



РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ
ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

*(включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований)*

Основан в 1957 году

Выпуск 41

Минск
«ИВЦ Минфина»
2025

В сборнике публикуются научные материалы ихтиологических, рыбоводческих и гидробиологических исследований, проводимых в Республике Беларусь и других странах (по направлениям: сельскохозяйственные науки (зоотехния), биологические науки). Особое внимание удалено разработке новых технологий прудового рыбоводства, селекционно-племенной работе с карпом и изучению новых перспективных объектов рыбоводства. Также освещены вопросы кормления рыбы, профилактики заболеваний, оценки качества среди естественных водоемов и рационального природопользования.

Издание рассчитано на специалистов в области рыбного хозяйства, научных сотрудников, преподавателей и студентов учебных заведений биологического и аграрного профиля.

Рецензенты:

академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларусь по животноводству», сельскохозяйственные науки (Жодино, Беларусь) *И. П. Шейко*;

член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией гидробиологии ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларусь по биоресурсам», биологические науки *В. П. Семенченко*



REPUBLICAN DAUGHTER UNITARY ENTERPRISE
“FISH INDUSTRY INSTITUTE”
OF THE REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE
“SCIENTIFIC AND PRACTICAL CENTER
OF THE BELARUS NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
FOR ANIMAL HUSBANDRY”

BELARUS FISH INDUSTRY PROBLEMS

Collected transactions

*(included in the List of scientific publications of the Republic of Belarus
for publishing the results of dissertation research)*

Founded in 1957

41th issue

Minsk
“IVC Minfina”
2025



This collection contains scientific materials on the research work in the field of ichthyology, aquaculture, fishery and hydrobiology, which are carried out in Belarus and other countries (focused on agricultural (animal) and biological sciences). A special attention is paid to the development of new technologies of pond pisciculture, selection and breeding work with carp and studies of the new perspective pisciculture objects. The problems of fish feeding, diseases prophylaxis, estimation of the natural ponds habitat quality and rational nature management are discussed as well.

The edition is purposed for fish industry experts, scientific workers, teachers and students of the biological and agricultural educational institutions.

Reviewers:

Mr. Emeritus Professor, Agriculture, First deputy head of the Center, RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry" (Zhodino, Belarus)*Ivan Sheiko*;

Mr. Emeritus Professor, Biology, Leader of the Researcher of hydrobiology, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, biological sciences *Vitaliy Semenchenko*

**Главный редактор:**

Агеец Владимир Юльянович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

Редакционная коллегия:

Костоусов Владимир Геннадьевич – заместитель главного редактора, кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Институт рыбного хозяйства

Шейко Иван Павлович – академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель генерального директора, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Васильева Лидия Михайловна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Барулин Николай Валерьевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор, сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Крылов Александр Витальевич – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, директор, Институт биологии внутренних водим. И. Д. Папанина Российской академии наук, биологические науки

Семенченко Виталий Павлович – член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией гидробиологии, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, биологические науки

Михеева Тамара Михайловна – доктор биологических наук, профессор, биологические науки

Таразевич Елена Васильевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции, Белорусский государственный аграрный технический университет, сельскохозяйственные науки (зоотехния)

Адамович Борис Владиславович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией гидроэкологии биологического факультета, Белорусский государственный университет, биологические науки

Гребнева Елена Ивановна – кандидат ветеринарных наук, главный специалист Отделения аграрных наук Национальной академии наук Беларуси, биологические науки

Ризевский Виктор Казимирович – кандидат биологических наук, доцент лаборатории ихтиологии, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, биологические науки

Емельянова Ольга Николаевна – ответственный секретарь, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, Институт рыбного хозяйства

**Editor-in-Chief:**

Uladzimir Aheyets – Professor, Agriculture, Head of the RUE "Fish Industry Institute" of the RUE "Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry"

Редакционная коллегия:

Vladimir Kostousov – Associate Editor-in-Chief – PhD in Biology, deputy director, associate professor, Fish Industry Institute

Ivan Sheiko – Mr. Emeritus Professor, Agriculture, First deputy head of the Center, Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry, agricultural sciences (zooengineering)

Lyudmila Vasilyeva – Professor, Agriculture, agricultural sciences (zooengineering)

Nikolai Barulin – PhD in Agriculture, associate professor, agricultural sciences (zooengineering)

Alexandr Krylov – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Biology, Head of the institute, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, biological sciences

Vitaliy Semenchenko – Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Mr. Emeritus Professor, Biology, Leader of the Researcher of hydrobiology, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, biological sciences

Tamara Mikheeva – Professor, Biology, biological sciences

Elena Tarazovich – Professor, Agriculture, Department of Technology and Technical Support of Agricultural Processing, Belarusian State Agrarian Technical University, agricultural sciences (zooengineering)

Boris Adamovich – PhD in Biology, associate professor, Leader of the Research of hydrobiology, Belarusian State University, biological sciences

Elena Hrebneva – PhD in Veterinary Medicine, parasitology, researcher manager, Departments of Agrarian Sciences, The National Academy of Sciences of Belarus, biological sciences

Victor Rizevski – PhD in Biology, associate professor, Leader of the Research of ichthyology, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, biological sciences

Volha Yemelyanova – PhD in Agriculture, Scientific Secretary, Fish Industry Institute, agricultural sciences (zooengineering)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА

**В. Ю. Агеец¹, Ж. В. Кошак¹, Е. М. Чирко², Е. Е. Рыбкина¹, П. В. Янович¹**¹ Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь² Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция,
Национальная академия наук Беларусь, Пружаны, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ И ОСЕТРА

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследования травяной муки из бинарных смесей чумизы, вики, гороха, сои, суданской травы, могара в различном сочетании и их использование в составе комбикормов для ценных видов рыб. Изучен химический состав зеленой массы чумизы, сои и вики. Установлено, что как в чистом виде, так и в виде бинарных смесей зеленая масса изучаемых культур содержит сырого протеина от 13,0 до 21,0 %, сырого жира от 1,9 до 2,4 %, сырой клетчатки от 34,0 до 37,0 %. Травяная мука также содержит каротиноиды, макро- и микроэлементы, входящие в состав ферментов организма рыб и тем самым ускоряющие процессы роста рыб и снижающие кормовые коэффициенты. Установлено, что травяная мука в количестве 1,0 % из смеси суданки и сои, чумизы и гороха, чумизы и вики может быть использована в составе комбикормов для радужной форели и осетровых рыб.

Ключевые слова: соя, вика, могар, чумиза, зеленая масса, травяная мука, комбикорм, кормовой коэффициент, радужная форель, ленский осетр

Uladzimir Yu. Aheyets¹, Zhanna V. Koshak¹, Elena M. Chirkо²,
Evgeniya E. Rybkins¹, Pavel V. Yanovich¹

¹Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus

²Brest Regional Agricultural Experimental Station,
National Academy of Sciences of Belarus, Pruzhany, Republic of Belarus

USE OF GRASS MEAL IN COMPOUND FEED FOR RAINBOW TROUT AND STURGEON

Abstract. The article considers the results of the study of grass meal from binary mixtures of chumiza, vetch, pea, sudan grass, mogar in various combinations and their use in the composition of



compound feed for fish. The chemical composition of the green mass of chumiza, soybeans and vetch were studied. It was found that both in pure form and in the form of binary mixtures, the green mass of the studied crops contains crude protein from 13.0 to 21.0 %, crude fat from 1.9 to 2.4 %, crude fiber from 34.0 to 37.0 %. Grass meal also contains carotenoids, macro- and microelements that are part of the enzymes of the fish body and thereby accelerate the growth processes of fish and reduce feed coefficients. It has been established that grass meal in the amount of 1.0 % from a mixture of sudan grass and soybeans, chumiza and peas, and chumiza and vetch can be used in the composition of compound feed for rainbow trout and sturgeon fish.

Keywords: soybeans, vetch, mogar, chumiza, green mass, grass meal, compound feed, feed coefficient, rainbow trout, Lena sturgeon

Введение. Производство комбикормов для рыб требует определенный набор сырья, однако в настоящее время по некоторым позициям ассортимент сырья сокращается, происходит рост его стоимости и соответственно растет и стоимость комбикормов. По этой причине удешевление производства комбикормов для рыб при сохранении их питательной ценности остается одним из способов достижения эффективности кормления рыбы. Поэтому поиск новых видов сырья является актуальным для Республики Беларусь и одним из таких видов сырья может быть травяная мука, изготовленная из смеси однолетних кормовых культур в условиях Республики Беларусь.

В настоящее время в земледелии Республики Беларусь с учетом изменения климата с каждым годом возрастает роль засухоустойчивых культур, в частности, суданской травы, чумизы и могара. Нельзя не отметить, что практически все виды просовидных и сорговых культур обладают комплексом хозяйствственно полезных признаков, главными из которых являются экологическая пластичность, высокая продуктивность и питательность, универсальность использования, высокий коэффициент размножения при устойчивом семеноводстве, слабое поражение болезнями и вредителями, относительная холодостойкость и высокая засухоустойчивость. Поэтому эти культуры удачно вписываются в традиционные схемы кормопроизводства региона. Но просовидные и сорговые культуры, как и



все представители мятликовых, не характеризуются высоким содержанием белка. Протеиновая полноценность зеленой массы этих культур не всегда соответствует зоотехническим нормам и требованиям. Поэтому в данной статье представлены исследование возможности использования различных видов травяной муки из различных бинарных смесей в комбикормах для рыб.

Материалы и методы исследований.

Материалом для исследований служили:

- зеленая масса;
- травяная мука;
- радужная форель;
- ленский осетр.

Химический состав сырья и комбикормов определяли общепринятыми методами: содержание сырого протеина — титрометрическим методом по Кельдалю в соответствии с ГОСТ 13496.4-93; жира — экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги — методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3), зольные элементы определялись методом сухого озоления в муфельной печи (ГОСТ 26226-95), сырая клетчатка — методом удаления из продукта кислото-щелоче растворимых веществ и определения массы остатка (ГОСТ 13496.4). Содержание растворимых и легкогидролизуемых углеводов в комбикорме определяли по ГОСТ 26176-91.

Биохимический состав тела рыб определяли в соответствии с [1, 2]. Опытное кормление рыбы в соответствие с [3, 4].

Химический состав кормов определялся по указанным выше ГОСТам с использованием инфракрасного анализатора SpectraStar. Травяную муку и опытные комбикорма изготавливали на научной линии по производству комбикормов для рыб.

Результаты исследований. Проведена оценка зеленой массы однолетних просовидных культур (чумиза) и зернобобовых культур (вика, соя), высеваемых в чистом виде как сырья для производства травяной муки, используемой в рационах кормления рыб.

Внешний вид зеленой массы по стадиям получения травяной муки представлены на рис. 1.

*a**б**в*

Чумиза

Соя

Вика

Рис. 1. Внешний вид зеленой массы:

*а – внешний вид растений до измельчения; б – внешний вид растения
после промежуточного измельчения; в – внешний вид зеленой массы
перед гранулированием*

Fig. 1. Appearance of green mass:

*A – appearance of plants before crushing; B – appearance of plants after intermediate
crushing; C – appearance of green mass before granulation*



На рис. 1 представлены этапы измельчения сухой зеленой массы от целого растения до тонкоизмельченного продукта, предназначенного для гранулирования травяной муки.

Был проведен химический состав зеленой массы. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав зеленой массы
Table 1. Chemical composition of green mass

Наименование	Влажность, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание, % на сух.в.			Содержание каротиноидов, мг/кг
			сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	
Вика	14,76±0,18	85,24±0,18	21,05±0,59	2,30±0,06	34,12±0,08	27,50±0,27
Соя	12,81±0,06	87,19±0,06	20,54±0,50	2,31±0,07	22,39±0,02	69,83±0,00
Чумиза	9,93±0,02	90,0,7±0,02	15,68±0,28	1,98±0,10	37,35±0,04	34,29±0,43

Анализируя данные в табл. 1, видно, что по содержанию сырого протеина зеленой массы вики и сои больше на 5,4 % и 4,8 % соответственно, чем чумизы. Содержание сырой клетчатки в зеленой массе сои меньше по сравнению с зеленой массой вики и чумизы на 11,7 % и 15,0 % соответственно. Отмечается более высокое содержание каротиноидов в зеленой массе сои.

Был определен макро- и микроэлементный состав зеленой массы, данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание макро- и микроэлементов в зеленой массе
Table 2. Content of macro- and microelements in green mass

Образец	Содержание микроэлементов, мг/100 г				Содержание макроэлементов, мг/100 г			
	Cu	Zn	Mn	Fe	K	Na	Ca	Mg
Вика	1,7094	3,4936	5,3725	33,9793	2703,57	498,09	800,42	178,92
Соя	2,1076	5,7248	5,7815	38,5811	2325,35	484,15	1105,29	351,90
Чумиза	2,0904	5,1240	3,8881	9,1062	2063,52	695,68	582,93	415,01

Анализируя данные табл. 2, видно, что по содержанию железа зеленая масса чумизы бедна железом по сравнению с зеленой массой вики и сои. По содержанию магния зеленая масса вики бедна, по сравнению с зеленой массой чумизы. Отмечается более высокое содержание кальция в зеленой массе сои по сравнению с зеленой массой вики и чумизы.



В связи с вышеизложенным были подготовлены бинарные смеси культур и проведено их гранулирование, внешний вид гранул травяной муки из бинарных смесей представлен на рис. 2.

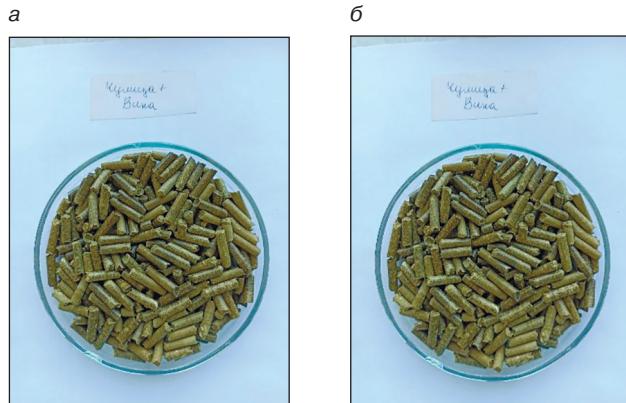


Рис. 2. Внешний вид гранулированной травяной муки (а) травяная мука из бинарной смеси чумизы и гороха (б) травяная мука из бинарной смеси чумизы и вики

Fig. 2. Appearance of granulated grass meal

Был проведен химический состав зеленой массы. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав зеленой массы
Table 3. Chemical composition of green mass

Образцы гранулированной зеленой массы	Влажность, %	Сухое вещество, %	Содержание сырого протеина, % на сух.в.	Содержание сырого жира, % на сух.в.	Содержание сырой клетчатки, % на сух.в.	Содержание каротиноидов, мг/кг
Чумиза+вика	62,40± 0,17	37,60± 0,17	13,16± 0,62	2,38± 0,14	34,63± 0,21	66,62± 2,26
Чумиза+горох	69,59± 0,43	30,41± 0,43	12,69± 1,22	2,43± 0,11	34,92± 0,14	69,76± 0,00
Чумиза+соя	62,95± 0,12	37,05± 0,12	14,42± 0,18	2,27± 0,13	34,64± 0,14	68,30± 0,26
Суданка+горох	65,45± 0,24	34,55± 0,24	12,07± 0,09	2,15± 0,04	34,85± 0,06	68,01± 0,24



Окончание табл. 3

Образцы гранулированной зеленой массы	Влажность, %	Сухое вещество, %	Содержание сырого протеина, % на сух.в.	Содержание сырого жира, % на сух.в.	Содержание сырой клетчатки, % на сух.в.	Содержание каротиноидов, мг/кг
Суданка+вика	62,84± 0,14	37,16± 0,14	12,65± 0,12	2,07± 0,11	34,67± 0,12	37,20± 0,17
Суданка+соя	63,20± 17	36,80± 0,17	13,17± 0,03	2,02± 0,08	34,52± 0,15	66,00± 0,24
Могар+горох	65,63± 0,14	34,37± 0,14	12,17± 0,07	2,07± 0,08	34,48± 0,33	67,16± 0,05
Могар+вика	62,91± 0,04	37,09± 0,04	12,62± 0,14	2,20± 0,03	34,71± 0,10	69,04± 0,14
Могар+соя	63,43± 0,23	36,57± 0,23	13,04± 0,10	2,22± 0,09	34,33± 0,16	66,87± 0,18

Анализируя данные табл. 3, видим, что в травяной муке из различных бинарных смесей содержится высокое содержание клетчатки (чуть более 34 %), что ограничивает ее использование в составе комбикормов для рыб, в то же время высокое содержание каротиноидов в ее составе, что очень благоприятно для питания рыбы, так же, как и содержание сырого протеина на уровне зерна пшеницы.

Была определена переваримость гранулированной травяной муки радужной форелью и осетром в соответствии с методикой М. А. Щербины [4]. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициент видимой переваримости протеина травяной муки

Table 4. Coefficient of apparent digestibility of grass meal protein

Наименование варианта	Протеин, %	
	Квп осетр	Квп радужная форель
Чумиза+вика	42,52	43,84
Чумиза+горох	39,00	39,61
Суданка+вика	48,96	40,67
Суданка +соя	47,82	48,06

В табл. 4 представлены образцы бинарных смесей, давшие максимальную переваримость сырого протеина.



На следующем этапе исследований были разработаны комби-корма для радужной форели и осетра с 1,0 % всех вариантов бинарных смесей в их составе взамен зерна пшеницы в рецепте, в составе использовали только бинарные смеси, давшие максимальную переваримость сырого протеина.

Показатели качества представлены в табл. 5.

Таблица 5. Показатели качества опытных экструдированных комбикуромов
Table 5. Quality indicators of experimental extruded compound feeds

Образец	Содержание, %					
	влаж- ность	сухое вещество	сырой протеин	сырой жир	сырая клет- чатка	зола
Комбикуром для форели (суданка+соя)	3,82 ±0,19	96,18 ±0,19	48,91 ±0,28	18,50 ±0,14	2,69 ±0,02	8,04± 0,10
Комбикуром для форели (суданка+вика)	5,17 ±0,06	94,83 ±0,06	47,95 ±1,00	18,78 ±0,08	1,71 ±0,04	8,51± 0,05
Комбикуром для форели (чумиза+вика)	3,36 ±0,01	96,64 ±0,01	48,62 ±0,20	18,72 ±0,15	2,20 ±0,05	8,20± 0,11
Комбикуром для форели (чумиза+горох)	4,14 ±0,17	95,86 ±0,17	48,13 ±0,68	18,86 ±0,12	2,26 ±0,06	8,32± 0,09
Комбикуром для форели (контроль)	4,23 ±0,20	95,77 ±0,20	48,30 ±0,53	18,08 ±0,17	2,18 ±0,09	8,02± 0,07
Комбикуром для осетра (суданка+соя)	9,59 ±0,01	90,14 ±0,23	42,14 ±0,80	14,26± 0,09	2,00 ±0,05	8,12± 0,03
Комбикуром для осетра (суданка+вика)	9,87 ±0,23	90,14 ±0,23	42,29 ±0,51	14,16 ±0,11	1,99 ±0,02	8,11± 0,09
Комбикуром для осетра (чумиза+вика)	9,95 ±0,12	90,05 ±0,12	41,93 ±0,25	14,26 ±0,09	1,99 ±0,04	8,12± 0,01
Комбикуром для осетра (чумиза+ горох)	10,05 ±0,10	89,95 ±0,10	42,85 ±0,10	14,57 ±0,04	1,98 ±0,02	8,02± 0,04
Комбикуром для осетра (контроль)	9,92 ±0,04	90,08 ±0,04	42,60 ±0,20	14,33 ±0,06	1,93 ±0,05	8,08± 0,01

Анализируя табл. 5, видно, что показатели качества не сильно различаются при внесении 1,0 % травяной муки и соответствуют все показатели качества комбикуромов соответствуют ТУ BY 100035627.025-2020.

Результаты кормления радужной форели осетра представлены в табл. 6.



Таблица 6. Кормовые затраты при использовании комбикормов с разным видом травяной муки на радужной форели и осетре

Table 6. Feed costs when using compound feeds with different types of grass meal for rainbow trout and sturgeon

Наименование варианта, комби-корм с травяной мукой	Общая масса, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффициент, ед.
	начало кормления	конец кормления			
Радужная форель					
суданка + соя	560,0±1,5	675,3±0,9	115,7±0,9	162,4±0,5	1,39±0,01*
суданка +вика	462,0±0,1	605,7±1,2	143,7±1,2	134,0±0,1	0,93±0,01
чумиза + вика	423,0±1,2	529,0±3,1	106,0±2,0	122,7±0,3	1,16±0,02*
чумиза + горох	416,7±1,5	540,3±2,3	123,7±1,5	120,8±0,04	0,98±0,01
контроль, без травяной муки	449,3±1,2	588,3±0,7	137,3±0,3	130,3±0,4	0,95±0,01
Ленский осетр					
суданка + соя	2470,3±3,13	2699,7±3,34	254,7±2,30	356,43±13,7	1,4±0,06
суданка +вика	2326,0±1,5	2467,3±3,8	141,3±2,3	306,30±8,5	2,2±0,06
чумиза + вика	2230,7±3,8	2386,3±3,8	155,7±0,9	326,80±7,2	2,1±0,06
чумиза + горох	2254,3±1,3	2451,3±1,7	197,0±1,5	377,6±6,2	1,9±0,03
контроль, без травяной муки	2226,0±2,5	2419,0±3,5	193,0±1,2	373,33±19,2	1,9±0,09

* P<0,05.

Анализируя данные в табл. 6, видно, что для кормового коэффициента для радужной форели достоверная разница по отношению к контрольному варианту установлена для вариантов с травяной мукой из смеси суданки и сои, и смеси чумизы и вики, в этих вариантах кормовой коэффициент выше на 18,0 % и 31,6 %, чем в контрольном варианте. Анализ остальных кормовых коэффициентов не показал достоверной разницы между опытными и контрольным вариантами. В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что для ввода в комбикорма для радужной форели травяной муки можно рекомендовать муку из смеси суданки и вики. Что касается кормового коэффициента для ленского осетра, то достоверная разница по отношению к контрольному варианту установлена для варианта с травяной мукой из смеси суданки и сои, в этом варианте кормовой коэффициент ниже на 26,3 %, чем в контрольном варианте. Анализ остальных кормовых коэффициентов не показал достоверной разницы между опытными и контрольным вариантами.



На следующем этапе был проведен биохимический анализ тела радужной форели и ленского осетра после кормления различными вариантами комбикормов с травяной мукой. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8. Биохимический состав тела рыбы
Table 8. Biochemical composition of the fish body

Комбикорм с травяной мукой	Содержание в теле рыбы, %				
	влажность	сухое вещество	белок	зольность	жирность
Радужная форель					
Суданка+соя	75,30±1,18	24,70±1,18	16,79±0,22	2,61±0,73	5,31±0,23
Чумиза+вика	75,96±1,22	24,04±1,22	16,86±1,15	2,43±0,05	4,76±0,02
Чумиза+горох	74,73±0,34	25,27±0,34	17,13±0,28	3,14±0,50	5,01±0,12
Контроль	75,77±0,65	24,23±0,65	15,78±0,73	2,49±0,17	5,98±1,21
Ленский осетр					
Суданка+соя	64,86±0,84	35,14±0,84	16,46±0,79	1,27±0,02	17,42±0,03
Суданка+вика	66,67±0,79	33,33±0,79	16,08±0,89	1,39±0,04	15,87±0,14
Чумиза+вика	65,75±0,13	34,25±0,13	17,15±0,33	1,30±0,26	15,81±0,06
Чумиза+горох	66,12±0,19	33,88±0,19	15,56±0,25	0,70±0,50	17,63±0,06
Контроль	70,17±0,02	29,83±0,02	12,65±0,04	1,17±0,06	16,01±0,04

Анализируя данные в табл. 8, следует обратить внимание, что при кормлении радужной форели комбикормом, содержащим 1,0 % травяной муки, состоящей из смеси чумизы и гороха содержание белка в мышцах радужной форели выше на 7,9 % выше по сравнению с контролем. На втором месте по содержанию белка в мышцах находится рыба, кормившаяся комбикормом с 1,0 % травяной муки, содержащей смесь чумизы и вики (выше на 6,4 % по сравнению с контролем). Наибольшее накопление белка в теле осетровых рыб наблюдается при кормлении комбикормом с травяной мукой из смеси чумизы и вики (выше на 4,5 % по сравнению с контролем), на втором месте при незначительном отставании находится содержание белка в теле осетра, выращенного на смеси суданки и сои (выше на 3,81 % по сравнению с контролем). Следует обратить внимание на то, что все виды травяной муки в составе комбикормов приводят к увеличению содержания белка в теле осетровых рыб.

Выводы.

Изучение использования травяной муки из бинарных смесей показало возможность ее использование в составе комбикормов



для различных видов рыб, в частности для радужной форели и осетра. Использование травяной муки из смеси суданки и сои, чумизы и гороха, и чумизы и вики в количестве 1,0 % в составе комбикормов дают минимальные кормовые коэффициенты по сравнению с комбикормами без травяной муки при кормлении радужной форели и осетра. Снижение кормовых коэффициентов достигается за счет содержания в травяной муке биологически активных веществ, протеина и высокой переваримости травяной муки рыбами, особенно ценными несмотря на высокое содержание клетчатки, что выражается в повышенном содержании белка в теле рыбы на 3,81–6,3 % в зависимости от вида рыбы и вида бинарной смеси.

Список использованных источников

1. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы : [утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР от 11 июля 1984 г.]. – [2-е изд.]. – М. : ВНИИПРХ, 1986. – 52 с.
2. Практикум по ихтиопатологии / Н. А. Головина, Е. В. Авдеев, Е. Б. Евдокимова [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. – М. : Моркнига, 2016. – 416 с.
3. Иванов, А. А. Физиология рыб : учебник / А. А. Иванов. – М. : Мир, 2003. – 284 с.
4. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : С.-х. технологии, 2015. – 292 с.

Reference

1. *Instruktsiya po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryby : utv. M-vom ryb. khoz-va SSSR ot 11 iyulya 1984 g.* [Instructions for physiological and biochemical analyses of fish : approved by the Ministry of Fisheries of the USSR on July 11, 1984]. 2nd ed. Moscow, VNIIPRKH Publ., 1986. 52 p. (in Russian).
2. Golovina N. A., Avdeeva E. V., Evdokimova E. B., Kazimirchenko O. V., Kotlyarchuk M. Yu. *Praktikum po ikhtiopatologii* [Ichthyopathology Workshop]. Moscow, Mornniga Publ., 2016. 416 p. (in Russian).
3. Ivanov A. A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fish]. Moscow, Mir Publ., 2003. 284 p. (in Russian).
4. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow, Sel'skokhozyaistvennye tekhnologii Publ., 2015. 292 p. (in Russian).



Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Кошак Жанна Викторовна – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Чирко Елена Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кормопроизводства, Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция, Национальная академия наук Беларуси (ул. Урбановича, здание 5, Пружаны, Республика Беларусь). E-mail: chirko1968@tut.by

Рыбкина Евгения Евгеньевна – научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: zenarybkina599@gmail.com

Янович Павел Вадимович – младший научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pasha.yanovich.01@mail.ru

Information about the authors

Uladzimir Yu. Aheyets – D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Zhanna V. Koshak – Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Chirko Elena M. – Ph.D. (Agricultural), Researcher Forage Production Department, Brest Regional Agricultural Experimental Station, National Academy of Sciences of Belarus (Urbanovicha St., building 5, Pruzhany, Republic of Belarus). E-mail: chirko1968@tut.by

Evgeniya E. Rybkinsa – Junior Researcher, Feed Laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: evgesha.rybkinsa.97@mail.ru

Pavel V. Yanovich – Junior researcher, feed laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pasha.yanovich.01@mail.ru

**Ж. В. Кошак, Е. Е. Рыбкина***Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь*

ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГО- ПРОТЕИНОВОГО ЧИСЛА КОМБИКОРМОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты эффективности комбикуорма с разным энерго-протеиновым числом. Разработаны рецептуры комбикуормов для радужной форели с энерго-протеиновым числом 9.6, 7.7 и 6.5. Установлено, что с увеличением температуры воды выращивания радужной форели энерго-протеиновое отношение уменьшается, так как с увеличением температуры возрастает потребность форели в белке, а также снижаются энергетические затраты корма. Как показали исследования, максимальный абсолютный и относительный прирост радужной форели отмечен в варианте с использованием в рационе форели комбикуорма с энерго-протеиновым числом 9.6. Анализ кормовых затрат показал, что наименьший кормовой коэффициент наблюдается при кормлении радужной форели комбикуором с энерго-протеиновым числом 9.6. Выявлено, что высокое содержание белка в сыворотке крови отмечено для варианта комбикуорма с энерго-протеиновым числом 6.5, гемоглобина с энерго-протеиновым числом 7.7 и 9.6.

