радужной форели в УЗВ Центра аквакультуры МГУТУ им. К.Г. Разумовского в период 2021–2022 гг. проводилось исследование по изучению кормов CRYSTAL (протеина 42,65 %) производства Alltech Coppens и Basic PL 45/20 A50 (протеина 45,81 %) производства БНБК (Белорусская национальная биотехнологическая корпорация). В эксперименте участвовало 6 групп: 3 опытные группы находились на кормлении Alltech Coppens CRYSTAL, а другие 3 — на кормлении комбикормом БНБК Basic PL. В эксперименте определяли биохимические показатели сыворотки крови у форели, у которой забирали кровь из хвостовой вены, и гидрохимические показатели воды с применением стандартных методик. Выстроилась четкая зависимость между белком в сыворотке крови *Oncorhynchus mykiss* и содержанием протеина в кормах. Гидрохимические показатели УЗВ в экспериментальный период были в пределах нормы, за исключением железа, которое присутствовало в воде и до начала эксперимента и не оказало отрицательного влияния на здоровье рыбы.

Ключевые слова: корм, аквакультура, радужная форель, биохимия крови, *Oncorhynchus mykiss*, лососевые, рыба, экобезопасность

**COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF FISH FEEDS BASED ON
THE BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *ONCORHYNCHUS MYKISS*
(WALBAUM, 1792) BLOOD SERUM**

**I. R. Selivanova, T. P. Khayrulina, I. A. Glebova,
N. A. Golovacheva, A. N. Shillerova**

*FSBEI HE "K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management"
(First Cossack University), Moscow 119049, Russia
E-mail: TPKh82@yandex.ru*

Abstract. The main reasons for the decrease in feeding efficiency are dietary inadequacy and poor quality of the feed, which leads to its suboptimal consumption and accumulation of residue, which, in turn, results in deterioration of the hydrochemical regime. This study presents the comparative analysis of two fish feeds in terms of their safe use for *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) feeding and their impact on water quality. The investigation was conducted on the rainbow trout individuals in the recirculating aquaculture system at the Aquaculture Center of the K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management in 2021–2020 and involved the comparison of the feeds CRYSTAL (protein content 42.65 %) produced by Alltech Coppens and Basic PL 45/20 A50 (protein content 45.81 %) produced by BNBC (Belarusian National Biotechnology Corporation). Six test groups were included in the experiment: three groups were fed with Alltech Coppens CRYSTAL and the other three groups were fed with BNBC Basic PL compound feed. The biochemical characteristics of the rainbow trout blood serum have been identified using the blood taken from a caudal vein, and the hydrochemical characteristics of the water have been identified using standard procedures. A distinct relationship between the protein content in *Oncorhynchus mykiss* blood serum and protein content in the feeds has been found. The hydrochemical characteristics of the water in the recirculating aquaculture system over the course of the experiment remained within the normal range, with exception of iron that had been present before the experiment and did not have an adverse effect on the fish's health.

Keywords: feed, aquaculture, rainbow trout, blood biochemistry, *Oncorhynchus mykiss*, salmonids, fish, ecological safety

ВВЕДЕНИЕ

Несбалансированность рационов кормления является одной из главных причин, ведущих к снижению поедания корма рыбой и скоплению его остатков на дне, что, в свою очередь, приводит к ухудшению гидрохимического режима [1, 2].

Промышленное производство рыбы в регулируемых условиях всегда требует внимания к процессу кормления и использования полноценного корма для особей любых возрастов, в т. ч. при разведении и выращивании [3–5].

Кормление при выращивании товарной рыбы — один из важнейших технологических процессов, поскольку от него зависят физиологическое состояние рыбы, экологические показатели среды и экономическая эффективность производства [6–8]. На физиологию и биохимические показатели крови лососевых рыб влияют как условия содержания, так и качество кормов, количество в них протеина, жира и других нутриентов [9–11]. По

этой причине необходимы углубленные познания о составе натуральных кормов и содержании в них питательных веществ.

В ходе экспериментальной работы проводилось сравнение двух кормов — производства БНБК (Белорусской национальной биотехнологической корпорации) и Alltech Coppens — и их влияние на биохимию крови *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в период с 2021 по 2022 г. на представителях семейства радужной форели в УЗВ Центра аквакультуры МГУТУ им. К.Г. Разумовского. Целью научного исследования было оценить влияние промышленных кормов на биохимические показатели крови радужной форели и на гидрохимические показатели среды в бассейнах УЗВ, где содержится форель.