Ключевые слова: комбикуорт, радужная форель, экструдирование, энерго-протеиновое число, кормовой коэффициент

Zhanna V. Koshak, Evgeniya E. Rybkina*Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

STUDY AND EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE ENERGY-PROTEIN NUMBER OF COMPOUND FEED ON THE EFFICIENCY OF RAINBOW TROUT GROWING

Abstract. The article considers the results of the effectiveness of compound feed with different energy-protein numbers. The formulas of compound feed for rainbow trout with the energy-protein numbers of



9.6, 7.7 and 6.5 have been developed. It has been established that with an increase in the temperature of the water for growing rainbow trout, the energy-protein ratio decreases, since with an increase in temperature, the trout's need for protein increases, and the energy costs of the feed decrease. As studies have shown, the maximum absolute and relative growth of rainbow trout was noted in the variant with the use of compound feed with an energy-protein number of 9.6 in the trout diet. Analysis of feed costs showed that the lowest feed coefficient was observed when feeding rainbow trout with compound feed with an energy-protein number of 9.6. It was revealed that a high protein content in the blood serum was noted for the variant of compound feed with an energy-protein number of 6.5, hemoglobin with an energy-protein number of 7.7 and 9.6.

Keywords: compound feed, rainbow trout, extrusion, energy-protein number, feed coefficient

Введение. В настоящее время активно развивается направление разработки эффективных комбикормов для радужной форели. Однако, из-за недостаточного знания физиологии радужной форели и ее взаимосвязи с составом комбикормов, отечественные комбикорма уступают импортным по эффективности и качеству. Ряд производителей для снижения стоимости комбикормов вместо рыбьего жира используют различные растительные масла, фосфатиды, твердые и жидкые жиры животного происхождения, а также другие жировые компоненты, представленные на рынке, однако их влияние на организм радужной форели и эффективность выращивания на таких комбикормах остается не изученной.

Энерго-протеиновое число – это количество килокалорий корма на 1 г белка, рассчитывается с использованием калорийных коэффициентов, установленных Филиппсом (Philips A. M. Trout feed and feeding. Manual of Fish Culture. Part 3 management.sec. B., Hatchery operations, ch.5, 1970:49р.) для форели и отражающие обменную энергию (то есть энергию, которая усваивает рыба из корма): при потреблении 1 г белка – 3,9 ккал, 1 г жира – 8,0 ккал и 1 г углеводов (сырой крахмал) – 1,6 ккал. Полученную калорийность 100 г корма, выраженную в ккал, делим на количество граммов белка в 100 г корма. И, таким образом, получаем энерго-протеиновое число рациона. В настоящее время энерго-протеиновое число комбикорма для рыб у нас в стране не определяется, в отличие от зарубежных стран.



Определение оптимального энерго-протеинового числа комбикорма в зависимости от условий выращивания радужной форели является актуальным, т. к. полученные новые научные результаты позволяют создать линейку комбикормов различного состава, которые позволят при различных условиях выращивания получить максимальные весоростовые показатели радужной форели при минимальных затратах кормов.

В связи с вышеизложенным, целью работы является изучение влияния энерго-протеинового числа комбикорма на эффективность выращивания радужной форели в зависимости от температуры воды, качества протеина и жира в составе комбикорма.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований служили: комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9.6, комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7.7 и комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6.5.

Химический состав комбикорма определяли общепринятыми методами: содержание сырого протеина – титрометрическим методом по Кельдалю в соответствии с ГОСТ 13496.4-93; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги – методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3), сырая клетчатка – методом удаления из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определения массы остатка (ГОСТ 13496.2-91); аминокислотный состав методом определения аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (МВИ.МН 1363-2000); жирнокислотный состав методом газовой хроматографии (ГОСТ 31663-2012); витамины определяли по ГОСТ 30627.4-98, ГОСТ 7047-55, ГОСТ EN 14152-2013, МВИ.МН 2052-2004, ГОСТ Р 54635-2011, СТБ EN 12822-2012.

Коэффициент видимой переваримости сырого протеина и жира – расчетным путем по формуле

$$K_{BP} = \frac{\Pi_k \cdot C_k - \Pi_3 \cdot C_3}{\Pi_k \cdot C_k} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где Π_k и Π_3 – содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %; C_k и C_3 – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.



Оценку влияния комбикормов на темп роста радужной форели, ее выживаемости и кормовым затратам проводили по различным рыбохозяйственным показателям.

1. Абсолютный прирост вычисляли по формуле [1]

$$P_{ab} = m_1 - m_0, \quad (2)$$

где m_1 — конечная масса испытуемых рыб, г; m_0 — начальная масса испытуемых рыб, г.

2. Относительный прирост к первоначальной массе вычисляли по формуле [1]

$$P_{ot} = \frac{(m_1 - m_0)}{m_0} \cdot 100 - 100\%, \quad (3)$$

где m_1 — конечная масса испытуемых рыб, г; m_0 — начальная масса испытуемых рыб, г.

3. Выживаемость выражали в процентах от общего количества наблюдаемых рыб.

4. Кормовые затраты определяли путем отношения количества затраченного корма на прирост с учетом ее отхода за весь период наблюдения [2].

Биохимический состав мышечной ткани радужной форели определяли по следующим методам: влагу — высушиванием при 105 °C, сухое вещество по ГОСТ 31640-2012, белок по Кильдалю, жир по Сокслету, золу по ГОСТ 31727-2012, гликоген в печени и мышцах рыб методом фотометрии.

Гематологические показатели крови:

- содержание гемоглобина определяли на гемометре Сали;
- скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли микрометодом Панченкова;
- общий белок сыворотки крови определяли рефрактометрическим методом;
- количество эритроцитов определяли методом подсчета в камере Горяева.

Результаты исследований. Потребность семейства лососевых в белке и энергии зависит главным образом от температуры выращивания рыбы [3–5]. Так как оптимальная температура воды для выращивания форели составляет 14–18 °C, были разработаны ре-



цепты комбикормов с разным энерго-протеиновым числом комбикорма для выращивания форели с температурой воды 12, 16 и 19 °C представленные в табл. 1.

Таблица 1. Рецепты комбикормов для радужной форели с разным энерго-протеиновым числом

Table 1. Recipes of compound feed for rainbow trout with different energy-protein content

Компонент	Состав комбикорма, %		
	рецепт № 1 T – 12 °C ЭПЧ – 9,6	рецепт № 1 T – 16 °C ЭПЧ – 7,7	рецепт № 1 T – 19 °C ЭПЧ – 6,5
Мука рыбная	36,00	43,00	45,00
Мука гороховая крахмальная «Амилон» 40	7,00	5,00	7,00
Мука мясокостная	8,50	7,50	8,50
Молоко сухое обезжиренное	3,00	7,00	3,00
Шрот соевый	2,00	2,00	2,00
Пшеница	4,00	4,00	4,00
Мука пшеничная	3,00	3,00	3,00
Дрожжи кормовые	3,00	3,00	3,00
Глютен кукурузный	7,00	3,00	7,00
Альбумин	2,00	5,00	6,00
Премикс Д-ПК-100 (ценные виды)	1,00	1,00	1,00
Жир рыбий	22,00	15,00	9,00
СинерджиСорб Лиграфикс (закрепитель гранул)	0,50	0,50	0,50
Метионин кормовой	0,50	0,50	0,50
Лизин	0,50	0,50	0,50

Анализируя данные табл. 1 можно обнаружить, что с увеличением температуры воды выращивания радужной форели энерго-протеиновое отношение уменьшается, так как с увеличением температуры возрастает потребность форели в белке, а также снижаются энергетические затраты корма.

На лабораторной линии по разработанным рецептам были изготовлены комбикорма для радужной форели с разным энерго-протеиновым числом. Показатели качества изготовленных комбикормов представлены в табл. 2.



Таблица 2. Показатели качества комбикормов для радужной форели, %
Table 2. Quality indicators of compound feed for rainbow trout, %

Наименование комбикорма	Влажность	Сухое вещество	Содержание сырого протеина (на сух. в-во)	Содержание сырого жира (на сух. в-во)	Содержание крахмата (на сух. в-во)	Содержание углеводов
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	10,99±0,10	89,01±0,10	42,50±0,20	24,22±0,06	1,90±0,03	11,93±0,15
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	10,53±0,06	89,47±0,06	45,70±0,19	20,43±0,16	1,85±0,09	12,14±0,12
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5	10,58±0,01	89,43±0,01	50,00±0,23	14,20±0,20	1,98±0,06	10,97±0,24



Анализ табл. 2 показал, что с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание сырого жира, а протеина уменьшается. Содержание же сырой клетчатки и углеводов изменяется между образцами незначительно.

Определены кислотность и pH комбикормов для радужной форели (табл. 3).

Таблица 3. Кислотность и pH комбикормов для радужной форели
Table 3. Acidity and pH of feed for rainbow trout

Наименование комбикорма	pH	Кислотность, град.
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	6,13±0,06	7,22±0,07
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	6,18±0,04	7,08±0,05
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5	6,49±0,02	6,95±0,08

Установлено, что с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается кислотность комбикорма и уменьшается его pH. Изменение кислотности комбикорма и pH можно объяснить различным качественным и количественным содержанием жира в его составе.

Аминокислотный состав изготовленных комбикормов с разным энерго-протеиновым числом представлен в табл. 4.

Таблица 4. Аминокислотный состав комбикормов для радужной форели
Table 4. Amino acid composition of feed for rainbow trout

Аминокислота	Единица измерения	Комбикорм для форели		
		энерго-протеиновое число 9,6	энерго-протеиновое число 7,7	энерго-протеиновое число 6,5
Аспарагиновая	мг/100 г	3185,2	3397,3	4629,4
Глютаминовая		5883,0	6535,4	7403,3
Серин		2475,3	2245,6	2499,0
Треонин		2646,9	2850,6	3064,5
Глицин		1919,3	1940,7	1937,7
Аланин		3403,5	3737,4	4113,6
Аргинин		2152,0	2301,7	2753,2
Пролин		2632,6	2742,7	2879,5
Валин		3420,3	3949,9	3978,2



Окончание табл. 4

Аминокислота	Единица измерения	Комбикорм для форели		
		энерго-протеиновое число 9,6	энерго-протеиновое число 7,7	энерго-протеиновое число 6,5
Валин	мг/100 г	3420,3	3949,9	3978,2
Метионин		1008,3	866,7	668,1
Изолейцин		1329,4	1421,2	1534,0
Лейцин		4041,8	4614,5	4965,5
Фенилаланин		1737,8	1839,7	2081,1
Цистеин		255,6	481,4	528,1
Лизин		2348,2	2566,5	3047,1
Гистидин		1809,6	1755,4	1940,1
Тирозин		656,7	868,3	838,5

Анализ табл. 4 установил, что с уменьшением энерго-протеинового числа большая часть аминокислот увеличивается или изменяется незначительно. Высокое содержание протеина в комбикорме для радужной форели с энерго-протеиновым числом 6,5 объясняет увеличение содержания количества аминокислот.

В табл. 5 представлен жирнокислотный состав комбикормов для радужной форели.

Таблица 5. Жирнокислотный состав комбикормов для радужной форели
Table 5. Fatty acid composition of feed for rainbow trout

Жирная кислота (ЖК)	Формула	Содержание ЖК в % от суммы жирных кислот		
		комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5
Насыщенные кислоты				
Лауриновая	C12:0	0,1	0,1	0,1
Миристиновая	C14:0	8,0	7,1	6,9
Пентадекановая	C15:0	0,5	0,4	0,4
Пальмитиновая	C16:0	15,3	15,7	14,6
Гептадекановая	C17:0	0,4	0,4	0,3
Стеариновая	C18:0	2,6	3,5	3,2
Арахиновая	C20:0	0,2	0,2	0,2
Бегеновая	C22:0	0,1	0,2	0,2
Трикозановая	C23:0	0,3	0,3	0,3



Окончание табл. 5

Жирная кислота (ЖК)	Формула	Содержание ЖК в % от суммы жирных кислот		
		комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5
Мононенасыщенные кислоты				
Миристолеиновая	C14:1	0,1	0,1	0,1
Пальмитолеиновая	C16:1	7,2	6,9	6,8
Гептадеценовая	C17:1	0,3	0,3	0,3
Олеиновая	C18:1	22,1	22,0	21,7
Эйкозеновая	C20:1	10,0	9,8	9,4
Эруковая	C22:1	12,3	11,2	10,9
Нервоновая	C24:1	0,5	0,5	0,4
Полиненасыщенные кислоты				
Линолевая	C18:2 н6	5,1	4,5	4,3
α-Линоленовая	C18:3 н3	1,1	1,0	1,0
Эйкозадиеновая	C20:2 н6	1,9	1,8	1,6
Эйкозатриеновая	C20:3 н3	0,2	0,2	0,2
Эйкозапентаеновая	C20:5 н3	6,2	6,2	6,0
Докозапентаеновая	C22:5 н3	0,5	0,5	0,5
Докозагексаеновая	C22:6 н3	5,0	4,6	4,5

В комбикорме с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание таких незаменимых полиненасыщенных жирных кислот как линолевая на 15,7 %, эйкозадиеновая на 15,8 %, докозагексаеновая на 10 %.

Витаминный состав комбикормов для радужной форели представлен в табл. 6.

Таблица 6. Витаминный состав комбикормов для радужной форели
Table 6. Vitamin composition of feed for rainbow trout

Наименование показателя, единицы измерения	Содержание витамин		
	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5
Витамин Е, мг/100 г	2,5	2,5	2,5
Витамин В ₁ , мг/100 г	0,03	0,04	0,04
Витамин В ₂ , мг/100 г	0,19	0,18	0,18
Витамин В ₆ , мг/100 г	0,024	0,021	0,022



Анализируя данные табл. 6, установлено, что содержание витаминов в комбикормах с разным энерго-протеиновым числом изменяется незначительно. Большее содержание витамина В₂ и В₆ находится в комбикорме с энерго-протеиновым числом 9,6.

Испытания комбикормов с различным энерго-протеиновым отношением проводили на радужной форели в условиях аквариальной института. В каждом варианте опыта было задействовано по 1 аквариуму. Использованы аквариумы объемом по 80 л каждый. В каждый аквариум посадили по 10 экз. радужной форели. Во время проведения эксперимента велся контроль за температурой воды, pH среды и содержанием растворенного в воде кислорода. Температура воды за время эксперимента в аквариуме, где кормилась форель комбикормом с энерго-протеиновым числом 9,6, находилась в пределах 11,0–12,4 °С, комбикормом с энерго-протеиновым числом 7,7 в пределах 15,4–16,8 °С, комбикормом с энерго-протеиновым числом 6,5 в пределах 18,1–20,0 °С, pH воды находилось в пределах –7,6–7,8, содержание растворенного кислорода находилось в пределах 8,2–8,5 мг/л. Кормление форели осуществлялось ежедневно 3 раза в день с интервалом 3 часа по поедаемости в дозе 1,0–3,5 % от массы посаженной рыбы. Учет расхода комбикорма велся ежедневно. Всего эксперимент продолжался 25 дней. Результаты испытаний различных рецептур комбикормов с энерго-протеиновым числом 6,5, 7,7 и 9,6 на рост форели отражены в табл. 7.

Таблица 7. Влияние комбикормов с разным энерго-протеиновым числом на рост радужной форели (25 дней кормления)

Table 7. Effect of compound feeds with different energy-protein content on the growth of rainbow trout (25 days of feeding)

Комбикорм с энерго-протеиновым числом	Среднештучная масса, г		Прирост радужной форели за опыт	
	начало опыта	конец опыта	абсолютный, г	относительный к первоначальной массе, %
6,5	39,50±3,13	55,40±5,95	15,90±3,27	38,58±5,39
6,5	39,40±3,36	55,40±5,90	16,00±2,92	39,43±4,61
6,5	40,10±3,33	56,80±5,55	16,70±2,75	41,48±4,68
Среднее по варианту ±Sx*	39,67±0,22	55,87±0,47	16,20±0,25**	39,83±0,86



Окончание табл. 7

Комбикорм с энерго- протеиновым числом	Среднештучная масса, г		Прирост радужной форели за опыт	
	начало опыта	конец опыта	абсолютный, г	относительный к первоначальной массе, %
7.7	41,40±4,84	58,40±4,55	17,00±1,13	47,98±7,76
7.7	43,40±4,62	60,50±5,46	17,10±1,10	42,50±4,31
7.7	44,30±4,98	61,50±5,68	17,20±1,14	43,07±5,38
Среднее по вари- анту ±Sx	43,03±0,86	60,13±0,91	17,10±0,06**	44,52±1,74
9.6	40,60±4,16	64,20±5,03	23,60±1,13	62,37±5,43
9.6	41,20±4,27	64,20±5,03	23,00±0,92	60,31±5,50
9.6	41,50±4,19	65,40±5,03	23,90±1,09	61,75±5,31
Среднее по вари- анту ±Sx	41,10±0,26	64,60±0,40	23,50±0,26	61,48±0,61

* ±Sx – ошибка средней.

** – Р<0,05.

Как показали исследования, максимальный абсолютный и относительный прирост радужной форели отмечен в варианте с использованием в рационе форели комбикорма с энерго-протеиновым числом 9.6.

Анализ кормовых затрат показал, что наименьший кормовой коэффициент наблюдается при кормлении радужной форели комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6, что отражено в табл. 8.

Таблица 8. Кормовые затраты при использовании комбикормов с разным энерго-протеиновым числом на радужной форели (25 дней кормления)
Table 8. Feed costs when using compound feeds with different energy-protein values for rainbow trout (25 days of feeding)

Наименование варианта	Общая масса, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффи- циент, ед.
	начало кормления	конец корм- ления			
6.5	395,00	554,0	159,00	215,20	1,35
6.5	394,00	554,00	160,00	214,70	1,34
6.5	401,00	568,00	167,00	218,50	1,31
Среднее по варианту ±Sx*	396,67±2,19	558,67±4,67	162,00±2,52	216,13±1,19	1,33±0,01**
7.7	414,00	584,00	170,00	225,60	1,33
7.7	434,00	605,00	171,00	236,50	1,38
7.7	443,00	615,00	172,00	241,40	1,40
Среднее по варианту ±Sx	430,33±8,57	601,33±9,13	171,00±0,58	234,50±4,67	1,37±0,02**



Окончание табл. 8

Наименование варианта	Общая масса, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффициент, ед.
	начало кормления	конец кормления			
9,6	406,00	642,00	236,00	221,30	0,94
9,6	412,00	642,00	230,00	224,50	0,98
9,6	415,00	654,00	239,00	226,20	0,95
Среднее по варианту ±Sx	411,00±2,65	646,00±4,00	235,00±2,65	224,00±1,44	0,96±0,01

* ±Sx – ошибка средней;

** – Р<0,05.

Физиологическое состояние рыбы оценивали по гематологическим показателям крови. Изменение состава рациона отражается на составе крови рыб. Использование полноценных комбикормов положительно влияет на основные гематологические показатели и общее физиологическое состояние рыб. В процессе исследования физиологического состояния рыб, получающих искусственные корма, выделена группа показателей, наиболее чувствительных к неполноте пищи. Это содержание гемоглобина, эритроцитов, а также белка в сыворотке крови. Высокое содержание белка в сыворотке крови является благоприятным признаком, наиболее показательным и стабильным.

Забор крови радужной форели и ленского осетра из опытных групп проводили в течение 30 секунд после извлечения из воды, так как увеличение этого времени приводит к изменениям многих показателей крови. Кровь брали путем отсечения хвостового стебля и стерильным шприцом непосредственно из сердца. В качестве антикоагулянта использовали гепарин.

Оценку результатов проводили, ориентируясь на нормативные показатели крови форели и осетра [6] и научную литературу [7–9]. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9. Основные гематологические показатели крови радужной форели
Table 9. Main hematological parameters of rainbow trout blood

Образец	Общий белок сыворотки, г/л	Количество гемоглобина, г/л	СОЭ, мм/ч	Содержание эритроцитов, $10^{12}/\text{л}$
Энерго-протеиновое число 6,5	30,1±2,2	83,0±0,6	3,0±0,3	1,1±0,05
Энерго-протеиновое число 7,7	29,2±2,9	90,0±0,8	2,5±0,2	1,0±0,1



Окончание табл. 9

Образец	Общий белок сыворотки, г/л	Количество гемоглобина, г/л	СОЭ, мм/ч	Содержание эритроцитов, $10^{12}/\text{л}$
Энерго-протеиновое число 9,6	28,2±1,4	89,0±1,4	2,6±0,2	1,0±0,05
Норматив	15,0–62,0	30–115	1–4	0,8–1,6

Как показали результаты исследований в табл. 9, по всем гематологическим показателям кровь радужной форели соответствует нормативным показателям. Наиболее достоверно высокое содержание белка в сыворотке крови отмечено для варианта комбикорма с энерго-протеиновым числом 6,5, гемоглобина с энерго-протеиновым числом 7,7 и 9,6.

Был изучен биохимический состав радужной форели после кормления. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10. Биохимический состав тела форели
Table 10. Biochemical composition of the trout body

Образец	Содержание в теле рыбы, %				
	влажность	сухое вещество	белок	зольность	жирность
Энерго-протеиновое число 6,5	74,32	25,68	17,66	2,05	5,97
	74,56	25,44	18,07	2,03	5,34
Среднее значение	74,44±0,24	25,56±0,24	17,87±0,41	2,04±0,02	5,66±0,63
Энерго-протеиновое число 7,7	71,54	28,46	19,87	3,06	5,53
	72,62	27,38	19,35	2,90	5,13
Среднее значение	72,08±1,08	27,92±1,08	19,61±0,52	2,98±0,16	5,33±0,40
Энерго-протеиновое число 9,6	72,49	27,51	17,97	2,64	6,90
	73,40	26,60	17,15	2,24	7,21
Среднее значение	72,95±0,91	27,05±0,91	17,56±0,82	2,44±0,40	7,06±0,31

Анализ полученных данных показал, что наибольшее количество сухого вещества и протеина отложено в мышцах форели при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 7,7. Наибольшая жирность рыбы наблюдается при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 9,6.

Выводы.

Установлено, что с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание сырого жира, а протеина уменьшает-



ся. Содержание же сырой клетчатки и углеводов изменяется между образцами незначительно. С увеличением энерго-протеинового числа увеличивается кислотность комбикорма и уменьшается его рН. Изменение кислотности комбикорма и рН можно объяснить различным качественным и количественным содержанием жира в его составе. Выявлено, что с уменьшением энерго-протеинового числа большая часть аминокислот увеличивается или изменяется незначительно. В комбикорме с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание таких незаменимых полиненасыщенных жирных кислот как линолевая на 15,7 %, эйкозадиеновая на 15,8 %, докозагексаеновая на 10 %. Установлено, что содержание витаминов в комбикормах с разным энерго-протеиновым числом изменяется незначительно. Большее содержание витамина В₂ и В₆ находится в комбикорме с энерго-протеиновым числом 9.6. Максимальный абсолютный и относительный прирост радужной форели отмечен в варианте с использованием в рационе форели комбикорма с энерго-протеиновым числом 9.6. Анализ кормовых затрат показал, что наименьший кормовой коэффициент наблюдается при кормлении радужной форели комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6. По всем гематологическим показателям кровь радужной форели соответствует нормативным показателям. Наиболее достоверно высокое содержание белка в сыворотке крови отмечено для варианта комбикорма с энерго-протеиновым числом 6.5, гемоглобина с энерго-протеиновым числом 7.7 и 9.6. Наибольшее количество сухого вещества и протеина отложено в мышцах форели при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 7.7. Наибольшая жирность рыбы наблюдается при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6.

Список использованных источников

1. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
2. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : С.-х. технологии, 2015. – 292 с.



3. Джабаров, М. И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий / М. И. Джабаров. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – 213 с.
4. Продукт переработки масличных культур – ингредиент комбикормов для осетровых рыб / С. В. Чехранова, О. В. Жаркова, А. В. Загоруйко, В. А. Москвцева // Инновационные технологии и ветеринарная защита при интенсивном производстве продукции животноводства : материалы нац. конф., Волгоград, 18–20 мая 2016 г. / Волгогр. гос. аграр. ун-т ; редкол.: А. С. Овчинников (глав. ред.) [и др.]. – Волгоград, 2016. – С. 56–60.
5. Verstegen, M. W. A. Crystalline amino acids and nitrogen emission / M. W. A. Verstegen, A. W. Jongbloed // Amino Acids in Animal Nutrition / ed. by J. P. F. DrMello. – 2nd ed. – Wallingford, 2003. – P. 449–458.
6. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб) / Н. Т. Иванова. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1982. – 184 с.
7. Скляров, В. А. Кормление рыб : справочник / В. А. Скляров, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рожков. – М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. – 120 с.
8. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб // Методические указания и рекомендации по лабораторным диагностическим исследованиям. – М., 1999. – С. 69–85.
9. Практикум по ихтиопатологии / Н. А. Головина, Е. В. Авдеев, Е. Б. Евдокимова [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. – М. : МОРКНИГА, 2016. – 416 с.

Reference

1. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* (preimushchestvenno presnovodnykh) [Guidelines for the study of fish (mainly freshwater)]. 4th ed. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 376 p. (in Russian).
2. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow, Sel'skokhozyaistvennye tekhnologii Publ., 2015. 292 p. (in Russian).
3. Dzhabarov M. I. *Aminokislotnyi sostav tkanei razlichnykh vidov ryb v ontogeneze i pri izmenenii ekologicheskikh uslovii* [Amino acid composition of tissues of various fish species in ontogenesis and under changing environmental conditions]. Moscow, VNIRO Publ., 2006. 213 p. (in Russian).
4. Chekhranova S. V., Zharkova O. V., Zagoruiiko A. V., Moskovtseva V. A. The product of processing oilseeds is an ingredient in compound feeds for sturgeon fish. *Materialy natsional'noi konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii i veterinarnaya zashchita pri intensivnom proizvodstve produktov zhivotnovodstva»* [Proc. of the Nat. conf. «Innovative technologies and veterinary protection in intensive production of livestock products»]. Volgograd, 2016, pp. 56–60 (in Russian).



5. Verstegen M. W. A., Jongbloed A. W. Crystalline amino acids and nitrogen emission. *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. Wallingford, 2003, pp. 449–458.
 6. Ivanova N. T. *Atlas kletok krovi ryb (sравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб)* [Atlas of fish blood cells (comparative morphology and classification of shaped elements of fish blood)]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1982. 184 p. (in Russian).
 7. Sklyarov V. A., Gamygin E. A., Rozhkov L. P. *Kormlenie ryb* [Fish feeding]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1984. – 120 p. (in Russian).
 8. Guidelines for conducting hematological examination of fish. *Metodicheskie ukazaniya i rekomendatsii po laboratornym diagnosticheskim issledovaniyam* [Guidelines and recommendations for laboratory diagnostic tests]. Moscow, 1999, pp. 69–85 (in Russian).
- Golovina N. A., Avdeeva E. V., Evdokimova E. B., Kazimirchenko O. V., Kotlyarchuk M. Yu. *Praktikum po ikhiopatologii* [Ichthyopathology Workshop]. Moscow, Mornniga Publ., 2016. – 416 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Кошак Жанна Викторовна – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Рыбкина Евгения Евгеньевна – научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: zenarybkina599@gmail.com

Information about the authors

Zhanna V. Koshak – Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Evgeniya E. Rybkina – Junior Researcher, Feed Laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru



**М. Н. Исаенко, В. Д. Сенникова, С. Н. Пантелеев,
С. И. Ракач, М. И. Агеенко, И. К. Голушкива**

*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СТАРШЕГО РЕМОНТА ЯЗЯ (*LEUCISCUS IDUS*), В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ БЕЛАРУСИ

Аннотация. В данной статье представлены результаты комплексных исследований абиотических и биотических условий выращивания старшего ремонта (четырехлетков) язя в поликультуре в прудах СПУ «Изобелино» Минской области (II зона рыбоводства). К абиотическим факторам относятся компоненты неживой природы, такие как химический состав воды и ее физические параметры (температура, концентрация растворенного кислорода, прозрачность и др.). Биотические факторы включают разнообразные межвидовые и внутривидовые отношения, в частности взаимодействия с кормовыми организмами, хищниками, паразитами и конкурентами.

В ходе исследования проведен анализ гидрохимических параметров водной среды, включающий показатели растворенного кислорода, pH, температуры, концентраций аммонийного азота, нитратов, нитритов, фосфатов и железа, которые находились в пределах нормативных значений и обеспечивали благоприятные условия для роста и развития рыбы. Изучено видовое разнообразие и количественное развитие фитопланктона и зоопланктона. Проведенные исследования по изучению абиотических и биотических показателей выращивания четырехлетков язя позволят установить оптимальные гидрохимические и гидробиологические параметры среды для выращивания ремонта язя при содержании его в прудах. Это обеспечит возможность определения технологических критериев формирования ремонтно-маточных стад, позволит собрать массив данных для создания в дальнейшем технологии содержания и выращивания ремонтно-маточных стад язя в производственных условиях. Актуальность таких исследований обусловлена тем, что для ремонта язя в условиях II и III рыбоводных зон



данные по оптимальным параметрам среды в настоящее время практически не изучены.

Ключевые слова: язь, четырехлеток, старший ремонт, гидрохимические показатели, фитопланктон, зоопланктон, прудовое рыбоводство

**Marina N. Isaenko, Violetta D. Sennikova, Sergey N. Panteley,
Svetlana I. Rakach, Maria I. Ageenko, Ina K. Haluskova**

*Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

ESTABLISHING OPTIMAL PARAMETERS FOR REARING MATURE IDE (LEUCISCUS IDUS) BREEDING STOCKS IN BELARUSIAN POND FACILITIES

Abstract. This article presents the results of comprehensive studies of abiotic and biotic conditions of growing senior repair (four-year-olds) of the ide in polyculture in the ponds of the SPU "Izobelino" of the Minsk region (II zone of fish farming). To abiotic factors belong components of non-living nature, such as the chemical composition of water and its physical parameters (temperature, dissolved oxygen concentration, transparency, etc.). Biotic factors include a variety of interspecies and intraspecific relations, in particular interactions with forage organisms, predators, parasites and competitors.

The study included an analysis of the hydrochemical parameters of the aquatic environment, including dissolved oxygen, pH, temperature, and concentrations of ammonium nitrogen, nitrates, nitrites, phosphates, and iron, which were within the normal range and provided favorable conditions for fish growth and development. The study also examined the species diversity and quantitative development of phytoplankton and zooplankton.

Keywords: ide, four-year-old, senior repair, hydrochemical indicators, phytoplankton, zooplankton, pond fish farming

Введение. Формирование ремонтно-маточного стада рыб требует создания оптимальных экологических условий содержания и эксплуатации, обеспечивающих максимальный уровень выживаемости, быстрое достижение половой зрелости и эффективное развитие гонад, а также высокую плодовитость особей. Рыбы, как представители водных экосистем, находятся в постоянном взаимодействии с абиотическими и биотическими факторами среды.



К абиотическим факторам относятся компоненты неживой природы, такие химический состав воды и ее физические параметры (температура, концентрация растворенного кислорода, прозрачность и др.). Биотические факторы включают разнообразные межвидовые и внутривидовые отношения, в частности взаимодействия с кормовыми организмами, хищниками, паразитами и конкурентами.

Из многочисленного спектра внешних факторов, оказывающих влияние на метаболизм рыб, целесообразно выделять те, с которыми рыбы сталкиваются в естественных условиях обитания и к которым они эволюционно адаптированы. К числу таких факторов относятся гидрохимические и гидробиологические параметры среды, играющие ключевую роль в жизнедеятельности рыб. Именно к ним приспособлены физиологические, биохимические и биологические процессы в организме, обеспечивающие нормальное функционирование и развитие. Нарушение оптимальных значений этих факторов приводит к снижению продуктивности и репродуктивного потенциала ремонтно-маточного стада [1, 2].

Таким образом, обеспечение соответствующих гидрохимических и гидробиологических условий является необходимым условием для успешного формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада рыб, способствующим поддержанию их жизнеспособности и высокой репродуктивной способности.

Проведение исследований по изучению абиотических и биотических показателей выращивания четырехлетков язя позволило установить оптимальные гидрохимические и гидробиологические параметры среды для выращивания ремонта язя при содержании его в прудах, что дало возможность определения технологических критериев формирования ремонтно-маточных стад, собрать массив данных для создания в дальнейшем технологии содержания и выращивания ремонтно-маточных стад язя в производственных условиях. Актуальность таких исследований обусловлена тем, что для условий рыбоводческих хозяйств II и III рыбоводных зон оптимальные параметры среды для формирования ремонтных групп язя не были известны.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные работы проводились в СПУ «Изобелино» Минской области (II зона рыбоводства). Объектом исследований были четырехлетки язя. Предмет исследований – влияние гидрохимических, гидробиоло-



гических и технологических показателей на выращивание четырехлетков язя в прудах с целью разработки технологии содержания и выращивания ремонтно-маточных стад язя.

Сбор, фиксацию и обработку проб воды для проведения гидрохимических анализов проводили, руководствуясь общепринятыми методиками [3–5]. Для концентрации фитопланктона применяли осадочный метод [6]. Подсчет клеток проводили в камере Фукса-Розенталя, биомассу рассчитывали счетно – объемным методом А. И. Киселева [6, 7]. При определении видового состава фитопланктона использовали определители [8, 9]. Количественные пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 20 л прудовой воды, отобранный из разных точек пруда, через сеть Апштейна (нейлоновое сито № 78) [10]. При определении видового состава пользовались определителями [10, 11]. Для подсчета биомассы зоопланктона использовали таблицы индивидуальных масс организмов [11].

Результаты исследований и их обсуждение. Летнее содержание четырехлетков язя в условиях, идентичных создавшимся в предыдущие годы исследований, при выращивании младших возрастных групп в монокультуре с плотностью, позволяющей достигать рыбопродуктивности 300–400 кг/га, не позволило получить удовлетворительных результатов по приростам и выживаемости, в целом рыбопродуктивность была низкой (186,4 кг/га). Вероятно, на этапе активного формирования половой системы большое значение имеет доступность характерных для язя компонентов естественной кормовой базы прудов – крупных личинок насекомых и их имаго, практически не потребляемых другими прудовыми рыбами.

В связи с этим был поставлен эксперимент по выращиванию четырехлетков язя при невысокой плотности посадки (50 кг/га по выходу) в поликультуре с другими карповыми рыбами (600–700 кг/га по выходу) в производственных нагульных прудах.

Для определения соответствия условий содержания четырехлетков язя в СПУ «Изобелино» требованиям прудовых карповых рыб проводился сезонный мониторинг основных гидрохимических и гидробиологических показателей.

Газовый и гидрохимический режим. В ходе проведенных исследований было установлено, что при выращивании четырехлетков язя в прудах СПУ «Изобелино» в поликультуре основные показа-



тели гидрохимического режима были благоприятными для выращивания рыбы и близкими к нормативным для прудовых карповых рыб. Изменение традиционного состава ихтиофауны не оказывало негативного влияния на показатели гидрохимического режима. Концентрации нитритов, нитратов, аммонийного азота, фосфатов, железа, уровень pH и величина перманганатной окисляемости воды не превышали допустимых значений для летних карповых прудов [12, 13] (табл. 1). Как видно из данных, приведенных в табл. 1, величина водородного показателя была в пределах 6,64–7,6, температура воды в период исследований варьировала от 17,0 до 22,1 °С. Концентрация аммонийного азота колебалась в пределах от 0,45 до 0,546 мгN/л, нитратов от 0,099 до 0,10 мгN/л, нитритов от нижнего предела определения до 0,037 мгN/л, фосфатов от 0,056 до 0,057 мгP/л.

Таблица 1. Гидрохимические показатели водной среды при выращивании старшего ремонта язя (четырехлетков), в прудах СПУ «Изобелино»

Table 1. Hydrochemical indicators of the aquatic environment during the cultivation of senior repair of ide (four-year-olds) in the ponds of the Izobelino SPU

№ п/п	Показатели	Значения показателей	Нормативы согласно ОСТ 15-247-81
1	Кислород растворенный, мг О ₂ /л,	6,6–8,0	6,0–8,0, не ниже 4,0
2	Водородный показатель, pH	6,64–7,6	7,0–8,5, доп.6,5 – 9,0
3	Температура, °С	17–22,1	–
4	Аммонийный азот, мгN/л,	0,45–0,546	0,5, не более 1,0
5	Нитраты, мгN/л	0,099–0,10	0,2–1,0, не более 3,0
6	Нитриты, мгN/л	0,0–0,037	0,02–0,1, не более 0,3
7	Фосфаты, мгP/л	0,056–0,057	0,1, не более 0,5
8	Общая жесткость, мг-экв/л	2,0–3,7	2–6, доп.1,5–7,0
9	Железо общее, мг/л	0,024–0,39	не более 1,8–2,0
10	Окисляемость перманганатная, мгO ₂ /л	13,0–13,30	10,0–15,0, доп. до 30,0

Общая жесткость воды колебалась в пределах от 2,0 до 3,7 мг-экв/л, содержание общего железа от 0,024 до 0,39 мг/л. Перманганатная окисляемость не превышала 13,30 мгO₂/л. При сопостав-



лении полученных показателей с нормативными можно заключить, что превышений не было.

Содержание кислорода в воде в период исследований в целом находилось в пределах оптимальных значений, колеблясь от 6,6 до 8,0 мгО₂/л. В середине августа было зафиксировано кратковременное снижение уровня кислорода в некоторых прудах, однако это значение не опустилось ниже допустимого предела.

Таким образом, исходя из анализа полученных данных, можно констатировать, что изменение структуры ихтиофауны за счет добавления небольшого количества четырехлетков язя (50 кг/га по выходу) не оказывает негативного влияния на гидрохимический режим. Вполне приемлемыми для выращивания старшего ремонта (четырехлетков) в поликультуре с традиционными карповыми рыбами язя будут условия, при которых содержание кислорода должно находиться в пределах 6,6–8,0 мгО₂/л, в период наибольшего биологического потребления не ниже 4,0 мгО₂/л, рН – 6,64–7,6, температура воды на уровне 17,0–22,1 °С, аммонийный азот – 0,45–0,546 мгN/л, нитраты – 0,099–0,10 мгN/л, нитриты – 0,0–0,037 мгN/л, фосфаты – 0,056–0,057 мгР/л, общая жесткость – 2,0–3,7 мг-экв/л, железо общее – 0,024–0,39 мг/л, окисляемость перманганатная – 13,0–13,30 мгО₂/л.

Биотические условия. Фитопланктон играет важную роль при содержании рыб в прудах, поскольку он оказывает комплексное влияние на качество воды и определяет величину естественной рыбопродуктивности. Он является основным продуцентом автохтонного органического вещества для временного гидробиоценоза пруда. Сбалансированное развитие фитопланктона способствует формированию качественного и стабильного кормового комплекса.

Достаточный уровень количественного развития фитопланктона обеспечивает интенсивность фотосинтеза, достаточную для поддержания приемлемой концентрации кислорода в воде. Оптимальный кислородный режим способствует снижению стрессовых состояний и повышению иммунитета рыб, что положительно влияет на их рост и выживаемость.

Кроме того, фитопланктон регулирует концентрации веществ, способных оказывать негативное влияние на рыб, влияя на про-



зрачность воды и качество среды обитания ремонтного стада. Формирование эффективного сообщества фитопланктона в пруду, обладающего высокой продуктивностью и содержащего минимум токсичных или малоэффективных видов, является необходимым условием при выращивании вида рыб, преимущественно использующего для питания компоненты естественной кормовой базы, особенно при закладке воспроизводственных качеств. В связи с этим было проведено исследование структуры и показателей количественного развития фитопланктонного сообщества при выращивании четырехлетков язя в поликультуре с традиционными карпоподовыми рыбами в производственных прудах СПУ «Изобелино».

В ходе исследований обнаружен 21 таксон водорослей: зеленые – 6 таксонов; сине-зеленые – 5; диатомовые – 4; пирофитовые – 4, эвгленовые – 1, то есть видовое разнообразие сообщества было довольно высоким. Доминировали представители сине-зеленых водорослей – *Microcystis sp.*, *Oscillatoria limnetica*, из диатомовых – *Cyclotella sp.*, из эвгленовых водорослей – *Trachelomonas volvocina*. Уровень количественного развития планктонных водорослей в прудах при выращивании четырехлетков язя был невысоким (табл. 2).

Таблица 2. Средние показатели количественного развития фитопланктона при летнем выращивании старшего ремонта язя (четырехлетков), в прудах СПУ «Изобелино»

Table 2. Average indicators of quantitative development of phytoplankton during summer cultivation of senior repair of the ide (four-year-olds) in the ponds of the Izobelino SPU

Отделы водорослей	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./л	%	мг/л	%
Зеленые	3500	41,8	2,65	14,8
Сине-зеленые	2625	31,3	11,83	65,8
Диатомовые	1750	20,9	2,15	12,0
Пирофитовые	500	6,0	1,33	7,4
Эвгленовые	–	–	–	–
Итого	8375	100	17,96	100

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, среднесезонная численность планктонных водорослей составила



8375 тыс. экз./л, биомасса – 17,96 мг/л. По численности в фитопланктоне доминируют зеленые водоросли (41,8 %), по биомассе (65,8 %) преобладают более примитивные и менее требовательные к условиям сине-зеленые водоросли.

Потенциальная рыбопродуктивность, которая могла бы быть получена за счет сообщества фитопланктона при условии выращивания фильтратора фитопланктона (например, толстолобика) в исследованных прудах, составила 342 кг/га. Однако с учетом того, что фитопланктон выращиваемым ихтиокомплексом (карп, белый амур, пестрый толстолобик, язь) мог использоваться только опосредованно, эта величина расчетно не превышает 102,6 кг.

Количество фитопланктона является ключевым фактором, определяющим численность ракообразных – фильтраторов, консументов первого порядка в пастбищных водных экосистемах. Фитопланктон выступает в качестве источника органики для этих организмов, обеспечивая необходимую энергию и биомассу для их метаболической активности и репродукции. Следовательно, вариации в концентрации и составе фитопланктона могут оказывать прямое влияние на динамику популяций ракообразных, что, в свою очередь, оказывает значимое воздействие на функционирование трофических цепей и биопродуктивность экосистемы в целом. Однако в отдельных случаях, при низких концентрациях растворенных биогенов и обилии органики, в гидробиоценозах преобладают детритные цепи. При этом продуктивность первичных консументов может быть не ниже величин, характерных для пастбищных гидробиоценозов. В таких системах интенсивно расходуется кислород, пополнение запасов которого осуществляется за счет осадков, нагонно-ветровых явлений, то есть нестабильно. В связи с этим были оценены количественные и качественные показатели сообщества зоопланктона, определена доля продукции за счет детритных и пастбищных цепей, определена потенциальная рыбопродуктивность.

В зоопланктонном сообществе прудов СПУ «Изобелино», предназначенных для выращивания ремонтного язя, выявлено 18 таксонов. Ветвистоусые ракообразные представлены пятью таксонами, веслоногие – тремя, коловратки – десятью таксонами. Доминирующими компонентами зоопланктона выступают коловратки и веслоногие ракообразные, среди которых ключевыми ви-



дами являются *Brachionus calyciflorus*, *Filinia longiseta* и представители рода *Cyclops*. Данное видовое разнообразие и структурная доминанта указывают на значительную роль коловраток и веслоногих раков в формировании трофической базы в условиях рассматриваемых прудов (табл. 3).

Таблица 3. Средние показатели количественного развития зоопланктона при летнем выращивании старшего ремонта язя (четырехлетков), в прудах СПУ «Изобелино»

Table 3. Average indicators of quantitative development of zooplankton during summer cultivation of senior repair of the ide (four-year-olds) in the ponds of the Izobelino reproduction and selection complex

Класс	Биомасса		Численность	
	мг/л	%	тыс. экз./м ³	%
Cladocera	0,05	3,11	0,3	1,07
Copepoda	1,31	81,37	8,7	31,07
Rotatoria	0,25	15,52	19,0	67,86
Итого	1,61	100	28,0	100

Как видно из данных, приведенных в табл. 3, максимальные показатели численности наблюдались у коловраток и составили 19,0 тыс. экз./м³. В то же время по величине биомассы доминировали веслоногие ракообразные с показателем 1,31 мг/л. Веслоногие раки обеспечивали 81,37 % от общей биомассы зоопланктона, тогда как коловратки формировали 67,86 % от общей численности сообщества. Сезонная продукция зоопланктона составила расчетно 35,42 г/м³. Это могло обеспечить 50,6 кг/га рыбопродукции за счет зоопланктона. В то же время продукция фитопланктона обеспечивала только 8,8 кг/га продукции зоопланктона, соответственно, 41,8 кг/га продуцировалось в детритных пищевых цепях. Это могло создавать предпосылки для высокого биохимического потребления кислорода и ухудшения кислородного режима, что и наблюдалось в середине августа. Поэтому при выращивании старшего ремонта язя в условиях поликультуры при преобладании детритных пищевых цепей в гидробиоценозе необходимо контролировать количество доступных для фитопланктона биогенов, поддерживая их на достаточном уровне за счет использования минеральных удобрений. Это позволит поддерживать концентрацию кислорода в воде на необходимом уровне.



В пробах грунта, отбиравшихся для изучения количественного и качественного состава макрозообентоса, на протяжении всего сезона выявлялись лишь единичные особи хирономид и олигохет. Общая биомасса макрозообентоса не превышала 0,15 г/м², что свидетельствует о значительном снижении или практически полном исчезновении этой группы организмов из гидробиоценоза. Такая элиминация, вероятно, связана с высокой плотностью посадки карпа, который своим питанием оказывает давление на донные сообщества, снижая численность и биомассу макрозообентоса.

Исходя из полученных величин, можно заключить, что достигнутая рыбопродуктивность (в целом на уровне 8,0 ц/га) достигалась преимущественно за счет комбикормов. Однако при анализе содержимого кишечника язя частицы комбикорма встречались редко.

Язь в четырехлетнем возрасте является активным консументом второго и даже третьего порядка, потребляя крупные растительно- и животновядные организмы, зачастую недоступные другим рыбам из-за мощного хитинового покрова, наличия оборонительных приспособлений (личинки и имаго насекомых), высокой скорости передвижения (мелкая сорная рыба). К тому же язь приспособлен для охоты на имаго околоводных насекомых. Поэтому невысокие производственные показатели первичных производителей и консументов 1 порядка, как это видно по достигнутым рыбоводным результатам, не оказывали негативного влияния на четырехлетков язя при плотности посадки (по выходу) 50 кг/га, однако были достаточными для обеспечения потребностей как компонентов его кормовой базы, так и других рыб.

Результаты выращивания. Вариант выращивания ремонтного стада язя в нагульных прудах в поликультуре с карповыми рыбами позволил достигнуть весьма высоких приростов.

В табл. 4 приведена сравнительная характеристика размерно-весовых показателей, темпа роста, коэффициента упитанности и прогонистости разновозрастного язя, выращенного при разных условиях выращивания в СПУ «Изобелино».

В прудах СПУ «Изобелино» за летний период выращивания общая средняя длина племенных четырехлетков язя возросла в 1,6 раза и составила $34,3 \pm 0,22$ см против $21,55 \pm 0,48$ см у трехгодовиков. Соответственно и длина тела рыбы также увеличилась



в 1,6 раза и была на уровне 28,7 см, в среднем, против 17,5 см у трехгодовиков язя. Средняя индивидуальная масса рыбы после летнего выращивания в прудах увеличилась в 5,22 раза и была высокой – $532,7 \pm 5,56$ г. При этом средний индивидуальный прирост массы четырехлетних язей был достаточно значительным и составил 430,72 г, что согласуется с результатами выращивания племенного материала язя данного возраста в России [14, 15].

Таблица 4. Размерно-весовые показатели, темп роста, коэффициент упитанности и прогонистости разновозрастного язя, выращенного при разных условиях выращивания в СПУ «Изобелино»

Table 4. Assessment of growth performance and body conformation parameters for age-structured ide populations reared at in the ponds of the Izobelino reproduction and selection complex

Возраст рыбы	Показатели и коэффициенты					Абсолютный прирост массы, г
	длина рыбы, см	длина тела рыбы, см	масса рыбы, г	коэффициент упитанности, %	прогонистость, ед.	
вариант 1 – монокультура (185 кг/га)						
трехлеток	21,07	17,34	101,7	1,95	3,41	56,03
вариант 2 – поликультура (до 50 кг/га)						
четырехлеток	34,3	28,7	532,7	2,26	3,02	430,72

Как видно из табл. 4, прирост в поликультуре был значительно выше – 430,72 г против 56,03 г. Это подтверждает, что низкая плотность посадки способствует более устойчивому росту. Кроме того, при низкой плотности посадки (поликультура до 50 кг/га) наблюдаются более высокие показатели коэффициента упитанности, что способствует лучшему накоплению жира и, как следствие, формированию гонад. Повышенных по сравнению со стандартом значений прогонистости, у исследованных особей язя не наблюдалось, что свидетельствует об их удовлетворительном состоянии. Индекс прогонистости у обследованных четырехлетков язя снизился по сравнению с трехлетками до 3,02 ед., в среднем (по сравнению с 3,41 ед. у трехлетков язя) и по норме был близок к широкоспинной форме карпа, что согласуется с литературными данными для производителей язя, выращенных в прудовых условиях российских рыбоводных хозяйств (3,0 ед. для самок и 3,2 ед. для самцов, в среднем) [14, 15]. На основании этого можно сделать вывод, что снижение общей плотности посадки язя при со-



держании его в условиях поликультуры с традиционными прудовыми рыбами, положительно влияет на темп роста и сроки формирования гонад.

Заключение. В ходе проведенных исследований установлено, что оптимальным вариантом выращивания старших ремонтных групп язя, позволившим достигнуть весьма высоких приростов, является их выращивание при невысокой плотности посадки (50 кг/га по выходу) в поликультуре с карповыми рыбами. Индивидуальные приrostы за сезон выращивания (май–октябрь) ремонтных четырехлетков язя составляют 400 г и более.

При изучении абиотических и биотических условий выращивания старшего ремонта (четырехлетков) язя установлено, что даже при выращивании в качестве дополнительного объекта в поликультуре с карповыми рыбами условия содержания соответствовали базовым потребностям четырехлетков язя и других карповых рыб. Анализ рыболовных данных показал, что сформировавшиеся абиотические и биотические условия летнего выращивания племенных четырехлетков язя были однозначно благоприятными, что подтверждается полученными рыболовными данными. Средняя масса племенных четырехлетков язя, выращенных в прудовых условиях Беларуси, была достаточно высокой для рыб данного возраста $532,7 \pm 5,56$ г.

Полученные данные послужат основой для разработки рекомендаций по формированию оптимальных условий для ремонтного стада язя в условиях прудовых хозяйств Беларуси.

Список использованных источников

1. Шуреева, У. С. Влияние факторов окружающей среды на развитие организмов / У. С. Шуреева // Актуальные проблемы права, экономики и управления. – 2014. – № 10. – С. 209–210.
2. Комаристая, К. О. Анализ некоторых экологических факторов / К. О. Комаристая // Проектирование и строительство : сб. науч. тр. 4-й Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 13 марта 2020 г. / Юго-Зап. гос. ун-т ; редкол.: С. В. Дубраков [и др.]. – Курск, 2020. – С. 167–170.
3. Ромейс, Б. Микроскопическая техника / Б. Ромейс ; пер. с нем. В. Я. Александрова, З. И. Крюкова ; под ред. и с предисл. И. И. Соколова. – М. : Изд-во иностр. лит., 1953. – 719 с.



4. Методические указания по организации гидрохимической службы в прудовых рыбоводных хозяйствах : утв. 14 апр. 1976 г. / М-во рыбного хоз-ва СССР, Всесоюз. НИИ прудового рыб. хоз-ва. — М. : [б. и.], 1976. — 115 с.
5. Унифицированные методы анализа вод СССР / Гос. ком. гидрометеорологии и контроля природ. среды СССР, Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике. — Л. : Гидрометеоиздат, 1978. — Вып. 1. — 144 с.
6. Киселев, И. А. Методы исследования планктона / И. А. Киселев // Планктон морей и континентальных водоемов : [в 2 т.] / И. А. Киселев. — Л., 1969. — Т. 1 : Водные и общие вопросы планктологии. — Гл. 7. — С. 140–416.
7. Усачев, П. И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона / П. И. Усачев // Труды Всесоюзного гидробиологического общества : [сб. ст.] / АН СССР. — М., 1961. — Т. 11. — С. 411–415.
8. Эргашев, А. Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии : [в 2 кн.] / А. Э. Эргашев. — Ташкент : Фан, 1979. — Кн. 1 : Тетраспоровые — Tetrasporales и Хлорококковые — Chlorococcales. — 343 с.
9. Эргашев, А. Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии : [в 2 кн.] / А. Э. Эргашев. — Ташкент : Фан, 1979. — Кн. 2 : Хлорококковые — Chlorococcales. — 383 с.
10. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР : планктон и бентос / Г. Г. Винберг, О. И. Чибисова, Н. С. Гавская [и др.] ; отв. ред.: Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. — Л. : Гидрометеоиздат, 1977. — 511 с.
11. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) : подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida) / Л. А. Кутикова. — Л. : Наука, 1970. — 744 с.
12. Качество водной среды летних рыбоводных прудов (по ОСТ 15-247-81) // Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств. — Введ. 26.04.1985. — URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/normy/5/rybovodno-biologicheskie_normy_dlya_ekspluatatsii_prudovykh.html (дата обращения: 10.07.2025).
13. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. — Введ. 01.08.2009. — Мин. : Госстандарт, 2009. — 10 с.
14. Серветник, Г. Е. Язь — перспективный объект сельскохозяйственного рыбоводства / Г. Е. Серветник // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. — 2018. — № 5. — С. 80–84.
15. Маслова, Н. И. Язь как объект поликультуры / Н. И. Маслова, А. Б. Петрушин // Рыбное хозяйство / ВНИЭРХ. — М., 2000. — Вып. 3. — С. 14–23.