В эксперименте участвовало 6 групп: 3 опытные группы находились на кормлении кормом CRYSTAL (протеина 42,65 %) производства Alltech Correns, а другие 3 опытные группы — на кормлении комбикормом Basic PL 45/20 A50 (протеина 45,81 %) производства БНБК (Белорусской национальной биотехнологической корпорации). В каждой группе в бассейне УЗВ на 600 литров с внешним биофильтром Sicce Whale 120 с пропускной способностью 540 л/ч содержалось по 5 особей радужной форели *Oncorhynchus mykiss*. Всего в эксперименте было задействовано 30 рыб. Группы в бассейнах были составлены из рыб возрастом 11 месяцев с одинаковыми морфометрическими характеристиками (вес и размер). Продолжительность исследований опытной группы составила 30 дней.

В опытных группах ежедневно измерялась температура и производился расчет нормы кормления с учетом температуры и биомассы; кормление осуществлялось в соответствии с рекомендациями на этикетках кормов Alltech Correns и БНБК. В

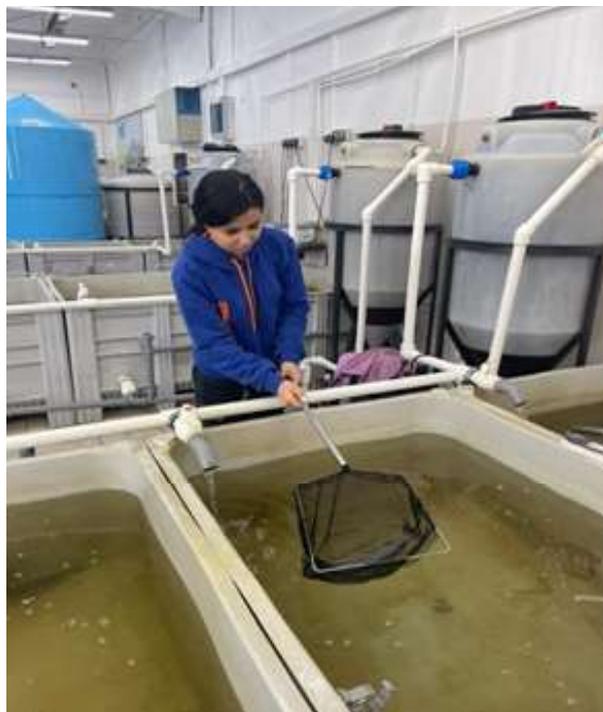
течение эксперимента ежедневно проводился мониторинг гидрохимического состава воды, регистрировались морфометрические характеристики рыбы и измерялись параметры биохимических показателей крови *Oncorhynchus mykiss* в начале и в конце опытного периода (рис. 1).

Гидрохимические исследования параметров среды измеряли экспресс-тестами SERA в соответствии с инструкцией разработчика по следующим параметрам: растворенный кислород (O_2), pH, аммонийный азот (NH_4), нитриты (NO_2), нитраты (NO_3) и железо (Fe).

Биохимические исследования сыворотки крови *Oncorhynchus mykiss* проводились в ветеринарной лаборатории по следующим показателям: АСТ, АЛТ, креатинин, мочевины, общий белок, альбумины, щелочная фосфатаза, глюкоза. Кровь забирала из хвостовой вены одноразовым стерильным шприцом, затем помещали в стерильные пробирки и отдавали в ветеринарную лабораторию для определения биохимических показателей ее сыворотки (рис. 2).



а



б

Рис. 1. Содержание *Oncorhynchus mykiss* в бассейнах УЗВ на факультете биотехнологий и рыбного хозяйства в МГУТУ им. К.Г. Разумовского

Fig. 1. Living environment of *Oncorhynchus mykiss* in the RAS tanks at the Faculty of Biotechnology and Fisheries in the MSUTM named after K.G. Razumovsky



Рис. 2. Взятие пробы крови из хвостовой вены у *Oncorhynchus mykiss*
Fig. 2. Taking a blood sample from the caudal vein in *Oncorhynchus mykiss*

Математическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с применением программы Microsoft Excel (доверительная вероятность $P > 0,99$ при биохимических исследованиях сыворотки крови и $P < 0,05$ при гидрохимических исследованиях) с использованием критерия t-Стьюдента для одной выборки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе эксперимента регулярно проводился анализ гидрохимических показателей, осуществлявшийся с применением стандартных методик; его результаты представлены в табл. 1.

Согласно данным, представленным в табл. 1, гидрохимические показатели среды в течение 30 дней менялись по мере накопления биогенов.

Анализ полученных экспериментальных данных по гидрохимическим показателям воды проводился по следующим параметрам: растворенный кислород, рН, аммонийный азот, нитриты, нитраты и железо. По некоторым показателям было отмечено увеличение значений по сравнению с первым днем кормления — кроме растворенного кислорода.

Так, в ходе исследований был отмечен рост аммонийного азота на 15-й и 30-й дни кормления кормом БНБК по сравнению со значениями в первый день кормления; значения оставались в

пределах показателей нормы, но дальнейшее их повышение может привести к возникновению необратимых изменений жаберных лепестков, что способно существенно сократить продолжительность жизни рыб. При кормлении кормом Alltech Coppens на 15-й день наблюдали увеличение данного показателя, а на 30-й день кормления была отмечена его обратная зависимость. Также отмечено увеличение содержания нитритов и нитратов.

Гидрохимические показатели УЗВ в экспериментальный период находились в пределах нормы, за исключением железа, которое присутствовало в воде и до начала эксперимента. Таким образом, можно сделать вывод, что кормление кормами БНБК и Alltech Coppens не сказалось отрицательно на гидрохимических показателях воды; они оставались в пределах технологической нормы и не влияли на здоровье и состояние рыбы в эксперименте.

В ходе биохимического исследования было установлено, что в опытной группе на кормлении БНБК Basic PL показатели содержания общего белка и его фракций в сыворотке крови были на 25,2 % выше, чем у *Oncorhynchus mykiss*, находящейся на кормлении Alltech Coppens CRYSTAL (рис. 3).

Исследование показателя билирубин общий на 30-й день кормления показало снижение по

Таблица 1. Влияние кормов БНБК и Alltech Coppens на гидрохимические показатели воды**Table 1.** Effect of BNBC and Alltech Coppens feeds on the hydrochemical characteristics of water

Исследование Study	Ед. изм. Units of measurement	БНБК BNBC			Alltech Coppens			Норма Standard values	
		1-й день 1 st day	15-й день 15 th day	30-й день 30 th day	1-й день 1 st day	15-й день 15 th day	30-й день 30 th day	ОСТ [11] Industry standard [11]	Тех. норма [9] Technology standard [9]
Объем бассейна Tank volume	л / L	600	600	600	600	600	600		
Температура Temperature	°C	15	17	18	15	18	18	не более 20 no more than 20	
Гидрохимия воды / Hydrochemical regime									
Растворенный кислород Dissolved oxygen	мг/л mg/L	13,1	13,2	13,4	13,1	11,6	12,1	7–11	7–11
рН	рН	7,7	7,9	7,8	7,7	8,0	7,9	7–8	7–8
Аммонийный азот в связи с рН Ammonium nitrogen as related to рН	мг/л mg/L	0,44	0,65	0,7	0,44	0,71	0,69	до / up to 0,5	до / up to 0,75
Нитриты Nitrites	мг/л mg/L	0,02	0,18	0,25	0,02	0,19	0,24	до / up to 0,08	до / up to 2,5
Нитраты Nitrates	мг/л mg/L	37,00	39,14	43,3	37,00	35,25	44,1	до / up to 40	до / up to 60
Железо Iron	мг/л mg/L	0,50	0,27	0,21	0,50	0,44	0,38	до / up to 0,1	до / up to 0,1

сравнению с первым днем на 55 % при кормлении БНБК Basic PL и на 21 % при кормлении Alltech Coppens CRYSTAL.

Биохимические показатели сыворотки крови у особей *Oncorhynchus mykiss*, принимающих участие в эксперименте, были в пределах физиологической нормы [7] для данного вида (табл. 2).

На основе экспериментальных данных, представленных в табл. 2, было установлено, что кормление *Oncorhynchus mykiss* кормами БНБК и Alltech Coppens привело к некоторым изменениям биохимических показателей крови.

В отношении такого показателя, как глюкоза, данные противоположны. При кормлении кормом

БНБК на 30-й день отмечалось небольшое снижение данного показателя в 1,3 раза по сравнению с 1-м днем, однако показатель находился в пределах нормы, чего не было отмечено в исследованиях в первый день кормления. При кормлении кормом Alltech Coppens отмечен рост данного показателя на 30-й день в 1,3 раза по сравнению с первым днем кормления. Повышение уровня глюкозы более нормы (2,7 ммоль/л) могло произойти по причине стресса, возникшего при вылове рыбы из бассейна УЗВ и взятии крови.