**Reference**

1. Shureeva U. S. The influence of environmental factors on the development of organisms. *Aktual'nye problemy prava, ekonomiki i upravleniya = Current problems of law, economics and management*, 2014, no. 10, pp. 209–210 (in Russian).
2. Komaristaya K. O. Analysis of some environmental factors. *Sbornik nauch. tr. 4-i Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh, aspirantov, magistrów i bakalavrov «Proektirovanie i stroitel'stvo»* [Proc. of the 4th Intern. Scientific a. Practical Conf. of Young Scientists, Postgraduates, Masters a. Bachelors «Design and construction»]. Kursk, 2020, pp. 167–170 (in Russian).
3. Romeis B. *Taschenbuch der Mikroskopischen Technik*. 15 ausg. Munich, Druck u. Verlag von R. Oldenbourg, 1948. 568 S. (Russ. ed.: Aleksandrova V. YA., Kryukova Z. I., Sokolov I. I. (ed.) *Mikroskopicheskaya tekhnika*. Moscow, Inostrannaya literatura Publ., 1953. 719 p.).
4. *Metodicheskie ukazaniya po organizatsii gidrokhimicheskoi sluzhby v prudovykh rybovodnykh khozyaistvakh : utv. 14 apr. 1976 g.* [Methodological guidelines for the organization of hydrochemical services in pond fish farms : approved on April 14, 1976]. Moscow, 1976. 115 p. (in Russian).
5. *Unifitsirovannye metody analiza vod SSSR* [Unified methods of water analysis of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1978, no. 1, 144 p. (in Russian).
6. Kiselev I. A. Methods of plankton research. *Plankton of seas and continental reservoirs* [Plankton of seas and continental reservoirs]. Leningrad, 1969, pp. 140–416 (in Russian).
7. Usachev P. I. Quantitative methods of phytoplankton collection and treatment. *Trudy Vsesoyuznogo gidrobiologicheskogo obshchestva* [Proceedings of the All-Union Hydrobiological Society]. Moscow, 1961, no. 11, pp. 411–415 (in Russian).
8. Ehrgashev A. E. Opredelitel' protokokkowych vodoroslei Srednei Azii [Determinant of protococcal algae of Central Asia]. Tashkent, Fan Publ., 1979, bk. 1, 343 p. (in Russian).
9. Ehrgashev A. E. Opredelitel' protokokkowych vodoroslei Srednei Azii [Determinant of protococcal algae of Central Asia]. Tashkent, Fan Publ., 1979, bk. 2, 383 p. (in Russian).
10. Vinberg G. G., Chibisova O. I., Gaevskaya N. S. [et al.] *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR: plankton i benthos* [Identification of Freshwater Invertebrates of the European Part of the USSR: Plankton and Benthos]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977. 511 p. (in Russian).
11. Kutikova L. A. *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria): podklass Eurotatoria (otryady Ploimida, Monimotrichida, Paedotrichida)* [Rotifers of the fauna of the



- USSR (Rotatoria): subclass Eurotatoria (orders Ploimida, Monimotrichida, Paedotrichida)]. Leningrad, Nauka Publ., 1970. 744 p. (in Russian).
12. Quality of the aquatic environment of summer fish ponds (according to Industry standard 15-247-81). *Rybovodno-biologicheskie normy dlya eksploatatsii prudovykh khozyaistv* [Fish-breeding and biological standards for the operation of pond farms]. Available at: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/normy/5/rybovodno-biologicheskie_normy_dlya_ekspluatatsii_pрудовыkh.html (accessed: 10.07.2025) (in Russian).
 13. STB 1943-2009. *Voda rybovodcheskikh prudov. Trebovaniya* [State Standard 1943-2009. Water of fish ponds. Requirements]. Minsk, Gosstandart Publ., 2009. 10 p. (in Russian).
 14. Servetnik G. E. Ide is a promising object of agricultural fish farming. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki = Bulletin of Russian Agricultural Science*, 2018, no. 5, pp. 80–84 (in Russian).
 15. Maslova N. I., Petrushin A. B. Ide as an object of polyculture. *Rybnoe khozyaistvo* [Fish farming], Moscow, 2003, no. 3, pp. 14–23 (in Russian).

Сведения об авторах

Исаенко Марина Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Сенникова Виолетта Дмитриевна – старший научный сотрудник лаборатории технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Пантелей Сергея Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Ракач Светлана Ивановна – научный сотрудник лаборатории технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Агеенко Мария Игоревна – младший научный сотрудник лаборатории технологий пресноводной аквакультуры, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Голушкива Инна Константиновна – кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела маркетинга и НТИ, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: domtryb3@mail.ru



Information about the authors

Marina N. Isaenko – Junior researcher at the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Violetta D. Sennikova – Senior researcher of the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Sergey N. Panteley – Ph.D. (Agriculture), Head of the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pantsialei@yandex.ru

Svetlana I. Rakach – Researcher of the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Maria I. Ageenko – Junior researcher at the Laboratory of Freshwater Aquaculture Technologies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@mail.ru

Ina K. Haluskova – Ph.D. (Agricultural), Head of Marketing and NTI Department, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: domryb3@mail.ru

УДК 639.3.012

Поступила в редакцию 10.09.2025

Received 10.09.2025

А. Р. Курбанов

Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

ФОРМИРОВАНИЕ МАТОЧНОГО СТАДА СИБИРСКИХ ОСЕТРОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ

Аннотация. В исследовании изучались морфометрические показатели, динамика роста и плодовитость маточного и ремонтного стада сибирского осетра (*Acipenser baerii*), выращиваемых в Научно-исследовательском институте рыбоводства в Узбекистане. Экспе-



рименты оценивали влияние массы тела, общей и стандартной длины, а также режимов кормления на показатели роста и рабочую плодовитость. Были выявлены сильные положительные корреляции между массой тела, общей длиной и плодовитостью, что свидетельствует о высокой адаптивности осетров в искусственных условиях. Полученные результаты подтверждают эффективность использования кормов местного производства и оптимизированных режимов кормления для повышения продуктивности и экономической эффективности в аквакультуре.

Ключевые слова: сибирский осетр, маточное стадо, ремонтное стадо, морфометрия, масса тела, рост, плодовитость, аквакультура.

Abdulla R. Kurbanov

*Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region,
Republic of Uzbekistan*

FORMATION OF BROODSTOCK OF SIBERIAN STURGEON CULTURED IN UZBEKISTAN

Abstract. The study investigates the morphometric parameters, growth dynamics, and fecundity of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) broodstock and replacement stock cultured at the Scientific Research Institute of Fishery in Uzbekistan. Experiments assessed the effects of body weight, total and standard lengths, and feeding regimes on growth performance and effective fecundity. Strong positive correlations were observed between body weight, total length, and fecundity, indicating high adaptability of sturgeon under artificial conditions. The findings support the use of locally produced feed and optimized feeding schedules to enhance productivity and economic efficiency in aquaculture practices.

Keywords: Siberian sturgeon, broodstock, replacement stock, morphometrics, body weight, growth, fecundity, aquaculture.

Введение. Сибирский осетр – древняя рыба семейства осетровых, встречающаяся преимущественно в бассейнах рек Сибири и Дальнего Востока России. Среди видов выделяют такие разновидности, как сибирский осетр, который обитает в бассейне реки Обь-Иртышской системы и Енисейском крае.

Образ жизни и биология размножения: образ жизни донный, питание главным образом состоит из моллюсков, ракообразных, мелких насекомых и прочих беспозвоночных. Поло-



вой зрелости самцы достигают в возрасте 7–10 лет, самки – в 10–15 лет. Плодовитость высокая, одна самка ежегодно откладывает десятки тысяч икринок. Инкубация икры проходит в природе либо в искусственных водоемах при температуре 15–18 °C.

Уже в XVIII веке предпринимались попытки разведения осетровых рыб искусственным путем. Первые успехи были достигнуты в XIX столетии, когда начали проводиться эксперименты по воспроизводству икринок и мальков осетров. Это стало возможным благодаря развитию технологий выращивания рыбы в специальных питомниках и освоению методов нереста.

Середина XX века ознаменовалась значительными успехами в промышленном разведении осетровых в нынешних странах СНГ. Были созданы крупные заводы и фермы, направленные на поддержание популяции осетров и развитие аквакультуры. Однако резкое сокращение природных запасов осетровых вследствие чрезмерного вылова и ухудшения экологической обстановки привело к сокращению добычи диких особей и активному развитию промышленного рыбопроизводства.

В Узбекистан сибирский осетр (*Acipenser baerii*) впервые был завезен в 2009 г. на предприятие филиала бывшего Центра развития рыбоводства Узбекистана в Янгиольском районе (ныне НИИ рыбоводства), прибывшее из России (А. Р. Курбанов, 2021) [26, 127 с.]. В результате многолетних исследований сотрудников НИИ рыбоводства этот вид получил признание как новый объект аквакультурной отрасли Узбекистана и занял свое место в производственной практике. Результатом длительных научных исследований и экспериментов, проведенных специалистами НИИ рыбоводства (Узбекистан), стали разработки технологий и рекомендаций по проведению адаптации и акклиматизации сибирских осетров в климатических условиях Республики Узбекистан, привезенных из Коноковского завода Российской Федерации в 2009 г. на стадии мальков.

Материалы и методы.

На момент начала данного диссертационного исследования в 2021 г. из данных осетров сформировалось маточное стадо из более 300 особей возрастом +12 лет, весом около 9–12 кг каждая, ремонтно-маточное стадо, состоящее более чем из 160 особей



весом 6,0–9,5 кг. Морфометрические показатели осетровых рыб определялись следующим образом (рис. 1): [5 с. 92]

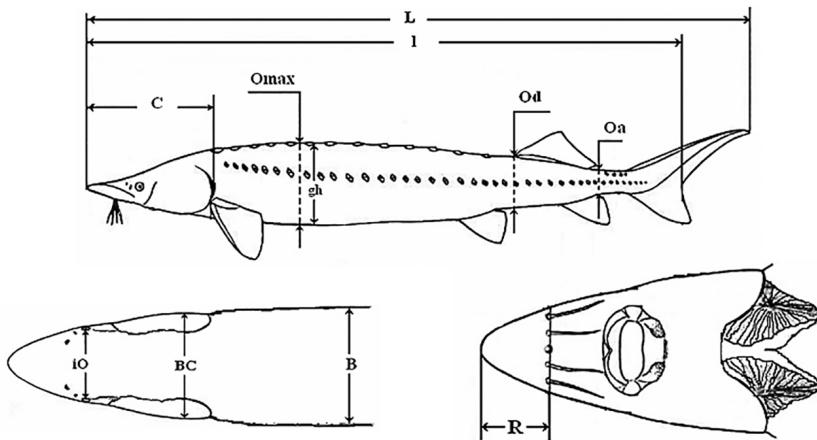


Рис. 1. Морфометрические показатели осетровых рыб:

L – абсолютная длина тела, см; I – укороченная длина тела; С – длина головы; ВС – наибольшая ширина головы; R – расстояние от конца рыла до левой ветви челюсти; gh – наибольшая высота тела; В – ширина тела; Омакс – наибольший периметр тела; Od – окружность груди впереди грудных плавников; Оа – окружность тела возле анального отверстия; iО – лобная ширина между глазами

Fig. 1. Morphometric Parameters of Sturgeon Fish:

L – absolute body length, cm; I – shortened body length; C – head length; BC – greatest width of the head; R – distance from the end of the snout to the left branch of the jaw; gh – greatest body height; B – body width; Omax – greatest body perimeter; Od – chest circumference in front of the pectoral fins; Oa – body circumference near the anus; iO – frontal width between the eyes

Полученные данные были подвергнуты биометрическому анализу с использованием программного пакета Microsoft Excel. Были рассчитаны средние арифметические значения (X), ошибка среднего арифметического (SX) и коэффициент вариации ($CV\%$). Индекс упитанности (Fatness coefficient, Kc) по методу Фултона использовался для комплексной оценки упитанности рыб. Формула расчета выглядит следующим образом: [2, С. 115–122]

$$Kc = m \times 100l^3 \text{ или } Kc = l m^3 \times 100,$$

где m – живая масса рыбы, кг; l – длина тела, см.



В ходе экспериментов по выращиванию сибирских осетров в проточных бассейнах лабораторно-экспериментального комплекса НИИ рыбоводства использовались приготовленные местным производителем комбикормов гранулированные кор-ма следующего состава: влажность – 7,45 %; сырой жир – 7,56 %; сырой протеин – 27,95 %; сырая клетчатка – 3,77 %; сырая зола – 9,26 %; натрий – 0,45 %; кальций – 0,84 %; фос-фор – 0,97 %. Исходя из рекомендаций зарубежных специалистов экспериментально (с учетом кормового коэффициента применяемого корма, условий внешней среды) была установ-лена ежедневная норма кормления в 3 % от общей биомассы осетров в бассейне. Осетры получали корм три раза в сутки равными порциями.

Исследование включало следующие экспериментальные группы:

- группа А – контрольная группа, пробиотики не применя-лись;
- группа В – пробиотик добавляли в корм каждые 4 дня;
- группа С – пробиотик вводили в рацион каждые 8 дней;
- группа D – пробиотик использовался раз в 12 дней.

При внесении пробиотика соблюдали точную дозировку: про-биотический препарат составлял ровно 1 % от общего количества корма. Предварительно нужное количество препарата размеши-вали в воде объемом 5 мл с использованием медицинского шпри-ца, аккуратно распределяли смесь по поверхности корма и остав-ляли настояться на протяжении 15 мин при температуре воздуха +27–30 °С. Затем обработанный корм подавали соответствующей группе осетров. За весь период наблюдения гидрохимические ха-рактеристики воды в бассейнах сохраняли стабильность и нахо-дились в пределах нормы.

Результаты исследований.

В ходе данного диссертационного исследования, был про-веден анализ тенденций роста и морфометрических показате-лей осетров, выращенных в искусственных условиях в лабо-раторно-экспериментальном комплексе НИИ рыбоводства. Морфометрический анализ маточного стада сибирских осетров, сформированного в НИИ рыбоводства представлен в табл. 1.

**Таблица 1. Морфометрические показатели маточного стада сибирского осетра****Table 1. Morphometric Parameters of the Broodstock of Siberian Sturgeon**

Показатель	Масса тела рыбы (кг)		
	10,3–14,5 кг n=35		
	X±Sx	Cv,%	Limit
Вес, кг	12,7±0,12	12,3	10,3–15,2
Общая длина тела, см	129,5±0,75	7,6	119,3–140,6
Наименьшая длина тела, см	109,2±0,61	7,5	108–111
Длина головы, см	21,5±0,15	5,4	19–23
Максимальная высота тела, см	17,1±0,11	8,3	16–19
Ширина тела, см	16,2±0,13	5,1	14–19
Обхват тела, см	59,1±0,12	10,2	56–62
Коэффициент упитанности, %	0,9±0,05	8,9	0,4–1,0

Согласно данным табл. 1 видно, что маточное стадо, сформированное в НИИ рыбоводства, характеризуется средним весом около 12,7 кг, что является важным показателем продуктивности и зрелости особей. Среднее значение относительно стабильно с небольшим стандартным отклонением ($\pm 0,12$), что свидетельствует о низкой вариабельности массы среди особей стада.

Длины варьируются между 119,3 и 140,6 см, с усредненным значением примерно равным 129,5 см. Это показывает достаточно равномерное развитие особей внутри группы.

При средней длине головы 21,5 см, показатель довольно стабилен с незначительным разбросом значений (от 19 до 23 см). Такой размер головы характерен для взрослых здоровых особей.

Максимальная высота тела колеблется в пределах 16–19 см, средняя составляет 17,1 см. Ширина тела имеет среднее значение около 16,2 см, диапазон изменения которого также невелик (14–19 см).

Обхват тела равен примерно 59,1 см, что позволяет оценить общее телосложение и состояние здоровья каждой особи. Небольшое колебание значений (56–62 см) подтверждает однородность стада.

Значения коэффициента вариации позволяют судить о степени неоднородности признаков: вес (12,3 %): умеренная дисперсия, общее тело (7,6 %), наименьшее тело (7,5 %),



максимальная высота (8,3 %): низкие значения свидетельствуют о высокой гомогенизации, ширина тела (5,1 %): стабильная величина, обхват тела (10,2 %): небольшая степень различия.

Проведенный морфометрический анализ показал высокую стабильность ключевых анатомических характеристик исследуемого маточного стада сибирского осетра. Полученные средние значения показывают, что рыба достигла хорошей кондиции и пригодна для дальнейшего разведения и исследований.

Основные морфометрические показатели оценивали динамику роста особей, изучали соотношение размеров тела и поведение рыб в искусственном водоеме. Данные показывают высокие темпы прироста массы и линейных размеров осетров, свидетельствующие о хороших адаптационных возможностях этих рыб в узбекистанском климате.

Ниже на рис. 2 представлена диаграмма с морфометрическими показателями маточного стада сибирских осетров.

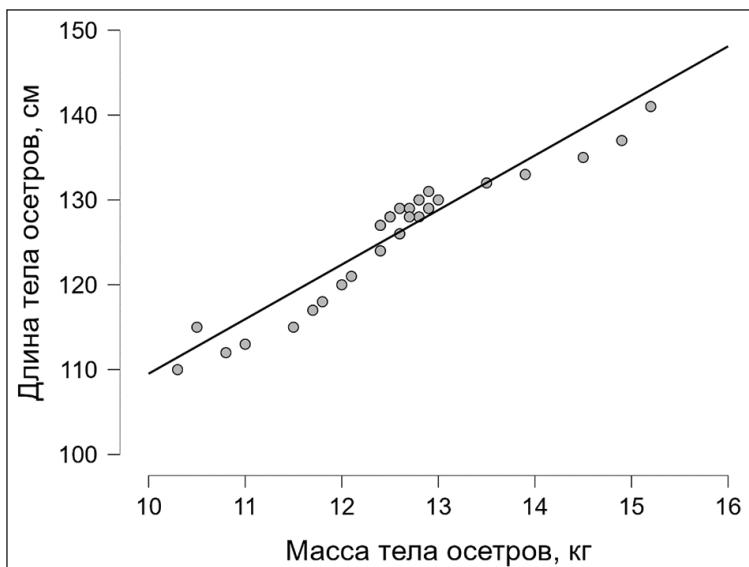


Рис. 2. Морфометрические показатели маточного стада сибирского осетра

Fig. 2. Morphometric Parameters of the Broodstock of Siberian Sturgeon



Анализ результатов корреляционного анализа:

1. Коэффициент корреляции Пирсона (r): Значение коэффициента корреляции составляет $r=0,787$. Коэффициенты корреляции варьируются от -1 до $+1$, где $|r|<0,3$ считается слабым, $|r|$ около $0,3-0,7$ умеренным, а $|r|>0,7$ сильным уровнем связи.

• Поскольку коэффициент равен $0,787$, мы можем заключить, что зависимость является сильной положительной. Это значит, что увеличение длины тела самки сопровождается значительным увеличением ее массы тела.

2. Статистическая значимость результата (p -value)

• Представленное p -значение равно $3,10 \times 10^{-6}$, что значительно меньше стандартного порога $\alpha=0,05$. Таким образом, вероятность случайности наблюдаемого эффекта крайне мала.

• Низкий уровень p -значения подтверждает высокую степень достоверности найденной взаимосвязи между параметрами L и l .

На рис. 3 представлена зависимость между общей длиной тела и стандартной длиной тела группы самок осетровых рыб.

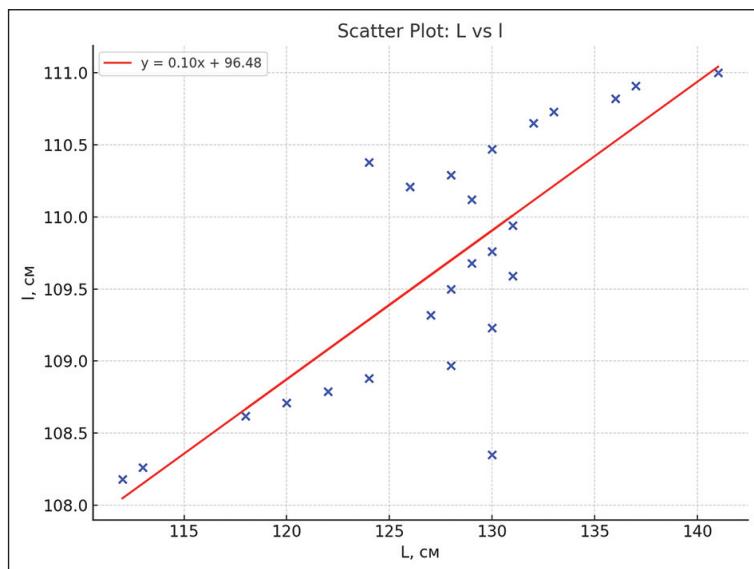


Рис. 3. Зависимость между общей длиной тела и стандартной длиной тела группы самок осетровых рыб

Fig. 3. Correlation between Total Length and Standard Length in Female Sturgeon



Согласно данным табл. 1 рассчитанный нами коэффициент корреляции составил $r=0,828$, что свидетельствует о наличии очень высокой положительной взаимосвязи между изучаемыми показателями. Чем больше масса тела (W), тем сильнее выражено накопление жировой ткани. Показатель p -значения равняется $1,79 \times 10^{-7}$ и является чрезвычайно низким, что подчеркивает высокую статистическую надежность обнаруженного соотношения.

На рис. 4 представлена зависимость между весом тела и рабочей плодовитостью группы самок осетровых рыб. Коэффициент корреляции Пирсона примерно равен 0,947. Это значение близко к единице, что говорит о сильном положительном влиянии веса тела на плодовитость самок осетровых рыб. Точнее говоря, с ростом веса количество икринок сильно возрастает.

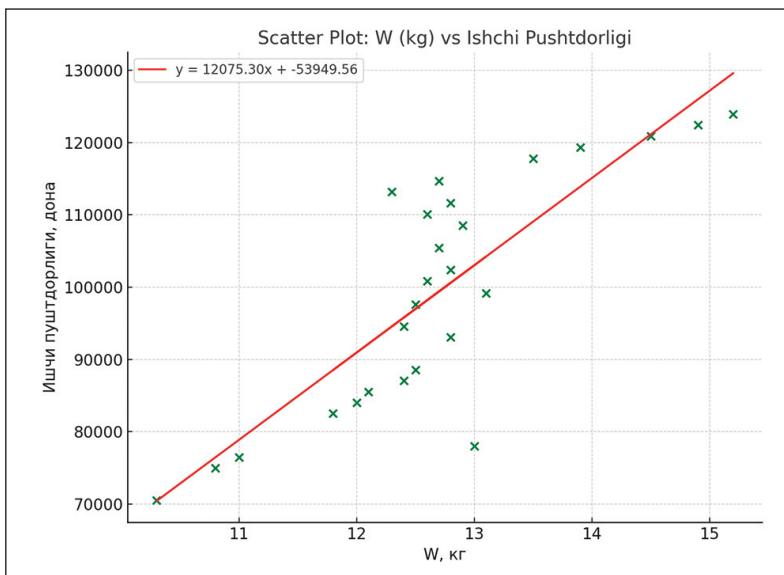


Рис. 4. Зависимость между весом тела и рабочей плодовитостью группы самок осетровых рыб

Fig. 4. Correlation between Body Weight and Effective Fecundity in Female Sturgeon

На рис. 5 представлена взаимозависимость между тремя переменными: весом (W), длиной (L) и рабочей плодовитостью (P).

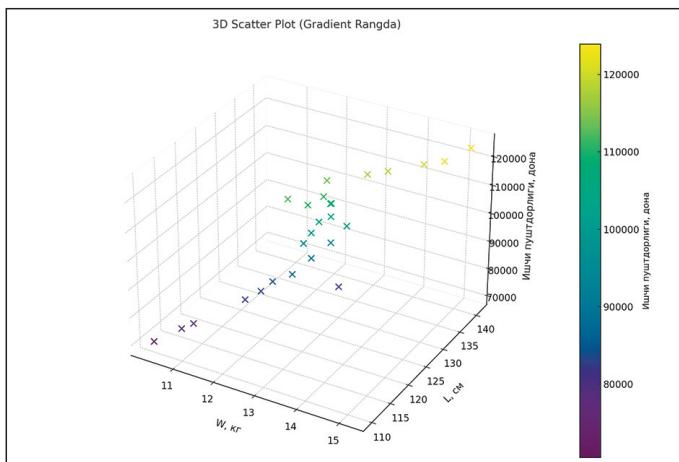


Рис. 5. Взаимозависимость между тремя переменными: весом (W), длиной (L) и показателем рабочей плодовитости (P) маточного стада сибирских осетров
Fig. 5. Interdependence among Three Variables: Body Weight (W), Length (L), and Effective Fecundity (P) of the Broodstock of Siberian Sturgeon

Трехмерная диаграмма, представленная на рис. 5, рассеяния наглядно демонстрирует взаимозависимость между тремя переменными: весом (W), длиной (L) и показателем рабочей плодовитостью (P).

Из графика видно следующее:

- по мере увеличения веса (W) также возрастает показатель рабочей плодовитости (P);
 - длина (L) играет значительную роль в этой зависимости;
 - совместное влияние всех трех факторов оказывает существенное воздействие на продуктивность особей.

Расположение точек на графике носит регулярный и четкий характер, что указывает на наличие устойчивой положительной корреляции между этими переменными. Иными словами, используя такие физические показатели, как вес и длина, можно заранее спрогнозировать уровень рабочей плодовитости.

Таким образом, видно, что между переменными W, L и P имеется сильная и статистически значимая положительная взаимосвязь, что открывает возможность эффективного использования этих показателей в селекции, мониторинге и прогнозировании в аграрной или биотехнологической сфере.



Таблица 2. Морфометрические показатели ремонтного стада сибирских осетров, выращенных в НИИ рыбоводства
Table 2. Morphometric Parameters of the Replacement Broodstock of Siberian Sturgeon Cultured at the Scientific Research Institute of Fishery

Показатель	Масса тела рыбы (кг)	
	6,1–9,8 кг n=90	
	X±Sx	Cv, %
Вес тела, кг	8,4±0,11	13,5
Общая длина тела, см	120,4±0,77	8,1
Короткая длина тела (без хвоста), см	109,4±0,61	8,8
Длина головы, см	21,9±0,17	6,7
Максимальная высота тела, см	14,1±0,12	7,9
Ширина тела, см	12,3±0,14	6,3
Максимальный периметр, см	41,2±0,18	11,1
Индекс упитанности, %	0,78±0,09	9,7

Анализ результатов данных табл. 2:

- Средняя масса тела составила $8,4\pm0,11$ кг с коэффициентом вариации (CV) 13,5 %. Данный показатель характеризует относительно высокую степень однородности веса рыб в исследуемой группе.
 - общая длина тела: Среднее значение составило $120,4\pm0,77$ см с CV равным 8,1 %, что отражает умеренную вариабельность размеров среди рыб;
 - короткая длина тела (без учета хвостового плавника) равна $109,4\pm0,61$ см с уровнем варьирования 8,8 %;
 - длина головы колеблется около среднего показателя $21,9\pm0,17$ см, коэффициент вариации составляет 6,7 %, отражая незначительную дисперсию;
 - высота тела, измеренная как максимальная высота поперечного сечения туловища, составила $14,1\pm0,12$ см с низким показателем CV (7,9 %), свидетельствующим о хорошей однородности размера тела.
 - ширина тела характеризуется средним значением $12,3\pm0,14$ см и небольшой вариацией (CV = 6,3 %);
 - периметр максимума поперечного сечения равен $41,2\pm0,18$ см с довольно высоким коэффициентом вариации 11,1 %, что указывает на заметное разнообразие формы тела отдельных особей;



· индекс упитанности составил $0,78 \pm 0,09\%$ с вариативностью $9,7\%$, что является приемлемым показателем уровня питания и здоровья особей.

Полученные данные позволяют сделать вывод о хорошем качестве и сбалансированности выращиваемого ремонтного стада сибирского осетра в Научно-исследовательском институте рыбоводства. Умеренный уровень вариаций большинства морфологических признаков подтверждает эффективность применяемых методов содержания и кормления рыб.

На представленном ниже рис. 6 наглядно демонстрируется тесная связь между общей длиной тела и массой тела особей ремонтного стада сибирского осетра. График позволяет выявить закономерности роста, показывая, каким образом изменение одного параметра (длины тела) влияет на изменение другого (массы). Такое представление помогает лучше понять биологические особенности развития осетров и эффективно управлять процессом выращивания ремонтного поголовья.

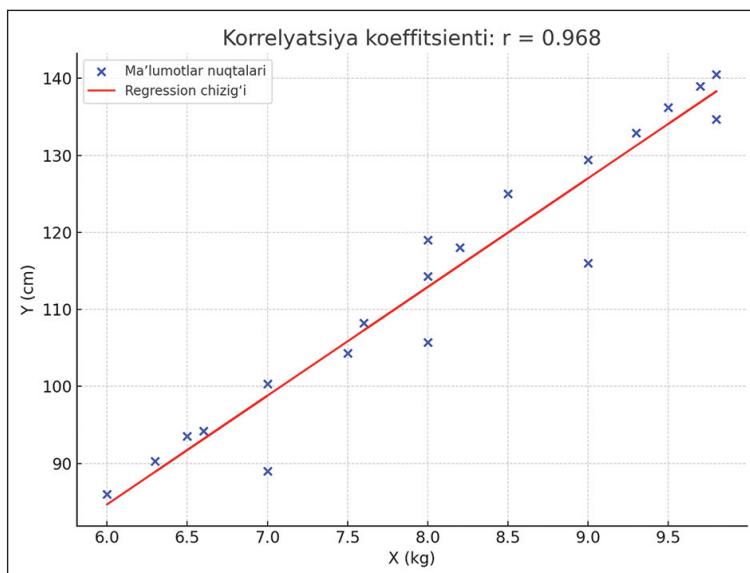


Рис. 6. Общая взаимосвязь между общей длиной тела и массой тела ремонтного стада сибирских осетров

Fig. 6. Overall Correlation between Total Length and Body Weight of the Replacement Broodstock of Siberian Sturgeon



Коэффициент корреляции (r): 0,968 Этот результат показывает наличие сильной положительной корреляции. Другими словами:

- по мере увеличения значения X увеличивается также значение Y ;
- это означает, что увеличение массы сопровождается почти пропорциональным увеличением длины;
- на графике эта зависимость отображается регрессионной прямой, проходящей близко ко всем точкам — это свидетельствует о сильном взаимодействии.

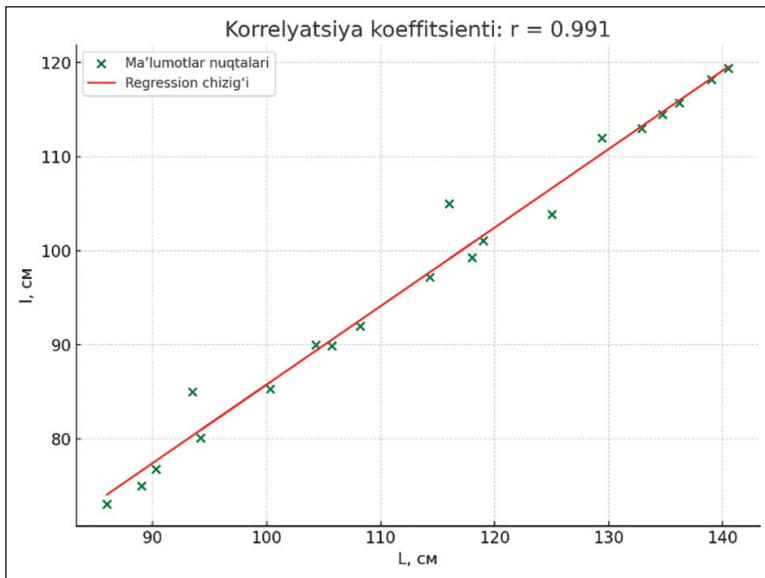


Рис. 7. Общее соотношение между стандартной длиной тела и общей длиной тела ремонтного стада сибирского осетра

Fig. 7. Overall Correlation between Standard Length and Total Length of the Replacement Broodstock of Siberian Sturgeon

Коэффициент корреляции (rr): 0,991 Это свидетельствует о наличии чрезвычайно сильной положительной связи. По мере увеличения значения переменной L (общей длины), возрастает и значение переменной l (стандартной длины).

В данном анализе изучалась взаимосвязь двух переменных — общей длины тела (L , см) и стандартной длины тела (l , см).



Коэффициент корреляции Пирсона составил: $r = 0,991$, что свидетельствует о наличии очень сильной положительной корреляции. Иными словами:

- по мере увеличения общей длины растет и стандартная длина;
- эта связь графически выражена посредством линии регрессии;
- близкое расположение точек к линии подчеркивает силу зависимости между этими показателями.

Рис. 8. Прямая зависимость стандартной длины (l) от массы и внешней длины тела ремонтного стада сибирских осетров Fig. 8. Direct Dependence of Standard Length (l) on Body Weight and Total Length of the Replacement Broodstock of Siberian Sturgeon

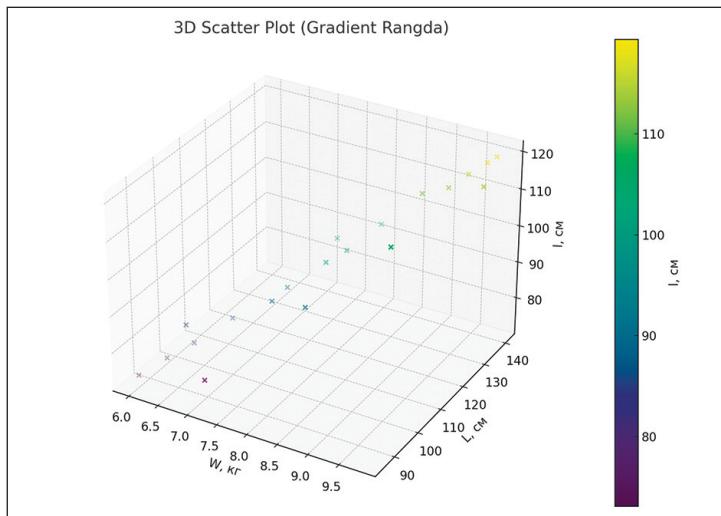


Рис. 8. Прямая зависимость стандартной длины (l) от массы и внешней длины тела ремонтного стада сибирских осетров

Fig. 8. Direct Dependence of Standard Length (l) on Body Weight and Total Length of the Replacement Broodstock of Siberian Sturgeon

Цветовая градиентация (цветовые оттенки значений l) на графике (рис. 8) постоянно повышается снизу вверх. Это означает прямую зависимость стандартной длины (l) от массы и внешней длины тела.



Основные наблюдения:

- увеличение массы сопровождается практически пропорциональным ростом как внешней, так и внутренней длин;
- все точки расположены упорядоченно, последовательно и линейно ориентированы в пространстве. Это указывает на наличие сильного трехстороннего (мультивариантного) положительного корреляционного взаимодействия.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии значительной статистически подтвержденной положительной линейной зависимости между длиной и массой тела самок осетровых рыб. Эти выводы полезны для экологического мониторинга, оценки состояния популяции и управления ресурсами осетровых видов рыб.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает, что формирование и поддержание здорового и устойчивого маточного стада в условиях научно-исследовательской базы НИИ рыбоводства выполнено успешно.

Полученные результаты соответствуют литературным данным авторов: Шебанин В. М., Подушка С. Б. (2000) [7, с. 8-23]; Samuel H. Logan (1986) [3, с. 16]; Чебанов М. С., Галич Е. В., Чмырь Ю. Н. (2004) [6, с. 227].

Исследование, проведенное в рамках данной диссертации, показало, что принятые в НИИ рыбоводства Узбекистана принципы разведения осетров совпадают с общемировыми тенденциями и технологиями, заложенными ведущими экспертами. Будущее направление работы заключается в дальнейшем изучении адаптивных стратегий осетров и разработке более эффективных методов их выращивания в искусственных условиях.

Все приведенные зарубежные исследования демонстрируют сходство темпов роста и адаптации осетров в различных уголках мира, подчеркивая универсальность разрабатываемых нами технологий.

Для сравнения полученных данных с результатами указанных специалистов, ниже представлена табл. 3, содержащая сравнительный анализ средних величин основных морфометрических показателей маточного стада сибирского осетра согласно литературе.



Таблица 3. Сравнительная характеристика морфометрических показателей различных исследователей

Table 3. Comparative Analysis of Morphometric Parameters by Different Researchers

Автор / Исследование	Средняя масса тела (кг)	Общая длина тела (см)	Длина головы (см)	Высота тела (см)	Ширина тела (см)	Обхват тела (см)
Шебанин В. М., Подушка С. Б.	11,8	126,4	20,8	16,5	15,8	57,6
Samuel H. Logan	12,5	130,1	21,3	17,2	16,1	58,5
Чебанов М. С. и др.	12,3	128,7	21,1	16,9	16,0	58,2
Курбанов А. Р.	12,7	129,5	21,5	17,1	16,2	59,1

Анализ данных табл. 3: демонстрирует сравнительный анализ средних величин морфометрических показателей маточного стада сибирского осетра, представленных различными исследователями. Ниже мы проанализируем каждую характеристику отдельно и сделаем выводы о различиях и общих чертах.

1. Средняя масса тела (кг): средняя масса тела в нашем эксперименте выше, чем у зарубежных исследователей, что говорит о лучших условиях выращивания и питании. Средний показатель у остальных авторов варьирует в узких пределах, показывая сходство условий содержания и схожесть результатов.

2. Общая длина тела (см): самые короткие рыбы зафиксированы у Шебанина и Подушки [7, с. 8–23], остальные показатели близки друг другу, что может указывать на одинаковые темпы роста особей.

3. Длина головы (см): самая короткая голова у осетров Шебанина и Подушки [7, с. 8–23], а самая длинная – получена в ходе данного диссертационного исследования. Остальные показатели отличаются несущественно. Остальные показатели отличаются несущественно.

4. Высота тела (см): высота тела отличается незначительно у всех авторов, кроме Шебанина и Подушки [7, с. 8–23], чьи рыбы оказались самыми низкими.

5. Ширина тела (см): самую широкую рыбу получили в ходе данного диссертационного исследования. Остальные показатели отличаются несущественно, самые узкие – у Шебанина и По-



душки [7, с. 8–23]. Остальные авторы показывают промежуточные результаты.

6. Обхват тела (см): самый маленький обхват тела зарегистрирован у Шебанина и Подушки [7, с. 8–23], самый большой получили в ходе данного диссертационного исследования. Обхват у остальных авторов близок друг к другу.

Выводы по сравнению с литературными данными:

- по большинству показателей наблюдается хорошая согласованность данных данного диссертационного исследования с указанными авторами. Отличия минимальны и находятся в рамках естественного биологического разнообразия популяции;
- наиболее близкое совпадение отмечается по таким показателям, как общая длина тела и вес тела;
- измерения длины головы и высоты тела осетров, выращенных на территории НИИ рыбоводства, незначительно превышают среднестатистические значения литературных данных, что вероятно связано с генетическими особенностями конкретных особей;
- обхват тела немного больше, что соответствует норме развития взрослой особи, достигшей репродуктивного возраста.

Заключение.

Таким образом, полученные нами результаты сопоставимы с опубликованными ранее работами и подтверждают адекватность проведенного анализа. Проведенное в рамках данного диссертационного исследования изучение отражает общие тенденции мирового опыта, демонстрируя незначительные отклонения, обусловленные условиями местного хозяйства и использованием кормов собственного производства, для оптимизации затрат.

Формирование маточного стада сибирских осетров в условиях Узбекистана проходит успешно. Их морфометрия соответствует мировым стандартам, позволяя говорить о высоком уровне адаптивных способностей этих ценных промысловых рыб. Дальнейшие перспективы включают совершенствование кормления и разработку специализированных диет для повышения продуктивности рыбоводства в республике.

Данный опыт станет основой для создания полноценной системы промышленного выращивания осетров в Узбекистане, что обеспечит независимость от импорта рыбной продукции и повысит конкурентоспособность отечественного сельского хозяйства.



Дальнейшее улучшение методики будет заключаться в применении полноценных промышленных рационов и совершенствовании системы содержания и ухода за маточным стадом сибирских осетров, имеющихся в НИИ рыбоводства.

Список использованных источников

1. Dettlaff, T. A. Sturgeon Fishes: developmental biology and aquaculture / T. A. Dettlaff, A. S. Ginsburg, O. I. Schmalhausen. – Berlin ; New York : Springer-Verlag, 1993. – 300 p.
2. Fulton, J. On the correlation between length and weight in herrings / J. Fulton // Scottish Naturalist. – 1897. – Vol. 13. – P. 115–122.
3. Logan, S. H. Commercial production of sturgeon: the economic dimensions of size and product mix / S. H. Logan, K. Shigekawa. – Oakland : [s. n.], 1986. – 73 p. – (Giannini Research Report ; vol. 335).
4. Курбанов, А. Р. Ўзбекистонда истикболли балик турларини етиштириш / А. Р. Курбанов. – Ташкент : [б. и.], 2021. – 127 с.
5. Михайлов, Ю. Н. Разведение и выращивание осетровых рыб / Ю. Н. Михайлов, Л. И. Панченко. – М. : Колос, 2007. – 300 с.
6. Чебанов, М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. – М. : Росинформагротех, 2004. – 136 с.
7. Шебанин, В. М. Созревание самцов осетровых в условиях рыбоводного хозяйства / В. М. Шебанин, С. Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ИНЭНКО / РАН, Центр междисциплинар. исслед. по проблемам окружающей среды. – СПб., 2000. – Вып. 4. – С. 8–24.

Reference

1. Dettlaff T. A., Ginsburg A. S., Schmalhausen O. I. *Sturgeon Fishes: developmental biology and aquaculture*. Berlin, New York, Springer-Verlag, 1993. 300 p.
2. Fulton J. On the correlation between length and weight in herrings. *Scottish Naturalist*, 1897, vol. 13, pp. 115–122.
3. Logan S. H., Shigekawa K. *Commercial production of sturgeon: the economic dimensions of size and product mix*. Oakland, 1986. 73 p.
4. Kurbanov A. R. *Uzbekistonda istikbolli balik turlarini etishtirish* [Cultivation of promising fish species in Uzbekistan]. Tashkent, 2021. 127 p. (in Uzbek).
5. Mikhailov Yu. N., Panchenko L. I. *Razvedenie i vyrashchivanie osetrovых ryb* [Breeding and cultivation of sturgeon fish]. Moscow, Kolos Publ., 2007. 300 p. (in Russian).



6. Chebanov M. S., Galich E. V., Chmyr' Yu. N. *Rukovodstvo po razvedeniyu i vyrashchivaniyu osetrovых рыб* [Guidelines for breeding and rearing sturgeon fish]. Moscow, Rosinformagrotekh, 2004. 136 p. (in Russian).
7. Shebanin V. M., Podushka S. B. Maturation of male sturgeons in fish farming conditions. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' laboratori INEHNKO* [Scientific and Technical bulletin of INENKO Laboratory], 2000, no. 4, pp. 8–24 (in Russian).

Сведения об авторах

Курбанов Абдулла Рухулаевич – доктор философских наук в сфере сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: kurbanov19859@mail.ru

Information about authors

Abdulla R. Kurbanov – D.Sc. (Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences), Senior Researcher senior researcher, Director, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: kurbanov19859@mail.ru

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ



**В. Ю. Агеец¹, О. Д. Апсолихова¹, Т. И. Попиначенко¹,
М. И. Панасюк¹, М. А. Тиханский², А. К. Свечникова², Е. В. Катович²**

¹*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь*

²*Государственное предприятие «Белорусская атомная электростанция»,
Островец, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 РЫБАМИ РЕКИ ВИЛИЯ

Аннотация Проведены исследования накопления техногенных радионуклидов стронция-90 (Sr^{90}) и цезия-137 (Cs^{137}) в некоторых видах рыб р. Вилия, на участках мест забора и сброса воды Бел АЭС. Исследована активность накопления Sr^{90} и Cs^{137} в организме рыб с разным типом питания. Анализ результатов радиологических исследований 2023 г. показал, что содержание радионуклидов в рыбах р. Вилия не превышает допустимые нормы и как пищевой продукт она безопасна для человека. Работа представляет собой важный этап в мониторинге экологической безопасности водоемов, прилегающих к объектам атомной энергетики. Учитывая актуальность вопросов радиационной защиты и контроля состояния окружающей среды, особое внимание было уделено оценке возможного воздействия Бел АЭС на гидробионты. Полученные данные позволяют судить о степени накопления радионуклидов в трофических уровнях экосистемы, а также дают представление об эффективности природных механизмов самоочищения водной среды. Дополнительно, результаты исследования могут быть использованы в дальнейших экологических оценках и разработке рекомендаций по устойчивому использованию водных ресурсов. Таким образом, проведенный анализ способствует формированию целостной картины радиационного фона в исследуемом районе и может служить основой для принятия управлеченческих решений в области охраны окружающей среды.

Ключевые слова: техногенные радионуклиды, стронций, цезий, ихтиофаги, бентофаги, эврифаги, р. Вилия



Uladzimir Yu. Aheyets¹, Olga D. Apsolikhova¹, Taisia I. Popinachenko¹,
Maria I. Panasyuk¹, Maxim A. Tikhansky², Anna K. Svechnikova², Ekaterina V.
Katovich²

¹*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian Nuclear Power Plant, Ostrovets district, Grodno region, Republic of Belarus*

ASSESSMENT OF ACCUMULATION OF TECHNOGENIC RADIONUCLIDES STRONTIUM-90 AND CAESIUM-137 BY FISH OF THE VILIA RIVER

Abstract. Studies have been conducted on the accumulation of technogenic radionuclides strontium-90 (Sr^{90}) and caesium-137 (Cs^{137}) in some fish species of the Vilia River, at sites of water intake and discharge sites of the Belarusian NPP. The activity of accumulation of Sr^{90} and Cs^{137} in the body of fish with different types of nutrition has been studied. An analysis of the results of radiological studies in 2023 showed that the content of radionuclides in the fish of the Vilia River does not exceed acceptable standards and as a food product it is safe for humans. This work represents an important stage in monitoring the environmental safety of reservoirs adjacent to nuclear power facilities. Taking into account the urgency of radiation protection and environmental control issues, special attention was paid to assessing the possible impact of the Belarusian NPP on aquatic organisms. The data obtained allow us to assess the degree of accumulation of radionuclides in the trophic levels of the ecosystem, and also give an idea of the effectiveness of natural mechanisms of self-purification of the aquatic environment. Additionally, the results of the study can be used in further environmental assessments and the development of recommendations for the sustainable use of water resources. Thus, the conducted analysis contributes to the formation of a holistic picture of the radiation background in the studied area and can serve as a basis for making managerial decisions in the field of environmental protection.

Keywords: technogenic radionuclides, strontium, caesium, ichthyophages, benthophages, euryphages, r. Vilia

Введение. С вводом в эксплуатацию Белорусской атомной станции (далее – Бел АЭС) в зоне воздействия результатов ее хозяйственной деятельности осуществляется постоянный радиационно-экологический мониторинг за состоянием водной экосистемы.



Биодоступность техногенных радионуклидов, поступающих в водоемы в результате работы предприятий атомной промышленности, одна из ключевых проблем водной экологии. Наиболее достоверным индикатором биодоступности радионуклидов является их накопление водной биотой и перенос в трофических цепях [1].

Радионуклиды, находящиеся в водоемах, делятся по происхождению на естественные (природные, существовавшие в природе изначально) и искусственные (техногенные). Наибольший вклад в формирование доз от радионуклидов техногенного происхождения вносят изотопы стронция (Sr^{90}) и цезия (Cs^{137}) за счет бета- и гамма-излучения. В связи с тем, что данные радионуклиды являются близкими аналогами физиологически важных элементов – кальция и калия, а также имеют длительный период полураспада (Sr^{90} – 28,79 лет, Cs^{137} – 30,16 лет) они способны легко включаться в биологический круговорот и, мигрируя по пищевым цепям, попадать в организм человека [2, 3]. Кормовые организмы могут накапливать радионуклиды до высоких концентраций, превышающих их содержание в воде в сотни раз. Поэтому активность Sr^{90} и Cs^{137} в организме рыб может быть значительной даже при минимальном загрязнении воды радиоактивными веществами [4–6].

Изучение накопления техногенных радионуклидов рыбами, являющимися объектами рыболовства и входящими в рацион питания местного населения, представляет большой интерес. В научной литературе описывается как взаимосвязь эффективности трофического накопления радионуклидов рыбами [6–9], так и ее отсутствие [10], поэтому изучение накопления техногенных радионуклидов рыбами в зависимости от типа их питания не теряет своей актуальности.

Материалы и методика. Объектом исследований явилась рыба на участке протекания р. Вилия в Островецком районе Гродненской области в пределах двух створов: выше места забора технологической воды для АЭС (участок протяженности от н. п. Маркуны до н.п. Малые Свирянки) и ниже места сброса воды (участок у н. п. Мужилы) (рис. 1). Исследованиям подвергалась рыба, отловленная в р. Вилия в летне-осенний период 2023 г. Видовой состав был представлен бентофагами (линь, лещ), эврифагами (язь, плотва) и ихтиофагами (щука, окунь, голавль). Выловленная



рыба в количестве по 2 кг каждого вида из четырех мест отлова в снулом виде направлялась для дальнейших исследований на наличие радионуклидов в лабораторию радиационного контроля окружающей среды цеха радиационной безопасности государственно го предприятия «Белорусская АЭС».

Определение содержания Cs^{137} в образцах проходило согласно аттестованной методике измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением полупроводниковых гамма-спектрометров [11], определение Sr^{90} – согласно методике измерений удельной активности Sr^{90} на радиометрических установках с подготовкой проб радиохимическим методом [12–13].

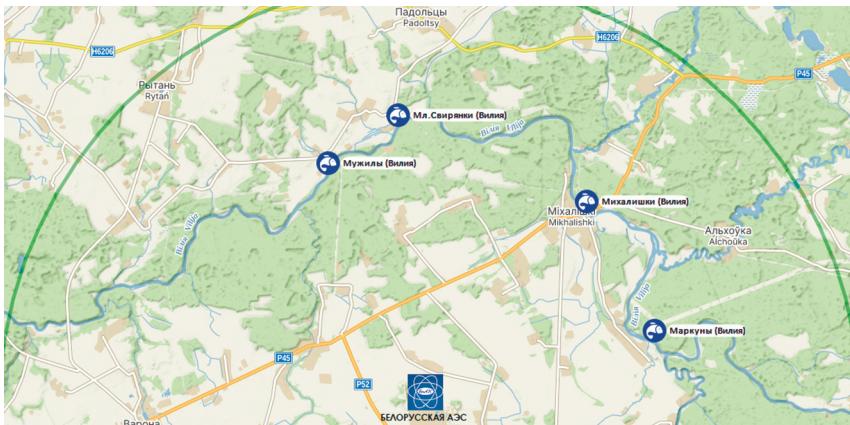


Рис. 1. Места отлова рыб на р. Вилия
Fig. 1. Fishing spots on the Vilia River

Результаты исследований. По массе в контрольных ловах первое место занимал язь и четвертое по численности. Всего язь был представлен особями четырех возрастных групп (6–9). Минимальная длина тела язя в уловах была равна 32,0 см, максимальная – 41,0 см; масса соответственно 613 и 1330 г. Второе место как по массе, так и по численности в уловах занимал линь и был представлен особями четырех возрастных групп (5–9). Минимальная длина тела линя была равна 26,0 см, максимальная – 37,0 см; масса соответственно 410 и 1250 г. Лещ в уловах по массе и численности занимал третье место и был представлен пятью возраст-



ными группами (от 3 до 8). Минимальная длина тела выловленного леща была равна 21,0 см, максимальная – 40,0 см; масса соответственно 150 и 1475 г. Щука в уловах занимала четвертое место по массе, а по численности – первое и была представлена особями в возрасте 1–2 года. Длина тела выловленных щук была равна от 45,0 до 57,0 см, средняя масса 192 г. Головль по массе в улове занимал пятое место, а по численности – последнее. В контрольных уловах был представлен двумя возрастными группами семи и восьми лет. Длина тела выловленных головлей была равна от 43,0 до 47,0 см, масса 1200–1440 г. Окунь по массе в улове занимал предпоследнее место и был представлен особями четырех возрастных групп (3–6). Минимальная длина тела окуня была равна 15,0 см, максимальная – 31,0 см; масса соответственно 65,5 и 445 г. Плотва в улове была представлена особями трех возрастных групп (3–8). Минимальная длина тела плотвы была равна 19,0 см, максимальная – 31,0 см; масса соответственно 80 и 692 г.

Таким образом, в видовом составе контрольных уловов р. Вилия присутствовали следующие группы рыб в зависимости от типа их питания: бентофаги: линь, лещ; эврифаги: язь, плотва; ихтиофаги: щука, окунь, головль.

В результате исследований накопление Sr⁹⁰ и Cs¹³⁷ отмечено у рыб, выловленных с двух контрольных створов с разной степенью активности (табл. 1).

Таблица 1. Активность накопления Sr⁹⁰ и Cs¹³⁷ в пунктах отбора проб
Table 1. Accumulation activity of Sr⁹⁰ and Cs¹³⁷ at sampling points

Вид рыбы	Пункт отбора проб, р. Вилия	Дата отбора	Активность нуклида Sr ⁹⁰ , Бк/кг	Активность нуклида Cs ¹³⁷ , Бк/кг
Линь	Маркуны	31.08.2023	9,00E-02	отс.
Язь			1,70E-01	отс.
Окунь			7,10E-01	отс.
Плотва			–	отс.
Щука			–	отс.
Лещ			–	отс.
Окунь	Михалишки	07.09.2023	1,20E-01	отс.
Щука			7,90E-01	2,749E+00
Лещ			2,90E-01	отс.



Окончание табл. 1

Вид рыбы	Пункт отбора проб, р. Вилия	Дата отбора	Активность нуклида Sr ⁹⁰ , Бк/кг	Активность нуклида Cs ¹³⁷ , Бк/кг
Окунь	Малые Свириянки	15.11.2023	–	1,003 E +00
Голавль			–	1,748E+00
Плотва			–	2,894E+00
Лещ			–	отс.
Щука			–	1,426E+00
Линь	Мужилы	29.09.2023	9,00E-02	отс.
Окунь			6,10E-01	отс.
Плотва			1,20E-01	2,576E+00
Щука			1,20E-01	2,866E+00

На основании данных табл. 1 представлена диаграмма, отражающая средний уровень накопления радионуклидов в рыбах в зависимости от типа их питания (рис. 2).

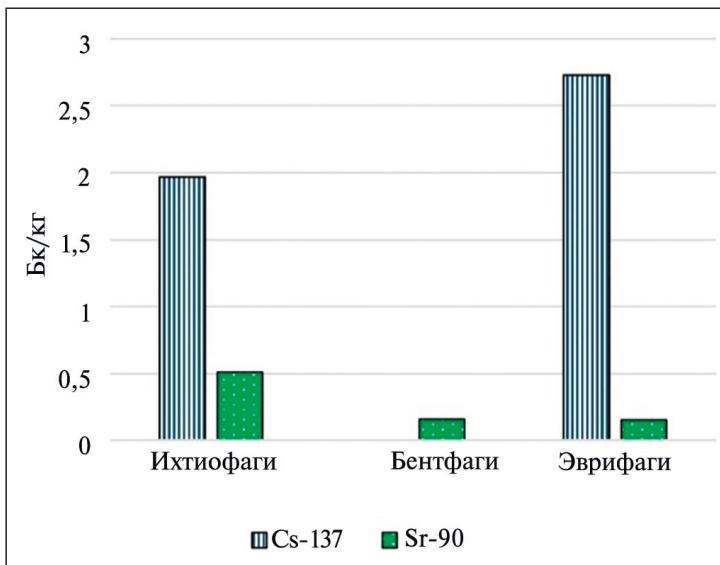


Рис. 2. Накопление Cs¹³⁷ и Sr⁹⁰ в организме рыб с разным типом питания
Fig. 2. Accumulation of Cs¹³⁷ and Sr⁹⁰ in the body of fish with different types of nutrition

Как видно из рис. 2 среднее накопление Cs¹³⁷ у всех видов рыб превышало среднее накопление Sr⁹⁰, при этом максимальное на-



накопление Cs^{137} наблюдалось у эврифагов (2,73 Бк/кг, несколько ниже у ихтиофагов (1,97 Бк/кг) размах варьирования составил 1,20–2,86 Бк/кг, у бентофагов Cs^{137} не зафиксирован.

Среднее значение накопления Sr^{90} максимально наблюдалось у ихтиофагов (0,51 Бк/кг), размах варьирования 0,10–0,80 Бк/кг. Различия средней активности Sr^{90} в организме рыб бентофагов (0,16 Бк/кг), размах варьирования 0,09–0,30 Бк/кг и эврифагов (0,15 Бк/кг), размах варьирования 0,10–0,20 Бк/кг незначительны (рис. 2).

По видам рыб максимальные накопления Sr^{90} отмечены у щуки (0,8 Бк/кг), представленной в основном неполовозрелыми особями, и окуня (0,6 Бк/кг), минимальные – у линя (0,09 Бк/кг) (рис. 3). Максимальные накопления Cs^{137} отмечены плотвы (2,894 Бк/кг), минимальные – у окуня (1,204 Бк/кг) (рис. 4). Исследования показали, что у леща, линя, язя накопление Cs^{137} не обнаружено (табл. 1).