Также у исследованных особей на 30-й день кормления кормами БНБК и Alltech Coppens наблюдался рост мочевины в 1,6 раза по сравнению с

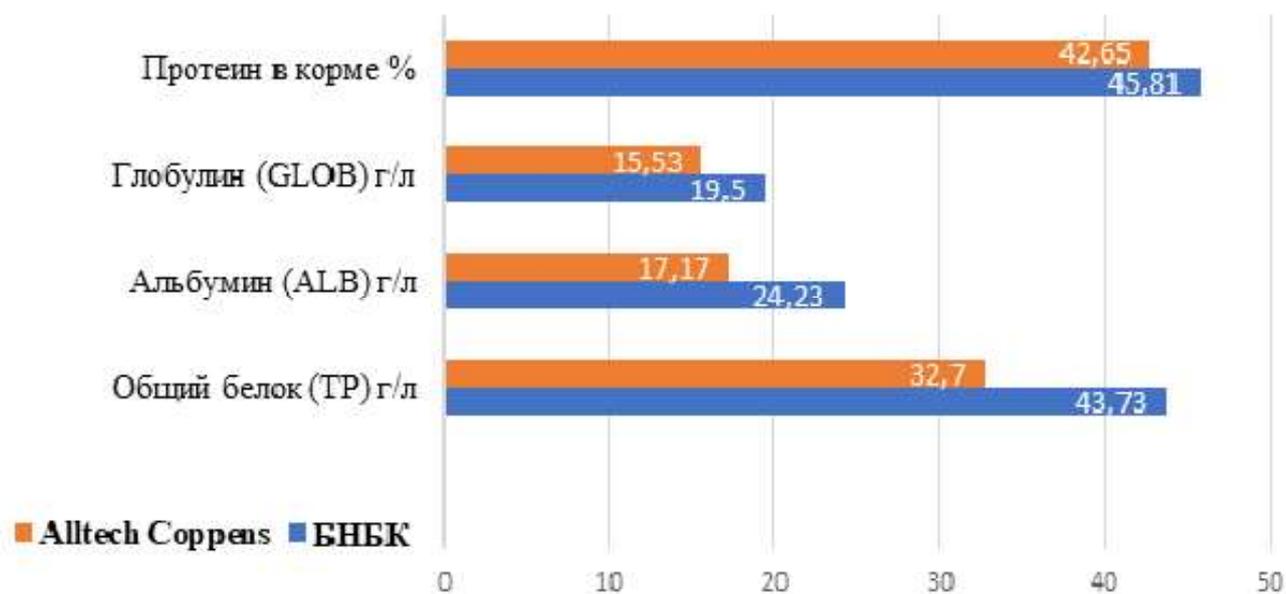


Рис. 3. Общий белок и его фракции в сыворотке крови

Fig. 3. Total protein and its fractions in the blood serum

Таблица 2. Влияние кормов БНБК и Alltech Coppens на биохимические показатели крови форели на 1-й и 30-й день эксперимента

Table 2. Effect of BNBC and Alltech Coppens feeds on the biochemical characteristics of the rainbow trout blood on the 1st and 30th day of the experiment

Исследование Study		БНБК BNBC		Alltech Coppens		Норма Standard values [7]
		1-й день 1 st day	30-й день 30 th day	1-й день 1 st day	30-й день 30 th day	
1	2	3	4	5	6	7
Билирубин общий Total bilirubin (BILT)	мкмоль/л μmol/L	2,57±0,15	1,65±0,94	2,50±0,16	2,07±0,18	3,39–5,78
АСТ Aspartate aminotransferase (AST)	ед./л units/L	340,47±18,02	319,37±90,2	346,90±28,62	268,07±76,42	235–713
АЛТ Alanine aminotransferase (ALT)	ед./л units/L	19,53±0,55	34,73±8,67	19,20±0,37	30,58±6,06	8–21
Мочевина Urea (UREA)	ммоль/л mmol/L	1,67±0,06	2,60±0,09	1,67±0,05	2,69±0,65	0,56–2,82
Креатинин Creatinine (CREA)	мкмоль/л μmol/L	42,33±1,53	61,23±7,65	42,00±2,16	45,84±5,81	22,10–66,19

Таблица 2 (окончание)

Table 2 (finished)