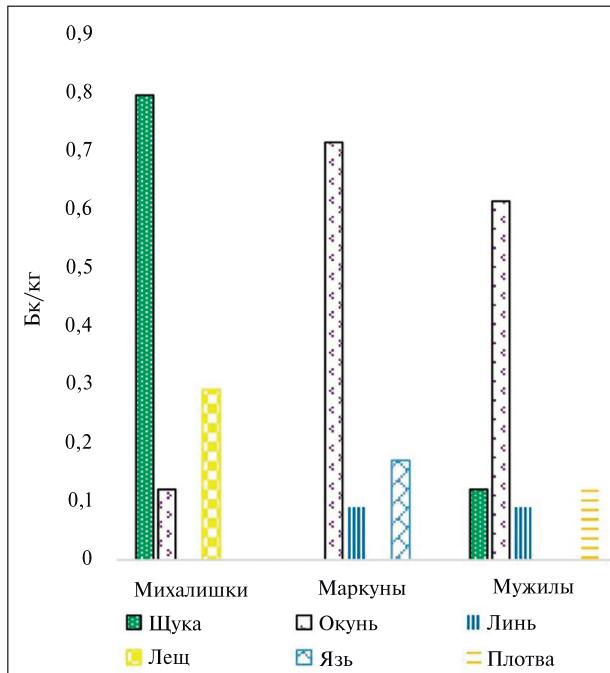


Рис. 3. Накопление Sr^{90} в пунктах отбора проб

Fig. 3. Accumulation of Sr^{90} in sampling points

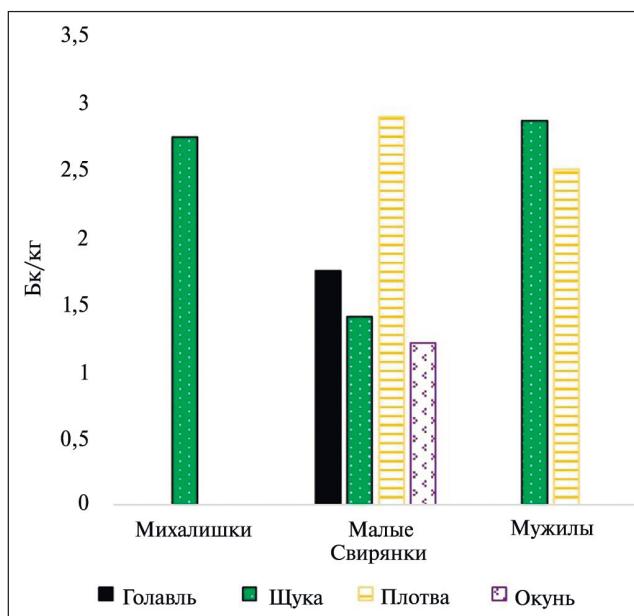


Рис. 4. Накопление Cs^{137} в пунктах отбора проб
Fig. 4. Accumulation of Cs^{137} at sampling points

Согласно литературным данным, уровень накопления радионуклидов зависит не только от типа питания, но и от возраста рыб. Например, накопление Cs^{137} в мышцах у мелких ювенильных щук, вблизи радиоактивных сбросов р. Енисей, оказалось выше, чем у крупной половозрелой рыбы. Наиболее высокие величины удельной активности Cs^{137} зарегистрированы в мышцах и телях рыб массой до 530 г и возрастом до 5 лет. Повышенное содержание техногенных радионуклидов в тканях неполовозрелых щук объясняется авторами более интенсивным питанием молодых рыб, по сравнению с особями старшего возраста [5].

Максимальные накопления Cs^{137} отмечены у плотвы (2,894 Бк/кг) на станции Малые Свириянки. Максимальные накопления Cs^{137} отмечены у ихтиофагов станции Мужилы и Михалишки (табл. 1, рис. 5а). Следует отметить, что у рыб станции Маркуны накопление Cs^{137} не зафиксировано. Эти данные в наших исследованиях могут подтверждать предположение, что накопление Cs^{137} в организмах рыб не зависит от типа питания.

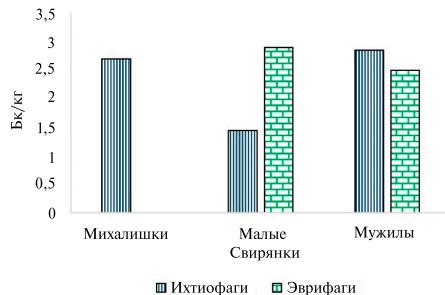
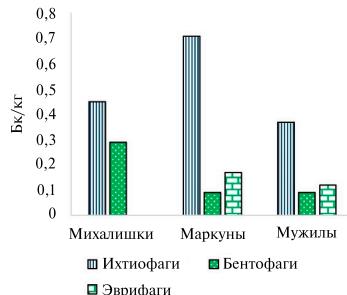
*a**б*

Рис. 5. Накопление Cs¹³⁷ (а) и Sr⁹⁰ (б) в пунктах отбора проб

Fig. 5. Accumulation of Cs¹³⁷ (a) and Sr⁹⁰ (b) at sampling points

Максимальное накопление среднего значения Sr⁹⁰ отмечается у ихтиофагов во всех пунктах исследований, минимальное у бентофагов (рис. 5б). Следует отметить, что в створе выше забора воды (Маркуны, Михалишки) среднее накопления Sr⁹⁰ у всех рыб выше, чем в створе ниже сброса воды (Мужилы) (рис. 5б, 6а). В створе ниже сброса воды среднее накопление Cs¹³⁷ несколько у ихтиофагов максимально (рис. 6б).

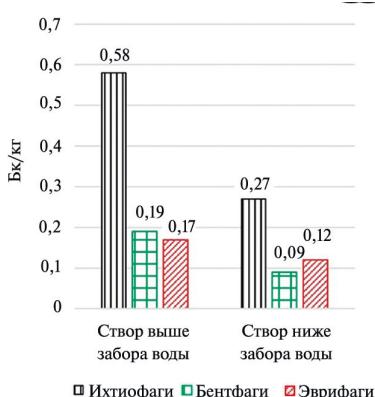
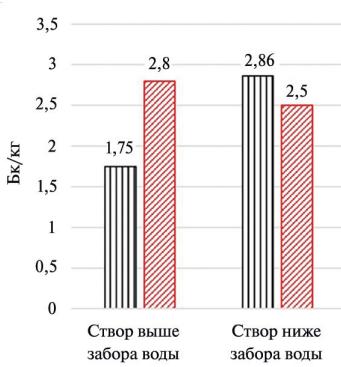
а*б*

Рис. 6. Накопление Sr⁹⁰ (а) и Cs¹³⁷ (б) в створах выше забора воды и ниже сброса воды

Fig. 6. Accumulation of Sr⁹⁰ (a) and Cs¹³⁷ (b) in the openings above the water intake and below the water discharge



Заключение. Установлено, что изотопы цезия и стронция, конкретно Sr⁹⁰ и Cs¹³⁷, содержатся в различных видах рыб, обитающих в реке Вилия. Тем не менее уровень их концентрации в исследованных образцах рыб не превышает установленные допустимые нормы: для стронция это значение составляет 100 Бк/кг, а для цезия – 130 Бк/кг. В связи с этими данными можно сделать вывод, что данная рыба безопасна для употребления в пищу и ее можно есть без каких-либо ограничений.

В участках, расположенных выше забора воды и ниже места, где осуществляется сброс воды от Белорусской атомной электростанции, наблюдалось незначительное различие в среднем накоплении радионуклида Cs¹³⁷. В то же время, средний уровень накопления Sr⁹⁰ в рыбах, представляющих все исследуемые трофические группы, оказался значительно ниже в створе, который находится ниже сброса воды.

Предположения о связи интенсивности накопления техногенных радионуклидов с типом питания рыб в наших исследованиях не нашли четкого подтверждения. Это связано с тем, что по уровню накопления радионуклида Cs¹³⁷ в организме рыб не наблюдалось однозначного превосходства рыб с каким-либо одним типом питания; как эврифаги, так и ихтиофаги демонстрировали накопления Cs¹³⁷. При этом, у бентофагов, которые обычно питаются донными организмами, накопление Cs¹³⁷ не было зафиксировано.

На станции отбора проб р. Вилия – Маркуны не выявилось признаков накопления Cs¹³⁷ у всех видов рыб, которые были там отловлены. В противоположность накоплению Cs¹³⁷, в ходе исследования выявилось, что максимальное накопление радионуклида Sr⁹⁰ наблюдалось исключительно у ихтиофагов, которые были выловлены на обоих контрольных створах. Напротив, наименьшие уровни накопления Sr⁹⁰ были зарегистрированы у бентофагов.

Список использованных источников

1. Mathews, T. Trophic transfer of seven trace metals in a four-step marine food chain / T. Mathews, N. S. Fisher // Marine Ecology Progress Series. – 2008. – Vol. 367. – P. 23–33.



2. Василенко, И. Я. Стронций радиоактивный / И. Я. Василенко, О. И. Василенко // Энергия: экономика, техника, экология. – 2002. – № 4. – С. 26–32.
3. Федорова, Г. В. О радиоактивном загрязнении рыб / Г. В. Федорова // Рыбное хозяйство. – 1962. – № 3. – С. 15–19.
4. Зотина, Т. А. Размерная зависимость накопления радиоцезия (Cs^{137}) в мышцах и телях щуки (*Esox lucius*) р. Енисей / Т. А. Зотина, Е. А. Трофимова, Д. В. Дементьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2019. – Т. 59, № 3. – С. 321–328.
5. Кайгородов, Р. В. Распределение техногенных радионуклидов Cs^{137} и Sr^{90} в компонентах водных экосистем Тюменской области / Р. В. Кайгородов // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 11. – С. 64–69.
6. Рябов, И. Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС : по материалам экспедиц. исслед. / И. Н. Рябов. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 215 с.
7. Динамика содержания и распределение основных дозообразующих радионуклидов у рыб зоны отчуждения чернобыльской АЭС / Д. И. Гудков, А. Е. Каглян, А. Б. Назаров, В. Г. Кленус // Гидробиологический журнал. – 2008. – Т. 44, № 3. – С. 95–113.
8. Оценка накопления Cs^{137} рыбой пресноводного водоема: результаты исследований в Щекинском водохранилище / Н. В. Кузьменкова, Л. Е. Ефимова, М. М. Иванов [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2020. – Т. 60, № 4. – С. 418–425.
9. Шарипова, О. А. Накопление радионуклидов в организмах рыб озера Балхаш / О. А. Шарипова // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 3. – С. 136–141.
10. Методика измерений ФР.1.38.2016.24604. Методика измерений активности (удельной активности) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением гамма-спектрометра Canberra с программным обеспечением Genie-2000 по количественному анализу гамма-спектров : опубл. 24.03.2014 / ООО «НТЦ «РАДЭК». – URL: <https://oei.by/mvi/view?id=3946621> (дата обращения: 13.05.2025).
11. Радиационный контроль. Подготовка проб для определения стронция-90 радиохимическим методом = Радиоактивный контроль. Пад-рыхтоўка проб для вызначэння стронцыя-90 радыёхімічнымі метадамі : СТБ-1059-98. – Введ. 01.07.98. – Мн. : Госстандарт, 1998. – 25 с.
12. Методика измерений МВИ МН 4283-2012. Методика выполнения активностей Sr^{90} , Cs^{137} на радиометрических малофоновых установках



типа УМФ-2000, УМФ-1500, УМФ-1500М в счетных образцах пищевых продуктов, сельскохозяйственном сырье и кормах, полученных методом радиохимического анализа : опубл. 28.04.2015 / Бел. гос. ветеринар. центр. – URL: <https://oei.by/mvi/view?id=3946032> (дата обращения: 13.05.2025).

Reference

1. Mathews T., Fisher N. S. Trophic transfer of seven trace metals in a four-step marine food chain. *Marine Ecology Progress Series*, 2008, vol. 367, pp. 23–33.
2. Vasilenko I. Y., Vasilenko O. I. Strontium is radioactive. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya = Energy: economics, technology, ecology*, 2002, no. 4, pp. 26–32 (in Russian).
3. Fedorova G. V. About radioactive contamination of fish. *Rybnoe hozyajstvo = Fish industry*, 1962, no. 3, pp. 15–19 (in Russian).
4. Zotina T. A., Trofimova E. A., Dement'ev D. V. The size dependence of radiocesium (Cs^{137}) accumulation in the muscles and bodies of pike (*Esox lucius*) of the Yenisei River. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya = Radiation biology. Radioecology*, 2019, vol. 59, no. 3, pp. 321–328 (in Russian).
5. Kajgorodov R. V. Distribution of technogenic radionuclides Cs^{137} and Sr^{90} in the components of aquatic ecosystems of the Tyumen region. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya = Advances in current natural sciences*, 2021, no. 11, pp. 64–69 (in Russian).
6. Ryabov I. N. *Radioekologiya ryb vodoemov v zone vliyaniya avari na Chernobyl'skoi AEHS: po materialam ekspeditsionnykh issledovanii* [Radioecology of fish in reservoirs in the zone of influence of the Chernobyl nuclear power plant accident : based on the materials of expeditionary research]. Moscow, KMC sci. Publ., 2004. 215 p. (in Russian).
7. Gudkov D. I., Kaglyan A. E., Nazarov A. B., Klenus V. G. Dynamics of the content and distribution of the main dose-forming radionuclides in fish of the Chernobyl exclusion zone. *Gidrobiologicheskii zhurnal = Hydrobiological Journal*, 2008, vol. 44, no. 3, pp. 95–113 (in Russian).
8. Kuz'menkova N. V., Efimova L. E., Ivanov M. M., Rozhkova A. K., Vada T., Nanba K., Golosov V. N. Assessment of Cs^{137} accumulation by freshwater fish: research results in Shchokino reservoir. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya = Radiation biology. Radioecology*, 2020, vol. 60, no. 4, pp. 418–425 (in Russian).
9. Sharipova O. A. Accumulation of radionuclides in fish organisms of Lake Balkhash. *Gidrometeorologiya i ekologiya = Hydrometeorology and ecology*, 2012, no. 3, pp. 136–141 (in Russian).



10. FR.1.38.2016.24604. Metodika izmerenii aktivnosti (udel'noi aktivnosti) gamma-izluchayushchikh radionuklidov v schetnykh obraztsakh s primeneniem gamma-spektrometra Canberra s programmnym obespecheniem Genie-2000 po kolichestvennomu analizu gamma-spektrov [Measurement procedure 1.38.2016.24604. A method for measuring the activity (specific activity) of gamma-emitting radionuclides in counting samples using a Canberra gamma spectrometer with Genie-2000 software for quantitative analysis of gamma spectra]. Available at: <https://oei.by/mvi/view?id=3946621> (accessed: 13.05.2025) (in Russian).
11. STB-1059-98. Radiatsionnyi kontrol'. Podgotovka prob dlya opredeleniya stronitsiya-90 radiokhimicheskim metodom [State Standard 1059-98. Radiation monitoring. Sample preparation for the determination of strontium-90 by radiochemical method]. Minsk, Gosstandart Publ., 1998. 25 p. (in Russian).
12. MVI MN 4283-2012. Metodika uypolneniya aktivnostei Sr⁹⁰, Cs¹³⁷ na radiometricheskikh malofonovykh ustanovkakh tipa UMF-2000, UMF-1500, UMF-1500M v schetnykh obraztsakh pishchevykh produktov, sel'skokhozyaistvennom syr'e i kormakh, poluchennykh metodom radiokhimicheskogo analiza [Measurement procedure 4283-2012. The methodology of performing Sr⁹⁰, Cs¹³⁷ activities on radiometric low-frequency installations such as UMF-2000, UMF-1500, UMF-1500M in calculated food samples, agricultural raw materials and feed obtained by radiochemical analysis]. Available at: <https://oei.by/mvi/view?id=3946032> (accessed: 13.05.2025) (in Russian).

Сведения об авторах

Агеец Владимир Юльянович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@mail.ru

Ансолихова Ольга Дмитриевна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Попиначенко Таисия Ивановна – научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Панасюк Мария Игоревна – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства,



Национальная академия наук Республики Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: maria.panasiuk.99@gmail.com

Тиханский Максим Александрович – начальник Лаборатории радиационного контроля окружающей среды цеха радиационной безопасности Государственного предприятия «Белорусская АЭС», Островец, Беларусь (231220, Гродненская область, Островецкий р-н, Ворнянский с/с, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

Свечникова Анна Казимировна – инженер по радиологическим и спектрометрическим измерениям I-й категории, Государственное предприятие «Белорусская атомная электростанция», Островец, Беларусь (231220, Гродненская область, Островецкий р-н, Ворнянский с/с, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

Катович Екатерина Витальевна – инженер по радиологическим и спектрометрическим измерениям II-й категории, Государственное предприятие «Белорусская атомная электростанция», Островец, Беларусь (231220, Гродненская область, Островецкий р-н, Ворнянский с/с, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

Information about authors

Uladzimir Yu. Aheyets – D.Sc. (Agriculture), Professor, director, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Olga D. Apsolikhova – Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Taisia I. Popinachenko – Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Maria I. Panasyuk – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: maria.panasiuk.99@gmail.com

Maxim A. Tikhansky – Head of the Laboratory of Radiation Control of the Environment of the Radiation Safety Workshop RUE “Belarusian Nuclear Power Plant”, Ostrovets district, Republic of Belarus (231220, Grodno region, Ostrovetsky district, Vornyansky village Council, 2/7). E-mail: tihanskiy.ma@belaes.by

Anna K. Svechnikova – Engineer for radiological and spectrometric measurements of the 1st category, RUE “Belarusian Nuclear Power Plant”, Ostrovets district, Republic of Belarus (231220, Grodno region, Ostrovetsky district, Vornyansky village Council, 2/7). E-mail: lablakeirh@gmail.com



Ekaterina V. Katovich – Engineer for radiological and spectrometric measurements of the II-th category, RUE “Belarusian Nuclear Power Plant”, Ostrovets district, Republic of Belarus (231220, Grodno region, Ostrovetsky district, Vornyansky village Council, 2/7). E-mail: lablakeirh@gmail.com

УДК 639.3.053.7

Поступила в редакцию 04.08.2025

Received 04.08.2025

**В. Г. Костоусов¹, О. Д. Апсолихова¹, В. И. Лишко¹, В. А. Ласица¹,
А. А. Углынец², С. А. Латушкин²**

¹*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь*

²*Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк
«Нарочанский», к.п. Нарочь, Республика Беларусь*

РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ МАЛЫХ ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ ПЛАТНОГО ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА

Аннотация. Рассмотрено современное состояние рыбных ресурсов ряда малых озер Национального парка «Нарочанский» при организации на них платного любительского рыболовства. Анализируемые озера по рыбохозяйственной классификации отнесены к трем группам (категориям): лещево-щучье-плотвичной (2), окунево-плотвичной (8) и карасево-линевой (2). Показано, что состав ихтиофауны малых озер несколько уже, нежели в целом по парку и представлен 18 видами рыб, из которых 15 представляют аборигенную ихтиофауну, 3 – хозяйствственные вселенцы. Последние либо используются в целях зарыбления отдельных водоемов, либо проникают по водным связям из более крупных зарыбляемых озер. Величины промысловых запасов могут колебаться в зависимости от приложенной интенсивности рыболовства и объемов проведенного зарыбления, но в целом остаются в пределах потенциальных величин, определенных для соответствующих групп водоемов данного региона. Изучены рыболовная нагрузка для каждого из озер, состав



и динамика любительского вылова на современном этапе эксплуатации, определена степень использования рыбных ресурсов в условиях функционирования национального парка, показан рост значения любительского вылова.

Ключевые слова: озеро, платное любительское рыболовство, динамика вылова, квоты вылова, степень освоения

**Vladimir G. Kostousov¹, Olga D. Apsolikhova¹, Vladislav I. Lishko¹,
Vladislav A. Lasitsa¹, Anatoly A. Uglyanets², Sergey A. Latushkin²**

¹*Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

²*State Nature Conservation Institution “Narochansky National Park”,
Naroch settlement, Republic of Belarus*

FISH RESOURCES OF SMALL LAKES OF THE NATIONAL PARK «NAROCHANSKY» AND THEIR USE FOR PAID RECREATIONAL FISHING

Abstract. The current state of fish resources of a number of small lakes of the Narochansky National Park is considered when organizing paid amateur fishing on them. According to the fishery classification, the analyzed lakes are assigned to three groups (categories): bream-pike-roach (2), perch-roach (8) and crucian carp-tench (2). It is shown that the composition of the ichthyofauna of small lakes is somewhat narrower than in the park as a whole and is represented by 18 species of fish, of which 15 are native ichthyofauna, 3 are commercial invaders. The latter are either used for the purpose of stocking individual reservoirs with fish, or penetrate through water connections from larger stocked lakes. The values of commercial stocks may fluctuate depending on the intensity of fishing and the volumes of stocking, but generally remain within the potential values determined for the corresponding groups of water bodies in the region. The fishing load for each lake, the composition and dynamics of amateur catch at the current stage of operation were studied, the degree of use of fish resources in the conditions of the functioning of the national park was determined, and the growth of the value of amateur catch was shown.

Keywords: lake, paid recreational fishing, catch dynamics, catch quotas, degree of development



Введение. На территории Национального парка «Нарочанский» (НП «Нарочанский») насчитывается более 40 озер различной площади, часть из которых используются в целях промыслового лова и организации платного любительского рыболовства. Озера в целом занимают 19 % территории национального парка и являются структурообразующим элементом его системы. Водоемы парка обеспечивают население широким спектром необходимых экосистемных услуг, которые включают воду для питья, ирригации, рыболовства, отдыха, поддержания биоразнообразия, круговорота и аккумуляции биогенных веществ и загрязнителей. Природные ресурсы озер также включают комплекс животных и растений, которые имеют экологическое, экономическое и эстетическое значение, определяя рекреационную значимость и привлекательность водоема. Деятельность НП «Нарочанский» позволяет на научной основе регулировать вопросы, связанные с использованием природного потенциала озер, прежде всего их водных биологических ресурсов, снижением негативного влияния человека на водные экосистемы [1]. С учетом особого статуса территории использование природных ресурсов парка должно быть направлено в сторону развития туристического и рекреационного потенциала, включая разнообразные водоемы на его территории. Платное любительское рыболовство является одним из таких направлений использования ресурсов озер, где другие формы рыбохозяйственной эксплуатации (например, рыбный промысел) затратны или не имеют экономической перспективы.

Материалы и методики исследований. Объектами исследований служили двенадцать малых озер на территории НП «Нарочанский», на которых в соответствии с Приложением 2 к распоряжению Президента Республики Беларусь от 03.06.2008 г. № 156 рп (в редакции распоряжения от 29.12.2016 г. № 219 рп) в направлении рыбохозяйственной деятельности указана организация платного любительского рыболовства [2]. Работы проведены в 2024–2025 гг. в рамках выполнения задания ЗТ 2.13 «Разработать и внедрить мероприятия по повышению эффективности использования рыбных ресурсов и сохранению водных экосистем малых озер ГПУ НП «Нарочанский» государственной научно-технической программы «Зеленые технологии ресурсопользования и экобезопасности», 2021–2025 годы.



В анализе современного состояния рыболовства использовали данные отчетной статистики Минсельхозпрода Республики Беларусь по объемам вылова озерно-речной рыбы и объемам зарыбления рыболовных угодий, формируемых за счет статистических данных, представляемых арендаторами и пользователями по форме 1-РХ за последние годы, данные по видовой структуре и объемам любительского вылова, размещаемые Минприродой Республики Беларусь в Государственном кадастре животного мира размещенном на сайте www.belfauna.by, данные по реализации путевок на платное любительское рыболовство, предоставляемые национальным парком, результаты более ранних собственных наблюдений и анализов любительских уловов [3–5]. Оценку степени использования рыбных ресурсов озер проводили как соотношение достигнутого вылова к величине установленного лимита вылова (годовой квоты), выраженное в процентах [6–9]. При расчете предельно допустимой рекреационной нагрузки руководствовались ТКП 17.06-17-2018 «Комплексная оценка экологического риска и расчет норм допустимых рекреационных нагрузок на водоемы в зонах отдыха Беларуси» [10]. Расположение анализируемых озер на территории национального парка отражено на рис. 1, их основные морфометрические характеристики приведены в табл. 1.

Результаты и обсуждение. Любительское рыболовство базируется на имеющихся ресурсах рыб, поэтому их видовой состав и количественное развитие имеют важное значение в вопросах организации данного вида хозяйственной деятельности. Преимущественно малооцененный состав потенциальных уловов снижает привлекательность водоемов для рыболовства, а формирование ихтиокомплексов на основе видов прудовой аквакультуры способно привнести негативные тенденции в устойчивость водных экосистем и снизить привлекательность водоемов для других видов рекреации. По этим причинам в выборе объектов для зарыбления водоемов, различной морфометрии и расположенных в различных зонах национального парка, исходили из стремления обеспечения максимальной рыболовной привлекательности водоемов без существенной угрозы устойчивости их экосистем.

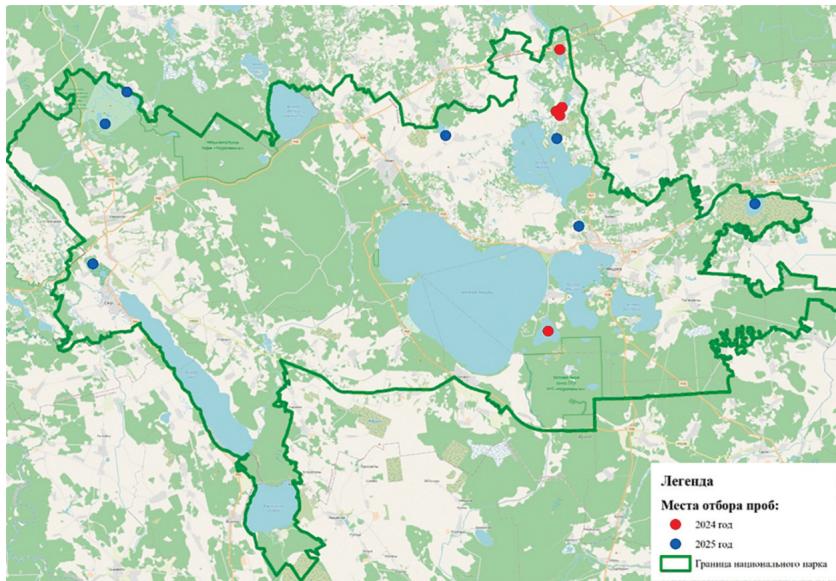


Рис. 1. Расположение анализируемых малых озера

НП «Нарочанский» и годы наблюдения

*Fig. 1. Location of the analyzed small lakes
of NP «Narochansky» and the years of observation*

Состав ихтиофауны малых озер НП «Нарочанский» изучали и устанавливали в процессе проведения научно-исследовательских работ в прежний период исследований с учетом проведения последующих рыбоводно-мелиоративных мероприятий. В частности, в отчете о проведении работ по организации rationalного рыбного хозяйства на озерах Нарочанского рыбзавода (1958–1960 гг.), представлены обобщенные сведения по видовой структуре рыбного стада 8 малых озер, включая часть, перечисленных в табл. 1 [11]. Исследования, проведенные на этапе организации национального парка (2001), позволили установить и уточнить наличие в водоемах парка 27 видов рыб, включая аборигенных и хозяйственных вселенцев. В целом из встречающихся в озерах парка видов рыб, относящихся к 9 семействам, 18 принадлежат аборигенной ихтиофауне, остальные – хозяйственные вселенцы, появившиеся в результате рыбоводных мероприятий. В малых



озерах установлено присутствие 18 видов рыб, из которых 15 представляют аборигенную ихтиофауну, 3 – хозяйственныеселенцы. Последние либо используются в целях зарыблениия отдельных водоемов, либо проникают по водным связям из более крупных зарыбляемых озер [4, 5]. Существенных изменений в видовом составе ихтиофауны анализируемых озер в настоящее время не установлено.

Водоемы региона неоднократно зарыбляли молодью различных видов рыб в целях улучшения качественного состава получаемых промысловых уловов, акклиматизации и формирования устойчивых популяций новых видов рыб. Но, поскольку фонд малых озер использовался в целях промыслового лова нерегулярно, зарыбление также не носило систематического характера и определялось текущими задачами на конкретном этапе эксплуатации. За период с начала рыбохозяйственной эксплуатации по момент организации национального парка в зарыблении наиболее часто использовали молодь (сеголетков, годовиков) серебряного карася и амурского сазана, в меньшей степени прудового карпа, угря, пеляди и ряпушки. С момента организации парка и развития такого вида рыбохозяйственной деятельности как организация платного любительского рыболовства зарыбление данной категории озер стало более систематичным, а в качестве объектов зарыбления использовали виды, представляющие интерес для рыболовов любителей: помимо карпа и карася, вселяли преимущественно щуку, а также некоторые аборигенные виды – ряпушку и линя. Общее количество посаженной рыбы, а также плотность посадки в расчете на суммарную рассматриваемую площадь (717,1 га) представлены в табл. 2. Преобладающее значение щуки в зарыблении связано как с предпочтением со стороны рыболовов-любителей, так и со стремлением уменьшить использование вселенцев прудового комплекса (карп, серебряный карась) в целях снижения рисков эвтрофирования.

По результатам оценки, проведенной при организации национального парка анализируемые озера по рыбохозяйственной классификации были отнесены к трем группам (категориям): лещево-щучье-плотвичной (2), окунево-плотвичной (8) и карасево-линевой (2).



Таблица 1. Перечень анализируемых озер и их основные морфометрические характеристики [12]

Table 1. List of analyzed lakes and their main morphometric characteristics

Зона расположения в соответствии с функциональным зонированием прилегающей территории											
№ п/п	Озеро	Площадь зеркала, га, км ²	Площадь береговой зоны, м ²	Площадь водосбора, м ²	Высота берега, м	Максимальная глубина, м	Глубина средней, м	Глубина береговая, м	Глубина водосбора, м ³	Глубина рекреационная, м	Рекреационная, м ²
1	Белое (Бледное)	1,95	2,9	8,1	6,02	5,71	4,72	—	Рекреационная использования, регулируемого использования, охранная	—	—
2	Болдук	76	15,3	39,7	5,04	11,89	1,6	34	Охранныя, регулируемого использования, охранная, за-поведная, рекреационная	—	—
3	Волчино	53,4	14,8	32,9	4,29	7,87	3,7	10	Рекреационная использования, регулируемого использования, охранная	—	—
4	Глубля	47	10,4	26,8	1,15	5,05	1,4	16	Рекреационная использования, регулируемого использования	—	—
5	Дигиди	137	1,3	1,7	4,44	1,75	1,75	—	Заповедная	—	—
6	Княгининское	13	3,0	6,2	1,77	—	0,5	—	Рекреационная использования, регулируемого использования	—	—
7	Кузьмичи	66,9	2,4	3,4	4,01	1,65	10,9	1	Охранныя, регулируемого использования, охранная, хо-зяйственная	—	—
8	Логвины	41,6	6,7	15,1	3,67	2,81	3,7	3–4	Охранныя, регулируемого использования, рекреационная	—	—
9	Россохи	17,9	—	—	1,86	1,34	0,75	—	Рекреационная, регулируемого использования, охранная	—	—
10	Рудаково	22,8	11,3	28,6	2,01	2,85	1,2	10–11	Рекреационная, регулируемого использования, охранная	—	—
11	Свирнище	36	1,9	2,7	2,39	0,71	10,0	0,3	Хозяйственная, регулируемого использования	—	—
12	Ходосы	10,5	3,6	9,3	1,65	0,36	0,9	—	Хозяйственная, регулируемого использования	—	—



**Таблица 2. Зарыбление анализируемых озер
по видам и группам рыб, 2002–2024 гг.**

**Table 2. Stocking of the analyzed lakes
by species and groups of fish, 2002–2024**

Вид рыб	Возрастная группа	Всего посажено	
		тыс. экз.	экз./га
Ряпушка	личинки подрошенные	252,0	351,4
Щука	личинки подрошенные	1141,86	1592,3
Угорь	стекловидный	74,8	104,3
Итого		1468,66	
Карась серебря- ный	сеголеток/годовик	121,2	160,0
Карп	сеголеток	8,42	11,7
Щука	сеголеток/годовик	6,48	9,0
Итого		136,1	
Карась серебря- ный	2-х леток	16,78	23,4
Карп	2-х леток	68,4	95,9
Итого		85,18	
Линь	разновозрастной	0,285	0,4
Итого		0,285	
Всего		1690,225	

За период с момента организации парка анализируемые водоемы периодически обследовали в целях установления состояния рыбных ресурсов и корректировки квот вылова. Расчеты, проводимые по результатам контрольных обловов с использованием единой стандартной методики [13], показали, что величины промыслового запаса рыбного стада колебались в зависимости от приложенной интенсивности рыболовства и объемов проведенного зарыбления, но в целом оставаясь в пределах потенциальных величин, определенных для соответствующих групп водоемов данного региона (табл. 3) [5, 14]. На основании средневзвешенных величин промыслового запаса по классифицируемым группам, для дальнейшего расчета потенциальных лимитов вылова были приняты следующие значения: лещево-щучье-плотвичные – 62,9 кг/га; окунево-плотвичные – 57,5 кг/га; карасево-линевые – 39,6 кг/га.



Таблица 3. Классифицируемая группа и величины промыслового запаса анализируемых озер

Table 3. Classified group and fishing reserve values of the analyzed lakes

№ п/п	Озеро	Класс по рыбохозяйственной классификации	Значения промыслового запаса рыбного стада, кг/га
1	Белое (Бледное)	лещево-щучье-плотвичное	47,5–73,3
2	Болдук	окунево-плотвичное	35,4–57,5
3	Волчино	окунево-плотвичное	36,2–57,5
4	Глубля	окунево-плотвичное	50,6–57,5
5	Дягили	карасево-линевое	33,6–57,1
6	Княгининское	лещево-щучье-плотвичное	62,9–112,7
7	Кузмичи	окунево-плотвичное	53,9–57,5
8	Лотвины	окунево-плотвичное	53,9–63,6
9	Россохи	окунево-плотвичное	53,9–65,0
10	Рудаково	окунево-плотвичное	47,8–57,5
11	Свирнище	карасево-линевое	39,3–72,0
12	Ходосы	окунево-плотвичное	54,6–74,3

Организация платного любительского рыболовства осуществляется пользователем (национальным парком) путем создания условий для ведения любительского рыболовства (зарыбление угодий привлекательными для любительского рыболовства видами рыб, создание соответствующей инфраструктуры) и реализации рыболовных путевок (разовых, сезонных, годовых, льготных) на право лова. В настоящее время национальный парк не выделяет путевок на право лова на конкретном водоеме, реализуемые путевки дают право приобретателю осуществлять лов рыбы на любом из водоемов, где предусмотрен режим платного любительского рыболовства, что несколько затрудняет учет фактического вылова. Тем не менее статистические данные по учету путевок и выловленной рыбы в объемных показателях представляются пользователем по форме 1-РХ, с последующим разнесением по результатам контрольных выборок по конкретным озерам и видам. Согласно отчетным сведениям и данных прямого учета на анализируемых водоемах, количество путевок по годам (с учетом путевок для льготных категорий граждан) представлено следующим образом (табл. 4).



Таблица 4. Количество путевок на право любительского лова, реализованных на современном этапе эксплуатации модельных озер
Table 4. Number of permits for amateur fishing rights implemented at the current stage of operation of model lakes

№ п/п	Озеро	Количество путевок, шт.		
		2022 г.	2023 г.	2024 г.
1	Белое (Бледное)	221	238	282
2	Болдук	26	28	33
3	Волчино	108	116	137
4	Глубля	72	78	92
5	Дягили	79	85	101
6	Княгининское	105	112	133
7	Кузьмичи	178	191	226
8	Лотвины	107	115	136
9	Россохи	105	113	134
10	Рудаково	105	113	134
11	Свирнище	106	114	134
12	Ходосы	105	112	133

В целом на долю малых озер приходилось от 10,4 до 14,0 % от общего числа реализованных за год путевок. Вылов рыбы любителями за период 2022–2024 гг. по каждому из анализируемых озер по данным промысловой статистики представлен в табл. 5. Анализ табл. 5 и опросных данных рыболовов на водоемах показал, что в структуре вылова доминирует небольшой спектр видов: как по открытой воде, так и в подледный период вылавливают преимущественно щуку (от 25,6 до 57,9 % в составе уловов), окуня (11,1–66,7 %) и плотву (11,1–42,9 %). В теплое время года ассортимент вылавливаемых карповых расширяется за счет леща (14,3–20,8 %), линя (19,5 %), из зарыбляемых видов – карпа (до 19,5 %) и карася серебряного (20,6–33,3 %). Непосредственные наблюдения показали, что фактический видовой состав уловов несколько шире декларируемого, за счет вылова некоторой доли уклейки, густеры, красноперки и ерша. Но данные виды порой не находят отражения в статистических данных из-за их незначительной доли, либо нежелания рыболовов выделять их отдельно в качестве видового улова. Рыбопродукция, изымаемая любителями, может отличаться по годам и колеблется в пределах от 1,7 до 20,2 кг/га, что близко к биологически обоснованному пределу изъятия ихтиомассы.



Анализ данных реализации путевок и вылова рыбы любителями в сезонном аспекте показал, что по малым озерам в отличие от достаточно крупных озер этого же парка наибольшие объемы вылова приходятся на вторые-третьяи кварталы года, меньший объем установлен для четвертого и минимальный объем вылова отмечен для первого кварталов (рис. 2).

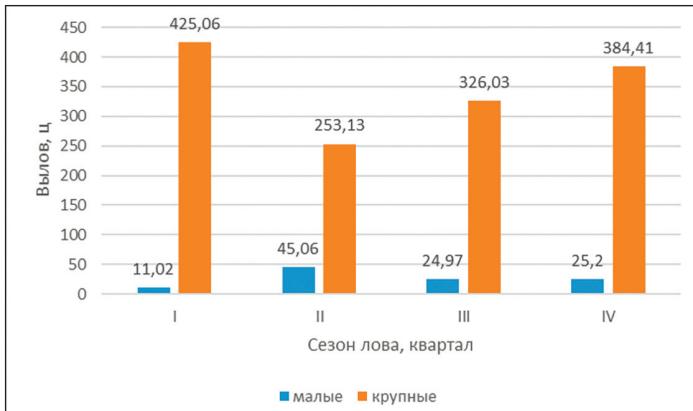


Рис. 2. Объемы вылова рыбы любителями по категориям озер и сезонам лова
Fig. 2. Fishing volumes by amateurs by lake categories and fishing seasons

В отличие от сравнительно крупных озер парка, где максимум любительской нагрузки отмечен именно в подледный период и летом, на малых озерах вылов рыбы любителями имеет несколько иную динамику, что может объясняться рядом факторов. Исходя из данных табл. 5 можно сделать вывод, что предпочтение в вылове любители отдают крупным хищникам (прежде всего щуке), ресурсы которой в более крупных озерах выше. Это приводит к тому, что доступность мест лова на больших озерах с установлением ледового покрова возрастает, а посещаемость рыболовами таких угодий в подледный период существенно выше, нежели малых озер. В период же весеннего запрета (на щуку – март-апрель, на прочие виды апрель-май, лов разрешен только с берега) для любителей более доступны именно малые водоемы, соответственно рыболовная нагрузка в этот период перераспределяется на них и существенно возрастает. В свою очередь, рыболовная нагрузка в летне-осенний период на малые водоемы по сравнению с весенним периодом несколько снижается, тогда как в крупных озерах она возрастает.



Последнее объясняется более широким видовым составом облавливаемого стада рыб в относительно крупных рыболовных угодьях, что дает основание для роста рыболовной нагрузки за счет возможности применения более широкого спектра способов и методов лова.

Таблица 5. Объемы и структура вылова рыбы из малых озер НП «Нарочанский» платным любительским рыболовством на современном этапе*

Table 5. Volumes and structure of fishing from small lakes of NP «Narochansky» by paid amateur fishing at the present stage*

Озеро	Лен	Щука	Окунь	Плотва	Густера	Карась серебряный	Линь	Красноперка	Карп	Всего, кг	Рыбопродукция, кг/га
2022 г.											
Белое (Бледное)	—	120	200	130	—	—	—	—	—	450	2,3
Болдук	—	460	340	200	200	—	—	—	—	1200	15,8
Волчино	—	370	130	200	—	—	170	—	—	870	16,3
Глубля	—	250	270	200	—	—	—	—	—	720	15,3
Дягили	—	560	840	250	—	40	50	—	—	1740	12,7
Княгининское	—	50	30	20	—	60	40	—	—	200	15,4
Кузьмичи	—	100	50	50	—	—	—	—	—	200	3,0
Лотвины	120	220	200	150	—	150	—	—	—	840	20,2
Россохи	—	—	20	10	—	—	—	—	—	30	1,7
Рудаково	—	10	10	10	—	—	—	—	—	30	1,3
Свирнище	—	250	200	350	—	40	—	—	—	840	23,3
Ходосы	—	80	20	20	—	60	—	—	—	180	17,1
2023 г.											
Белое (Бледное)	—	840	670	455	—	675	—	—	640	3280	16,8
Болдук	—	358	345	376	—	—	—	—	—	1079	14,2
Волчино	—	340	136	294	—	—	—	—	—	770	14,4
Глубля	—	295	325	—	—	—	—	—	—	620	13,2
Дягили	—	696	654	425	—	205	—	—	—	1980	14,5
Княгининское	—	65	125	90	—	—	—	—	—	280	21,5
Кузьмичи	—	632	338	160	—	160	—	—	—	1290	19,3
Лотвины	185	301	225	179	—	—	—	—	—	890	21,4
Россохи	—	135	85	40	—	—	—	—	—	260	14,5
Рудаково	—	186	73	91	—	—	—	—	—	350	15,4
Свирнище	—	225	98	45	—	16	—	26	—	410	11,4
Ходосы	—	52	40	68	—	—	—	—	—	160	15,2



Окончание табл. 5

Озеро	Лен	Щука	Окунь	Плотва	Густера	Карась серебряный	Линь	Красноперка	Карп	Всего, кг	Рыбопродукция, кг/га
2024 г.											
Белое (Бледное)	—	1760	560	718	—	—	—	—	—	3038	15,6
Болдук	—	488	232	312	—	—	—	—	—	1032	13,6
Волчино	—	360	267	—	—	—	85	—	—	712	13,3
Глубля	—	330	109	176	—	—	—	—	—	615	13,1
Дягили	—	560	580	700	—	—	—	—	—	1840	13,4
Княгининское	—	—	149	112	—	—	—	—	—	261	20,0
Кузьмичи	—	538	324	336	—	—	—	—	—	1198	17,9
Лотвины	—	236	190	366	—	—	132	—	—	752	18,1
Россохи	—	95	81	68	—	—	—	—	—	244	13,6
Рудаково	—	165	168	—	—	—	—	—	—	333	14,6
Свирнище	—	125	129	122	—	—	25	—	—	401	11,1
Ходосы	—	80	36	43	—	—	—	—	—	159	15,1

* По данным МСХП и сайта www.belfauna.by.

Прямые учеты, проведенные на малых озерах в подледный период 2024–2025 гг. показали, что практически по всем обследованным озерам выделяются две категории любителей: те, кто целенаправленно ловит щуку и те, кто ориентирован на вылов массовых видов (чаще плотва и окунь) либо вылавливают их в качестве живца для лова щуки. Таким образом, основная масса рыболовов-любителей в той или иной форме ориентируется на вылов щуки. Объемы дневного вылова без щуки составляют в среднем от 0,2 до 1,5 кг в зависимости от водоема, со щукой – 1,0–4,5 кг. Всего в уловах в этот период отмечено до 8 видов рыб, из наиболее массовых – плотва (15–70 %) и окунь (20–65 %). Вся выловленная щука отвечала требованиям действующих Правил любительского рыболовства по промысловый мере (с длиной тела свыше 40 см) [14].

Оценку степени эксплуатации рыбных ресурсов малых озер рассматривали как соотношение достигнутого вылова к величине установленной годовой квоты. Достигнутая степень эксплуатации рыбных ресурсов на период современных исследований составила от 70,3 до 112,5 % (табл. 6).



Таблица 6. Вылов рыбы любителями, установленные квоты вылова и достигнутая степень эксплуатации на современном этапе

Table 6. Fishing by amateurs, established catch quotas and the degree of exploitation achieved at the present stage

Озеро	Вылов, кг			Доведенная квота, кг			Степень реализации, %		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Белое (Бледное)	450	3280	2306	450	3280	3280	100	100	70,3
Болдук	1200	1079	1032	1100	1080	1080	109	100	96
Волчино	870	770	567	870	770	770	100	100	73,6
Глубля	720	620	615	720	620	620	100	100	99
Дягили	1740	1980	1840	1780	1980	1980	98	100	93
Княгининское	200	280	261	200	280	280	100	100	93
Кузьмичи	200	1290	1198	200	1290	1290	100	100	93
Россохи	30	260	194	30	260	260	100	100	74,6
Рудаково	30	350	333	30	350	350	100	100	95
Свирнище	840	410	401	840	410	410	100	100	98
Ходосы	180	160	150	160	160	160	112,5	100	93,8

Анализ данных табл. 6 показал, что максимальная степень реализации квот вылова приходится на наиболее доступные и лежащие вблизи водоемов, что можно объяснить относительно большей долей путевок, приобретаемых посетителями парка в целях рыболовного туризма, тогда как на относительно удаленных озерах основной пресс рыболовства создают жители прилегающих деревень (льготная категория пользователей).

Расчеты, проведенные с использованием методики определения норм допустимых рекреационных нагрузок [10], показали, что потенциальная рыболовная нагрузка на анализируемую группу озер может быть даже выше установленной. Так согласно расчетов (табл. 7), потенциально возможная нагрузка за год для большинства анализируемых водоемов превышает количество реализованных путевок всех категорий (табл. 4) даже если предположить в числе последних преобладающее значение долговременных (сезонных, годовых). Сравнительный анализ потенциальной и фактической нагрузок (табл. 8) в целом подтверждает высказанное предположение, а средний вылов по путевке для основной массы озер не превышает установленного Правилами любительского рыболовства норматива дневного вылова (5 кг/день).



Таблица 7. Расчет потенциально возможной рыболовной нагрузки на анализируемые водоемы [10]

Table 7. Calculation of the potential fishing load on the analyzed reservoirs

Водоем	Площадь, га	Оптимальный вылов по РБО, кг/га	Количество дней продуктивного лова	Разрешенная норма вылова на человека в день, кг	Правоочный коэффициент	Ежедневное допустимое число любителей, чел.	Суммарная допустимая рыболовная нагрузка за год, чел./дней
Белое (Бледное)	195	16,8	240	5,0	0,33	8,3	1985
Болдук	76	14,2	240	5,0	0,33	2,7	654
Волчино	53,4	14,4	240	5,0	0,33	1,9	466
Глубля	47	13,2	240	5,0	0,33	1,6	376
Дягили	137	14,5	240	5,0	0,33	5,0	1204
Княгининское	13	21,5	240	5,0	0,33	0,7	169
Кузьмичи	66,9	19,3	240	5,0	0,33	3,3	783
Лотвины	41,6	21,4	240	5,0	0,33	2,2	540
Россохи	17,9	14,5	240	5,0	0,33	0,7	157
Рудаково	22,8	15,5	240	5,0	0,33	0,9	214
Свирьнище	36	11,4	240	5,0	0,33	1,0	249
Ходосы	10,5	15,2	240	5,0	0,33	0,4	97

Таблица 8. Сравнительные показатели любительской рыболовной нагрузки по анализируемым водоемам, 2024 г.

Table 8. Comparative indicators of amateur fishing load in the analyzed reservoirs, 2024

Водоем	Площадь, га	Расчетные величины	Фактические величины
		допустимая рыбопродукция, кг/га допустимая рыболовная нагрузка, чел./дней	достигнутая рыбопродукция, кг/га количество реализованных путевок** средний вылов по путевке, кг
Белое	195	16,8 1985	1,7 15,8 282
Болдук	76	14,2 654	1,7 13,6 33
Волчино	53,4	14,4 466	1,7 13,3 137
Глубля	47	13,2 376	1,7 13,1 92
Дягили	137	14,5 1204	1,7 13,4 101
			5,2 6,7 13,8



Окончание табл. 8

Водоем	Площадь, га	Расчетные величины			Фактические величины		
		допустимая рыбо- продукция, кг/га	допустимая рыбо- ловная нагрузка, чел./дней	расчетный вылов на человека, кг*	достигнутая рыбо- продукция, кг/га	количество реализо- ванных путевок**	средний вылов по путевке, кг
Княгининское	13	21,5	169	1,7	20,1	133	1,1
Кузьмичи	66,9	19,3	783	1,7	17,9	226	8,8
Лотвины	41,6	21,4	540	1,7	19,0	136	5,6
Россохи	17,9	14,5	157	1,7	13,6	134	1,8
Рудаково	22,8	15,5	214	1,7	14,6	134	2,5
Свирынище	36	11,4	249	1,7	11,1	134	3,0
Ходосы	10,5	15,2	97	1,7	15,1	133	1,2

* С учетом поправочного коэффициента по ТКП 17.06-17-2018 [10].

** Учтены все категории путевок.

Превышение вылова по путевке для озер Белое, Болдук и Дягили, может объясняться отмеченным выше значением льготных годовых путевок, реализуемых местному населению. Таким образом, любительское рыболовство в существующем виде достаточно эффективно поддерживается методами зарыбления и едва ли может служить основной причиной снижения промысловых запасов рыбного стада.

Заключение.

1. Рыбные ресурсы малых озер национального парка «Нарочанский» более ограничены по видовому составу и количественному развитию по сравнению с более крупными водоемами региона. Ресурсы рыб в целом оцениваются как устойчивые на данном этапе эксплуатации, а имеющиеся отличия с ранее приведенными значениями могут определяться различной избирательностью (уловистостью) примененных орудий рыболовства и в долгосрочном аспекте остаются в пределах средних величин для данной рыбозадачной группы рассматриваемой территории.

2. Платное любительское рыболовство осуществляют на основе реализуемых путевок. В структуре вылова любителей домини-



рует ограниченный спектр видов, а рыбопродукция, изымаемая этой категорией пользователей может отличаться по годам и колеблется в пределах от 1,7 до 21,4 кг/га, что близко к биологически обоснованному пределу изъятия ихтиомассы.

3. Динамика вылова рыбы любителями в малых озерах имеет иную по сравнению с более крупными озерами направленность, что может объясняться различиями в сезонной доступности рыболовных угодий.

4. Доводимые квоты вылова платным любительским рыболовством осваиваются с достаточно высокой интенсивностью, что подчеркивает эффективность этого направления рыбохозяйственной деятельности.

5. Потенциально допустимая рыболовная нагрузка по ряду малых озер превышает фактическую реализацию путевок, что позволяет говорить о щадящем режиме рыболовства с направленностью на немногие зарыбляемые и нативные виды рыб.

Список использованных источников

1. О создании Национального парка «Нарочанский» : Указ Президента Респ. Беларусь от 28 июля 1999 г. № 447 : в ред. от 9 февр. 2012 г. № 59 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 21.04.2025).
2. Перечень рыболовных угодий, предоставленных в безвозмездное пользование государственным природоохранным учреждениям и лесохозяйственным организациям Управления делами Президента Республики Беларусь : прил. 2 к распоряжению Президента Респ. Беларусь от 3 июня 2008 г. № 156 рп : в ред. от 29 дек. 2016 г. № 219 рп // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 30.05.2025).
3. Разработать режимы рыболовства озер Национального парка «Нарочанский» : отчет о НИР (заключ.) / РУП «БЕЛНИИРХ» ; рук. В. Г. Костоусов ; исполн.: – Минск, 2001. – 78 с.
4. Костоусов, В. Г. Состав и структура ихтиофауны водоемов национального парка «Нарочанский» / В. Г. Костоусов // Динамика биологического разнообразия фауны, проблемы и перспективы устойчивого использования и охраны животного мира Беларуси : тез. докл. IX зоол. науч. конф. / НАН Беларуси, Ин-т зоологии ; редкол.: М. Е. Никифоров (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – С. 219.
5. Костоусов, В. Г. Оценка величины запасов рыбных ресурсов в разнотипных озерах национальных парков Беларуси / В. Г. Костоусов



- сов // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды : материалы II междунар. науч. конф., Минск, Нарочь, 22–26 сент. 2003 г. / Бел. гос. ун-т ; сост. и общ. ред. Т. М. Михеевой. – Мн., 2003. – С. 591–592.
6. Система рационального рыбохозяйственного использования водоемов Беларуси, предусматривающая оптимальное промысловое и любительское рыболовство : справ. пособие / В. Г. Костоусов, В. А. Федоров, Т. В. Копылова [и др.]. – Мн. : Ин-т рыб. хоз-ва, 1997. – 122 с.
 7. Об установлении квот на вылов рыбы в 2022 году : приказ М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь от 17 авг. 2022 г. № 218 : с изм. и доп. от 28 окт. 2022 г. № 275 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 01.06.2025).
 8. Об установлении квот на добывчу (вылов) рыбы в 2023 году : приказ М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь от 29 дек. 2022 г. № 337 : с изм. и доп. от 1 нояб. 2023 г. № 237 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 01.06.2025).
 9. Об установлении квот на добывчу (вылов) рыбы в 2024 году : приказ М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь от 26 дек. 2023 г. № 288 : с изм. и доп. от 4 сент. 2024 г. № 200 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 01.06.2025).
 10. Комплексная оценка экологического риска и расчет норм допустимых рекреационных нагрузок на водоемы в зонах отдыха Беларуси = Комплексная аценка экалагічнай рызыкі і разлік нормаў дапусчальных рэкрэацыйных нагрузкак на вадаемы у зонах адпачынку Беларусі : ТКП 17.06-17-2018 (33140). – Введ. 29.12.2018. – Мн. : Минприроды, 2018. – 19 с.
 11. Савина, Н. О. Сыревые рыбные запасы Нарочанской группы озер / Н. О. Савина // Пятая научная конференция по изучению внутренних водоемов Прибалтики (16–20 апр. 1957 г.) : тез. докл. / Ин-т биологии Акад. наук БССР, Бел. гос. ун-т, Бел. отд-ние ВНИОРХ ; отв. ред. Г. Г. Винберг. – Мн., 1957. – С. 15–16.
 12. Водные ресурсы Национального парка «Нарочанский» : справочник / А. Г. Аронов, Т. И. Аронова, Б. П. Власов [и др.] ; под. общ. ред. В. С. Люштыка, Т. В. Жуковой. – Мн. : Рифтур Принт, 2012. – 128 с.
 13. Методические рекомендации по определению запасов рыб в водоемах Беларуси / НАН Респ. Беларусь, Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси, Гос. инспекция охраны раст. и живот. мира ; сост. В. Г. Костоусов. – Мн. : Ин-т рыб. хоз-ва, 2004. – 24 с.
 14. О рыболовстве и рыболовном хозяйстве : Указ Президента Республики Беларусь от 21 июля 2021 г. № 284 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32100284> (дата обращения: 01.06.2025).