1	2	3	4	5	6	7
Общий белок Total protein (TP)	г/л g/L	35,33±1,49	43,73±0,95	31,67±2,49	32,70±9,84	30–39
Альбумин Albumin (ALB)	г/л g/L	16,13±0,4	24,23±1,65	17,20±0,64	17,17±4,61	12–16
Щелочная фосфатаза Alkaline phosphatase (ALP)	ед./л units/L	145,67±6,11	68,67±6,13	131,00±23,37	59,67±42,21	6–205
Глюкоза Glucose (GLUE)	ммоль/л mmol/L	3,01±0,58	2,29±0,19	3,19±0,14	4,04±1,24	1,92–2,70
Глобулин Globulin (GLOB)	г/л g/L	17,10±0,30	19,5±0,71	17,37±0,	15,53±5,34	17–24

первым днем кормления, но даже при увеличении данного показателя числовые значения не превышали числовых показателей нормы.

По результатам анализа динамики изменений биохимических показателей сыворотки крови радужной форели при кормлении опытными кормами была установлена зависимость уровня общего белка в сыворотке крови от уровня протеина в корме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного эксперимента было отмечено незначительное, в пределах нормы, повышение гидрохимических показателей воды, связанное с естественными процессами жизнедеятельности рыбы в УЗВ.

На основе полученных данных была установлена зависимость между белком в сыворотке крови *Oncorhynchus mykiss* и содержанием протеина в кормах. Изменения показателей содержания билирубина и глюкозы в крови у рыб, принимающих участие в эксперименте, были в пределах физиологической нормы для форели и не сказывались отрицательно на их состоянии. За исключением показателя мочевины, показатели незначительно превышали норму на 30-й день эксперимента, что было связано с накоплением азота в УЗВ и легко

корректируется изменением работы биофильтра и, как следствие, регулированием гидрохимических параметров по аммонийному азоту, нитратам и нитритам. Исходя из результатов, полученных в ходе изучения влияния двух кормов на биохимические показатели крови рыб и гидрохимические показатели воды, можно отметить, что использование комбикорма производства БНБК (Белоруссия) является перспективным решением для аквакультуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамыгин Е.А. Проблема кормов и кормопроизводства для рыб: состояние и задачи // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. 2001. Т. 3, вып. 77. С. 81–82.
2. Соколов А.В., Дворянинова О.П. Оценка эффективности производственного корма для радужной форели // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2019. № 3. С. 53–62. doi: 10.24411/2311-6447-2019-10007.
3. Технологии использования кормов и кормовых добавок в аквакультуре / Под ред. А.Л. Никифорова-Никишина. М.: Изд-во Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ТД ДеЛи, 2019. 154 с.
4. Козлов В.И., Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура. М.: Изд-во Московского

- государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, 2004. 433 с.
5. Ранделин Д.А., Агапова В.Н., Кравченко Ю.В., Агапов С.Ю. Показатели роста и развития радужной форели при скормливании кормовой добавки «Бета-Флора» // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 230–237. doi: 10.32786/2071-9485-2022-02-29.
 6. Скляр В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 150 с.
 7. Nabi N., Ahmed I., Wani G.B. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells // Saudi Journal of Biological Sciences. 2022. Vol. 29, issue 4. Pp. 2942–2957. doi: 10.1016/j.sjbs.2022.01.019.
 8. Бучнева А.В., Селиванова И.Р. Экология питания атлантического лосося. Нутриентный состав естественной кормовой базы // Актуальные вопросы зоологии, экологии и охраны природы : матер. Нац. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию организации кафедры зоологии, экологии и охраны природы имени А.Г. Банникова МГАВМиБ-МВА имени К.И. Скрябина (г. Москва, 6 декабря 2021 г.) / Под ред. В.А. Остапенко, А.М. Коновалова. М.: ЗооВетКнига, 2022. Вып. 4. С. 36–41.
 9. Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство. Ч. 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами : учеб. пособие. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского государственного технического университета, 2008. 186 с.
 10. Щербаков Ю.С., Тыщенко В.И. Биометрические показатели роста и развития радужной форели и их связь с воспроизводительными качествами // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 10-1 (112). С. 68–72. doi: 10.23670/IRJ.2021.112.10.011.
 11. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 г.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения 12.10.2022).
- ## REFERENCES
1. Gamygin E.A. Problema kormov i kormoproizvodstva dlya ryb: sostoyanie i zadachi [Problems of feed and feed production for fish: state and tasks]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIIPRKH* [Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Freshwater Fisheries], 2001, vol. 3, issue 77, pp. 81–82. (In Russian).
 2. Sokolov A.V., Dvoryaninova O.P. Otsenka effektivnosti produktsionnogo korma dlya raduzhnoy foreli [Evaluation of the efficiency of the production feed for rainbow trout]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK — produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies for the Food and Processing Industry of AIC — Healthy Food], 2019, no. 3, pp. 53–62. doi: 10.24411/2311-6447-2019-10007. (In Russian).
 3. Tekhnologii ispol'zovaniya kormov i kormovykh dobavok v akvakul'ture. [Technologies for the use of feeds and feed additives in aquaculture]. A.L. Nikiforov-Nikishin (Ed.). Moscow: Moskovskiy gosudarstvennyy universitet tekhnologiy i upravleniya im. K.G. Razumovskogo [K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management] Publ., TD DeLi, 2019, 154 p. (In Russian).
 4. Kozlov V.I., Nikiforov-Nikishin A.L., Borodin A.L. Akvakul'tura [Aquaculture]. Moscow: Moskovskiy gosudarstvennyy universitet tekhnologiy i upravleniya im. K.G. Razumovskogo [K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management] Publ., 2004, 433 p. (In Russian).
 5. Randelin D.A., Agapova V.N., Kravchenko Yu.V., Agapov S.Yu. Pokazateli rosta i razvitiya raduzhnoy foreli pri skarmlivanii kormovoy dobavki "Beta-Flora" [Indicators of growth and development of rainbow trout when feeding the Beta-Flora feed additive]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education], 2022, no. 2 (66), pp. 230–237. doi: 10.32786/2071-9485-2022-02-29. (In Russian).
 6. Sklyarov V.Ya. Korma i kormlenie ryb v akvakul'ture [Feeds and fish feeding in aquaculture]. Moscow: VNIRO Publ., 2008, 150 p. (In Russian).
 7. Nabi N., Ahmed I., Wani G.B. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2022, vol. 29, issue 4, pp. 2942–2957. doi: 10.1016/j.sjbs.2022.01.019.
 8. Buchneva A.V., Selivanova I.R. Ekologiya pitaniya atlanticheskogo lososya. Nutrientnyy sostav estestvennoy kormovoy bazy [Ecology of Atlantic salmon nutrition. Nutrient composition natural food supply]. In: *Aktual'nye voprosy zoologii, ekologii i okhrany prirody : materialy Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu organizatsii kafedry zoologii, ekologii i okhrany prirody imeni A.G. Bannikova MGAVMiB-MVA imeni K.I. Skryabina (g. Moskva, 6 dekabrnya 2021 g.)* [Topical issues of zoology, ecology and nature

- conservation. Proceedings of the National Research and Practice Conference, dedicated to the 90th anniversary of the Department of Zoology, Ecology, and Environmental Protection named after A.G. Bannikov at the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA of K.I. Skryabin (Moscow, 6 December, 2021)*. V.A. Ostapenko, A.M. Kononov (Eds.). Moscow: ZooVetKniga [ZooVetBook], 2022, issue 4, pp. 36–41. (In Russian).
9. Grigoryev S.S., Sedova N.A. Industrial'noe rybovodstvo. Ch. 1. Biologicheskie osnovy i osnovnye napravleniya razvedeniya ryby industrial'nymi metodami : uchebnoe posobie [Industrial fish farming. Part 1. Biological fundamentals and main directions of fish farming by industrial methods]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet [Kamchatka State Technical University] Publ., 2008, 186 p. (In Russian).
 10. Shcherbakov Yu.S., Tyshchenko V.I. Biometricheskie pokazateli rosta i razvitiya raduzhnoy foreli i ikh svyaz' s vosproizvoditel'nymi kachestvami [Biometric indicators of growth and development of the rainbow trout and their relation to its reproductive qualities]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal]*, 2021, no. 10-1 (112), pp. 68–72. doi: 10.23670/IRJ.2021.112.10.011. (In Russian).
 11. Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 13 dekabrya 2016 g. N 552 “Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob"ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob"ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya” (s izmeneniyami na 10 marta 2020 g.) [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated December 13, 2016 No. 552 “On approval of water quality standards for water bodies of fisheries significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fisheries significance” (amended on March 10, 2020)]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (accessed 12.10.2022). (In Russian).

Поступила 15.11.2022

Принята к печати 12.04.2023