**Reference**

1. National Park «Narochansky» : Presidential Decree Rep. Belarus since 28 July 1999 № 447: in ed. from 9 Feb. 2012 № 59 (in Russian).
2. The list of fishing grounds provided for free use to state environmental protection institutions and forestry organizations of the Office of the President of the Republic of Belarus: app. 2 to the decree of the President of the Republic Belarus № 156rp dated June 3, 2008 : in ed. of 29 Dec. 2016 № 219 pp) (in Russian).
3. Kostousov V. G. (head). *Razrabotat'rezhimy rybokhozyaistvennogo ispol'zovaniya ozer Natsional'nogo parka «NarochanskiI» : otchet o NIR (zaklyuch.)* [To develop fishing management regimes for the lakes of the Narochansky National Park : research rep. (conclusion)]. Minsk, 2001. (in Russian).
4. Kostousov V. G. Composition and structure of ichthyofauna of reservoirs of the Narochansky National Park. *Tezisy dokladov IX zoologicheskoi nauchnoi konferentsii «Dinamika biologicheskogo raznoobraziya fauny, problemy i perspektivy ustoichivogo ispol'zovaniya i okhrany zhivotnogo mira Belarusi»* [Abstr. of the IX Zool. Sci. Conf. «Dynamics of biological diversity of fauna, problems and prospects of sustainable use and protection of wildlife of Belarus»]. Minsk, 2004, pp. 219 (in Russian).
5. Kostousov V. G. Assessment of fish stocks in various lakes of the national parks of Belarus. *Materialy II mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Ozernye ekosistemy: biologicheskie protsessy, antropogennaya transformatsiya, kachestvo vody»* [Proc. of the II Intern. Sci. Conf. «Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality»]. Minsk, 2003, pp. 591–592 (in Russian).
6. Kostousov V. G., Fedorov V. A., Kopylova T. V., Onoshko I. I., Polyakova G. I. *Sistema ratsional'nogo rybokhozyaistvennogo ispol'zovaniya vodoemov Belarusi, predusmattrivayushchaya optimal'noe promyslovoe i lyubitel'skoe rybolovstvo* [The system of rational fisheries management of the reservoirs of Belarus, providing for optimal commercial and recreational fishing]. Minsk, Inst. rybnogo khozyaistva Publ., 1997. 122 p. (in Russian).
7. On the establishment of fishing quotas in 2022 : order of the Min. of Agriculture a. Food of the Rep. of Belarus dated Aug. 17 2022 № 218 : in ed. dated Oct. 28, 2022 № 275 (in Russian).
8. On the establishment of quotas for fish production (catch) in 2023 : order of the Min. of Agriculture a. Food of the Rep. of Belarus dated Dec. 29 2022 № 337 : in ed. dated Nov. 1 2023 № 237 (in Russian).
9. On the establishment of quotas for fish production (catch) in 2024 : order of the Min. of Agriculture a. Food of the Rep. of Belarus dated Dec. 26 2023 № 288 : in ed. dated Sept. 4 2024 № 200 (in Russian).
10. *TKP 17.06-17-2018 (33140). Kompleksnaya otsenka ekologicheskogo riska i raschet norm dopustimykh rekreacionnykh nagruzok na vodoemy v zonakh otdykha Belarusi* [TKP 17.06-17-2018 (33140). Comprehensive assessment of



- environmental risk and calculation of the norms of permissible recreational loads on reservoirs in recreation areas of Belarus]. Minsk, Minprirody Publ., 2018. 19 p. (in Russian).
11. Savina N. O. Raw fish stocks of the Narochan group of lakes. *Pyataya nauchnaya konferentsiya po izucheniyu vnutrennikh vodoemov Pribaltiki* [The Fifth Scientific Conference on the study of the Baltic Inland Waters]. Minsk, 1957, pp. 15–16 (in Russian).
 12. Aronov A. G., Aronova T. I., Vlasov B. P. [et al.]. *Vodnye resursy Natsional'nogo parka «Narochanskii»* [Water resources of Narochansky National Park]. Minsk, Riftur Print Publ., 2012. 128 p. (in Russian).
 13. Kostousov V. G. (complier). *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu zapasov ryb v vodoemakh Belarusi* [Methodological recommendations for determining fish stocks in the reservoirs of Belarus]. Minsk, Inst. rybnogo khozyaistva Publ., 2004. 24 p. (in Russian).
 14. About fishing and fisheries : Decree of the President of the Rep. of Belarus dated July 21 2021 № 284. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32100284> (accessed 01.06.2025).

Сведения об авторах

Костоусов Владимир Геннадьевич – кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vkostousov@tut.by. ORCID: 0000-0002-3926-9432

Ансолихова Ольга Дмитриевна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Лишико Владислав Иванович – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Ласица Владислав Александрович – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Углынец Анатолий Анатольевич – заместитель генерального директора, Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский» (ул. Ленинская, 11, 222395, к.п. Нарочь, Мядельский район, Минская область). E-mail: nauka@narochpark.by

Латушкин Сергей Александрович – ведущий инженер-рыбовод, Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский» (ул. Ленинская, 11, 222395, к.п. Нарочь, Мядельский район, Минская область). E-mail: nauka@narochpark.by



Information about authors

Vladimir G. Kostousov – Ph.D. (Biology), Associate Professor, Deputy Director of Science, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vkostousov@tut.by. http://orcid.org/0000-0002-3926-9432

Olga D. Apsolikhova – Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Vladislav I. Lishko – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Vladislav A. Lasitsa – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Anatoly A. Uglyanets – Deputy General Director (scientific activity), State Nature Conservation Institution “Narochansky National Park” (11, Leninskaya Str., 222395, Minsk Region, Myadel District, Naroch settlement, Republic of Belarus). E-mail: nauka@narochpark.by

Sergey A. Latushkin – A leading engineer and fish breeder, State Nature Conservation Institution “Narochansky National Park” (11, Leninskaya Str., 222395, Minsk Region, Myadel District, Naroch settlement, Republic of Belarus). E-mail: nauka@narochpark.by

УДК 639.311

Поступила в редакцию 30.07.2025

Received 30.07.2025

**О. Д. Апсолихова¹, А. А. Угнянец², С. А. Латушкин²,
В. И. Лишко¹, М. И. Панасюк¹, Т. И. Попиначенко¹**

¹*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь*

²*Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк
«Нарочанский», к.п. Нарочь, Республика Беларусь*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГОРМОНАЛЬНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ ИСКУССТВЕННОГО НЕРЕСТА САМОК СУДАКА

Аннотация. Проведена сравнительная оценка гормональных стимуляторов созревания половых продуктов самок судака при эколого-физиологическом методе нереста. Сопоставлялась эффективность использования гонадотропного гормона карпа и трех син-



тетических препаратов сурфагона, гонадерила и овопеля. Именно эти препараты наиболее часто используются в репродуктивных технологиях при разведении рыб. Объектом исследования являлся обыкновенный судак (*Sander lucioperca*). Целью исследования была сравнительная оценка воздействия гормональных стимуляторов на репродуктивные показатели самок судака при искусственном воспроизводстве. Было показано, что по эффективности воздействия естественный (гипофиз карпа) и синтетические стимуляторы (сурфагон, гонадерил, овопель) гаметогенеза имели существенные отличия. Под воздействием естественного стимулятора овогенеза количество созревших самок от числа инъикованных составило 50 %. Испытание препаратов сурфагон, гонадерил и овопель показало, что для гормональной стимуляции созревания половых продуктов самок судака в дозировках, рекомендуемых производителями препаратов, а также рассчитанным, согласно литературным данным, они неэффективны. Результаты сравнительных исследований показали, что наиболее эффективным стимулятором созревания половых продуктов судака является препарат на основе гипофиза карпа. Из трех сравниваемых синтетических препаратов стабильных результатов не дал ни один.

Ключевые слова: аквакультура, судак, гипофиз, сурфагон, гонадерил, овопель

Olga D. Apsolikhova¹, Anatoly A. Uglyanets², Sergey A. Latushkin²,
Vladislav I. Lishko¹, Maria I. Panasyuk¹, Taisia I. Popinachenko¹

¹Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

²State Nature Conservation Institution “Narochansky National Park”, Naroch settlement, Belarus

COMPARATIVE EVALUATION OF HORMONAL STIMULANTS FOR ARTIFICIAL SPAWNING OF FEMALE PIKE-PERCH

Abstract. A comparative assessment of hormonal stimulators of maturation of sexual products of female pike perch was carried out using the ecological and physiological spawning method. The effectiveness of using the gonadotropic hormone carp and three synthetic preparations surfagon, gonaderil and ovopel was compared. It is these drugs that are most often used in reproductive technologies



in fish breeding. The subject of the study was an ordinary pike perch (*Sander lucioperca*). The purpose of the study was to compare the effects of hormonal stimulants on the reproductive performance of female walleye during artificial reproduction. It was shown that in terms of the effectiveness of exposure, natural (carp pituitary gland) and synthetic stimulants (surfagon, gonaderil, ovopel) of gametogenesis had significant differences. Under the influence of a natural stimulator of oogenesis, the number of mature females from the number of injected ones was 50%. Testing of the preparations surfagon, gonaderil and ovopel showed that for hormonal stimulation of maturation of sexual products of female pike perch in dosages recommended by the manufacturers of the preparations, as well as calculated according to literary data, they are ineffective.

The results of comparative studies have shown that the most effective stimulant of maturation of zander sexual products is a preparation based on carp pituitary gland. Of the three synthetic drugs compared, none gave stable results.

Keywords: aquaculture, pike-perch, pituitary gland of carp, surfagon, gonaderil, ovopel

Введение. Методы стимулирования полового созревания производителей при искусственном выращивании рыб получают все большее распространение в связи с ростом масштабов индустриального рыбоводства и нарастающими потребностями населения в рыбном белке. При искусственном воспроизводстве, особенно в условиях небольшого количества производителей, идущих на нерест, очень важно получить пригодные к оплодотворению половые продукты от максимального количества особей. Это достаточно проблематично, т.к. окончательное созревание рыб растянуто во времени и может продолжаться несколько недель или даже месяцев. Физиологические и/или поведенческие дисфункции, вызванные стрессом при отлове, а также высокая смертность производителей при длительном выдерживании в неволе еще до наступления окончательного созревания катастрофически сказываются на качестве и количестве получаемой оплодотворенной икры. Искусственная стимуляция созревания производителей гормональными и другими препаратами сходного действия синхронизирует овуляцию и способствует, таким образом, получению зрелой, способной к оплодотворению



икры у самок и доброкачественной спермы у самцов, большему выживанию производителей, сокращению периода нереста. Для ускорения и синхронизации нереста в рыбоводстве уже в 30-х годах начали использовать метод стимуляции созревания с помощью гипофизарных инъекций [1]. Для этих целей использовался гонадотропный гормон, который содержится в гипофизе рыб и играет ключевую роль в процессе созревания половых клеток. В естественных условиях этот гормон выделяется гипофизом в кровь рыбы в преднерестовый период, что вызывает созревание яйцеклеток у самок и сперматозоидов у самцов. Гонадотропные гормоны, такие как лютеинизирующий гормон (ЛГ) и фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), стимулируют переход половых желез от IV стадии зрелости (неполная зрелость) к V стадии (полнная зрелость), позволяя получить зрелые половые клетки, готовые к оплодотворению.

В рыбоводных хозяйствах для стимуляции нереста используют гипофизы рыб-доноров, которые аккумулируют гонадотропные гормоны в определенные сезоны года, прежде чем наступает нерест. Это позволяет использовать гипофиз как источник необходимых гормонов для стимуляции созревания производителей и дает возможность более эффективно контролировать процесс нереста и получать качественные половые продукты в нужное время. При введении суспензии гипофиза в организм рыбы гонадотропные гормоны поступают в ее кровь и активируют созревание половых клеток. Инъекции гипофиза позволяют ускорить этот процесс и обеспечить своевременное созревание икры и спермы, что крайне важно для успешного проведения нереста в условиях аквакультуры. Гипофиз карпа является широко распространенным источником для добычи этих гормонов [2–5].

Однако, у экстрактов гипофиза есть серьезные недостатки. При использовании экстракта гипофиза рыб-доноров невозможно избежать нежелательного воздействия других химических веществ, содержащихся в гипофизе. Эти вещества могут провоцировать иммунную реакцию. Кроме того, нельзя исключить вероятность получения инфицированного гипофиза. В таком случае через инфицированный гипофиз могут передаваться вирусы. Так



же стоит отметить высокую стоимость использования гипофиза рыб-доноров.

Искусственно синтезированные гормоны для стимуляции нереста представленные на рынке стоят значительно дешевле, чем натуральный гипофиз. По вышеперечисленным причинам кроме традиционного метода с использованием гипофиза карпа, в последние годы в аквакультуре активно используются синтетические препараты. Одними из наиболее распространенных препаратов для индукции нереста является Сурфагон [6–11], который содержит гонадотропин-рилизинг-гормон (ГнРГ) и Овопель [12–14]. Однако, Сурфагона в концентрации апробированной и успешно применяемой, согласно литературных данных, зарубежными коллегами для стимуляции нереста судака (речь идет о сурфагоне высокой концентрации – от 20 до 500 мкг/мл) на рынке синтетических гормональных препаратов нет [15]. В связи с этим, для синхронизации нереста судака также использовался препарат Гонадерил, который является аналогом Сурфагона, но имеет более высокую концентрацию действующего вещества.

Вышеперечисленные гормональные препараты были выбраны наравне с гипофизом для апробации синхронизации нереста у судака, разводимого эколого-физиологическим способом.

Целью данной работы явилась сравнительная оценка воздействия гормональных стимуляторов на репродуктивные показатели самок судака при искусственном воспроизводстве.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлся судак *Sander lucioperca*.

Самки судака, участвовавшие в исследовании, были выловлены осенью 2024 г. из озера Свирь (Мядельский район Минская область) и размещены на зимнее содержание в выростной пруд В-7 (далее – пруд № 1) рыбопитомника «Шеметово» государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Нарочанский». Передержка перед посадкой на нерест проводилась в бассейнах типа ИЦА-2 инкубационного цеха рыбопитомника. Посадка на нерест производилась в установленные в выростном пруду В-4 (далее – пруд № 2) садки из дели размером 1,0 м × 1,0 м × 2,0 м на нерестовые гнезда из сосновых веток при соотношении самки : самцы = 2 : 1.



Исследования проводились с использованием карповых гипофизов и трех сравниваемых синтетических препаратов: сурфагона, гонадерила и овопели, которые получили широкое распространение в аквакультуре, в том числе и судака.

Для приготовления гипофизарной суспензии применяли стерильный физиологический раствор. При приготовлении суспензии гипофиза, руководствовались тем, чтобы объем вводимой суспензии для судака составил 1 мл на 1 кг массы рыбы.

Инъекции производили в дорсальную мышцу, отступив 1 см вниз от начала спинного плавника. Иглу направляли под углом 40°, вводили гормональные препараты в направлении от головы к хвосту на глубину около 1,5 см. Препарат вводили равномерно, после извлечения иглы место укола придерживали пальцем во избежание вытекания препарата наружу. Далее легкими круговыми движениями препарат втирался в мышечную ткань в течение 20 с. После чего, в целях дезинфекции место укола обрабатывалось хлоргексидином. Для повышения эффективности действия препарата использовали технологию предварительной и разрешающей инъекций.

Приготовленную суспензию гипофиза и растворы других препаратов готовили и набирали в шприцы непосредственно перед инъекциями.

Для проведения исследований влияния гормональных препаратов на созревание половых продуктов самок судака было сформировано 4 опытные группы. В гормональной стимуляции первой опытной группы использовали ацетонированный 2 мес. карповый гипофиз. Второй опытной группе в гормональной стимуляции половых продуктов использовали синтетический препарат сурфагон по средним дозировкам, описанным в литературных данных по его применению у рыб в дозе 1 мл препарата на килограмм веса. При подготовке производителей к нересту была использована однократная инъекция.

Гормональную стимуляцию производителей судака в третьей опытной группе проводили синтетическим препаратом гонадерил. В отличие от сурфагона в 1,0 мл гонадерила содержится 100 мкг



гормона (в форме гонадорелина ацетата). Согласно литературным данным [15], концентрация гонадотропного рилизинг гормона 5 мкг/мл (содержащаяся в сурфагоне) мало эффективна при работе с крупными производителями судака и требует больших объемов препарата. Дозировка препарата гонадерил, составила 300 мкг действующего вещества (3 мл препарата) на килограмм веса самки. При подготовке производителей к нересту была использована однократная инъекция.

В четвертой группе в гормональной стимуляции половых продуктов самок судака использовали овопель – препарат, действующим веществом которого является синтетический аналог гонадотропина млекопитающих. Гормональный продукт овопель в отличие от сурфагона и гонадерила был специально разработан для стимуляции процесса размножения холодноводных рыб и успешно зарекомендовал себя на многих видах рыб – карпе, белом амуре, толстолобике, лине, леще, язе, африканском соме и других. Был применен нами, согласно инструкции, в дозировке 1 гранула на 1 кг массы производителя.

Результаты исследований. Последовательность проведения инъектирования производителей судака схематично представлена на рис. 1. Вылов рыбы из пруда после зимовки в целом прошел удовлетворительно, отхода не было, однако на теле, вероятно, от испуга и метания появились небольшие травмы в виде потертостей и небольших ссадин. Перепад температуры воды в бассейнах и в пруду составил 0,3 °С. Более высокие перепады температуры сопряжены с высокими рисками ввиду низкой выживаемости судака. После пересадки производителей судака из пруда в бассейны наблюдали беспокойство и резкие движения, характерные для рыб в период стресса. Но уже через 5 мин. состояние рыб приходило в норму.

В табл. 1 представлены способы инъектирования и примененные дозы гормональных стимуляторов. Данные, отображенные в таблице, показывают, что масса самок во всех опытных группах отличалась незначительно и составила в среднем 1265,0 г, дозы гипофиза и овопеля рассчитывались согласно инструкциям производителей препаратов, а сурфагона и гонадерила согласно литературным данным.

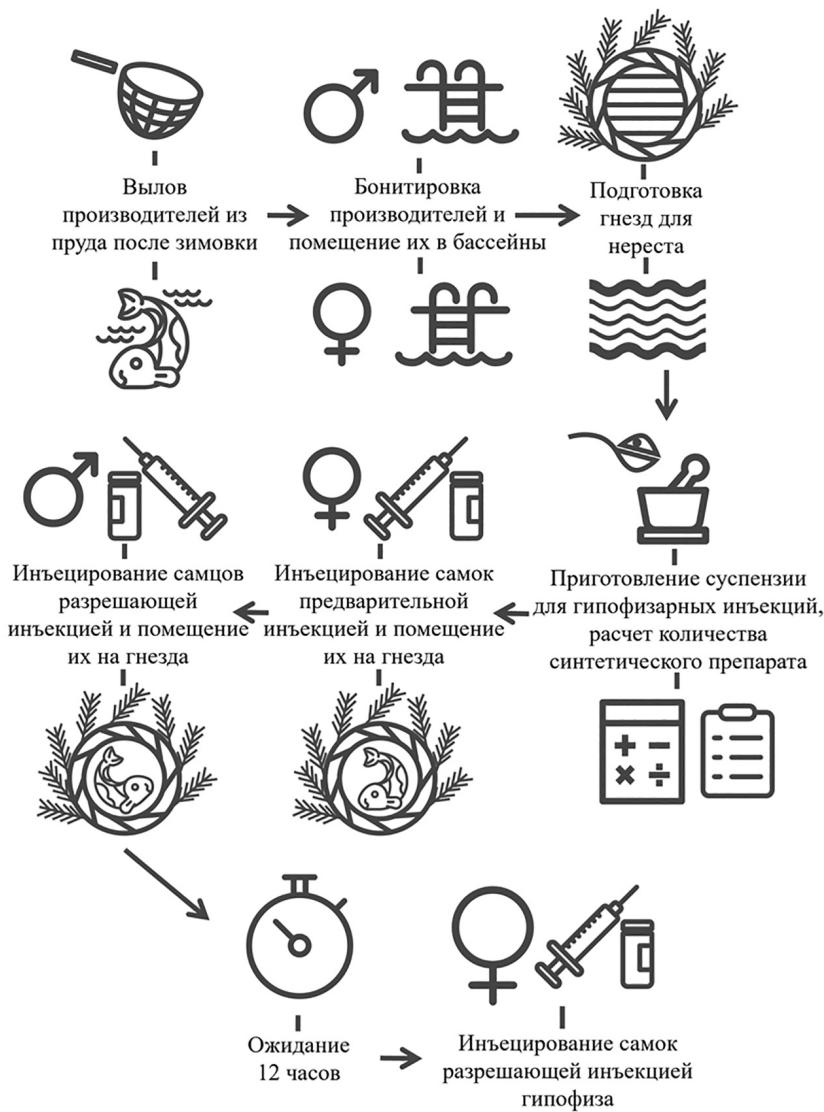


Рис. 1. Схема инъектирования производителей судака
Fig 1. Injection scheme for pike perch producers



В первой опытной группе средняя доза гипофиза в пересчете на 1 кг массы самок составила 2,5 мг/кг (предварительная – 0,5 мг/кг, разрешающая – 2,0 мг/кг), для второй опытной группы доза препарата сурфагона, составляла – 1,0 мл/кг.

В третьей экспериментальной группе исходя из того, что согласно литературным данным, рекомендуемая доза для стимуляции самок судака сурфагоном составляет 200 мкг/кг доза инъекции составляла 3 мл/кг веса рыбы.

Таблица 1. Способ введения гормональных стимуляторов нереста самкам судака
Table 1. Method of introducing hormonal spawning stimulants to female pike perch

Опытные группы	Вес производителей, г	Доза гормонального препарата, мл/кг		Стерильность препаратов
		предварительная	разрешающая	
1 группа гипофиз	1280, 1320	0,5	2,0	Не стерилен
2 группа сурфагон	1280, 1300	1,0	–	Стерилен
3 группа гонадерил	1200, 1280	3,0	–	Стерилен
4 группа овопель	1200, 1260	1,0	–	Не стерилен

В четвертой экспериментальной группе 1 гранула рассчитывалась на 1 кг массы самок.

Взрослый судак весьма требователен к температуре и в период нереста и начинает нерест при температуре воды от 11,5–12 до 18 °C на глубине 0,2–0,4 м [16], поэтому на протяжении всего периода исследования оценивались гидрохимические (табл. 2, 3) и температурные (рис. 2) показатели среды прудов, где зимовали самки судака – пруд № 1 и проходил нерест – пруд № 2.

По результатам гидрохимического анализа, вода пруда № 1 по своему ионному составу относилась к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Реакция среды по показателю pH была на уровне 8,0, что характеризует воду как слабощелочную. Из табл. 2 видно, что вода в пруду обладала умеренной жесткостью с соотношением ионов кальция и магния 3,5 : 1.



Таблица 2. Гидрохимические показатели воды пруда №1

рыбопитомника «Шеметово»

Table 2. Hydrochemical parameters of water in pond No. 1
of the Shemetovo fish hatchery

Показатели	Единица измерения	Нормы по СТБ 1943-2009 [17]	Значения	Характеристика по комплексной экологической классификации
Концентрация О ₂	мг/л	Более 5,0	10,0	Норма
Содержание NH ₄ ⁺	мгN/л	До 1,0	0,41	Слабо загрязненная
Содержание NO ₂ ⁻	мгN/л	До 0,020	0,034	Умеренно загрязненная
Содержание NO ₃ ⁻	мгN/л	До 2,0	3,4	Весьма грязная
Содержание Р _{мин}	мгР/л	До 0,5	0,025	Очень чистая
Окисляемость перманганатная	мгО/л	До 15,0	9,12	Слабо загрязненная
Железо общее	мг/л	До 1,8	0,09	Норма
Жесткость общая	мг-ЭКВ./л	1,5-7,0	6	Норма
Содержание Ca ²⁺	мг/л	Не норм.	82	Норма
Содержание Mg ²⁺	мг/л	Не норм.	23	Норма

Наиболее важным показателем в зимний период является концентрация растворенного кислорода, высокий уровень которого отмечался нами в пруду. Таким образом, газовый режим был благоприятен для зимовки рыб. Основными биогенными элементами в ионном составе воды считаются соединения азота и фосфора, характеризующие степень загрязнения воды. Наибольшую опасность для жизни рыб представляют соединения азота. По полученным данным было отмечено повышенное содержание минеральных форм азота, в особенности нитратов, по их содержанию воду можно отнести к классу «весьма грязная». По содержанию аммонийной формы азота — «слабо загрязненная». Концентрация нитритов также была несколько повышенна, что позволило классифицировать воду как «умеренно загрязненная» [18]. Повышенное содержание минеральных форм азота может свидетельствовать о значительном поступлении в воду антропогенных загрязнителей, таких как сточные воды сельскохозяйственного или коммунального происхождения.



Однако, мы считаем, что причиной таких показателей являлась достаточно плотная посадка производителей судака. Отмечалось невысокое содержание минеральных форм фосфора в воде на уровне значений природного фона (0,025 мгР/л), что характеризует воду пруда № 1 по данному показателю как «очень чистую». Такие показатели характерны для зимнего периода ввиду отсутствия развития фитопланктона. Низкая (0,09 мг/л) концентрация железа также говорит о хорошем качестве воды. По величине перманганатной окисляемости воду можно отнести к классу «слабо загрязненная» [18]. Это свидетельствует о наличии небольших количеств органических загрязнителей. Таким образом, водная масса пруда № 1 являлась пригодной для рыбохозяйственного использования на протяжении зимовки производителей судака.

В табл. 3 представлены гидрохимические показатели качества воды в нерестовом пруду № 2.

Таблица 3. Гидрохимические показатели воды пруда №2 рыбопитомника «Шеметово»

Table 3. Hydrochemical parameters of water in pond No. 2 of the Shemetovo fish hatchery

Показатели	Единица измерения	Нормы по СТБ 1943-2009 [17]	Значения	Характеристика по комплексной экологической классификации
Концентрация O_2	мг/л	Более 5,0	6,0	Норма
Содержание NH_4^+	мгN/л	До 1,0	0,44	Слабо загрязненная
Содержание NO_2^-	мгN/л	До 0,020	0,018	Слабо загрязненная
Содержание NO_3^-	мгN/л	До 2,0	0,95	Умеренно загрязненная
Содержание $P_{\text{мин}}$	мгР/л	До 0,5	0,01	Очень чистая
Окисляемость перманганатная	мгО/л	До 15,0	6,18	Достаточно чистая
Железо общее	мг/л	До 1,8	0,03	Норма
Жесткость общая	мг-экв./л	1,5–7,0	4,0	Норма
Содержание Ca^{2+}	мг/л	Не норм.	56,0	Норма
Содержание Mg^{2+}	мг/л	Не норм.	14,6	Норма



По результатам гидрохимического анализа, вода пруда по своему ионному составу относилась к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Реакция среды по показателю рН была на уровне 8,0, что характеризует воду как слабощелочную.

По сравнению с прудом № 1 в зимнее время, в пруде № 2 отмечалось понижение общей жесткости. Вода в пруду №2 обладала средней жесткостью с соотношением ионов кальция и магния 3,5 : 1. Снижение общей жесткости обусловлено сезонным фактором – поступлением менее минерализованных вод со снеговым паводком, что сказалось на общем соотношении ионов щелочно-земельных металлов, обычно поступающих с грунтовым питанием. В весенний период определенные биогенные элементы могут оказывать лимитирующее влияние на жизнедеятельность рыб, поскольку их участие в окислительно-восстановительных процессах влияет на состояние газового режима водоема. Повышенные уровни минеральных форм азота, зафиксированные в подледный период в пруду № 1 не были отмечены в пруду № 2 в весенний период. Эти показатели могли значительно снизиться в результате химического и бактериального разложения органических веществ. Кроме того, плотность посадки в пруду № 2 была значительно ниже, что также влияет на содержание минеральных форм азота. Таким образом по содержанию минеральных форм азота, а именно нитратов, нитритов и аммонийного азота вода пруда № 2 характеризовалась как «слабо загрязненная» [18]. Минеральные формы фосфора так же, как и в пруду № 1 обнаружены в незначительных количествах, соответствующих фоновым показателям. Низкий уровень этих соединений свидетельствует об отсутствии избыточного развития фитопланктона и, соответственно, указывает на отсутствие выраженного эвтрофикационного процесса. По содержанию минеральных форм азота вода пруда характеризовалась как «очень чистая» [18]. Концентрация железа также была низкой (0,03 мг/л) что говорит о хорошем качестве воды. По величине перманганатной окисляемости вода пруда относилась к классу «достаточно чистая» [18]. Таким образом, водная масса пруда № 2 по гидрохимическим показателям являлась пригодной для рыбохозяйственного использования и проведения нереста судака.

Однако, ключевую роль в успешной синхронизации нереста при помощи гормональной стимуляции самок судака играет температура воды. При резком похолодании нерест может быть пре-



рван или вовсе не начаться. Температура воды измерялась на протяжении всего исследования в обоих экспериментальных прудах рыбопитомника «Шеметово» (рис. 2).

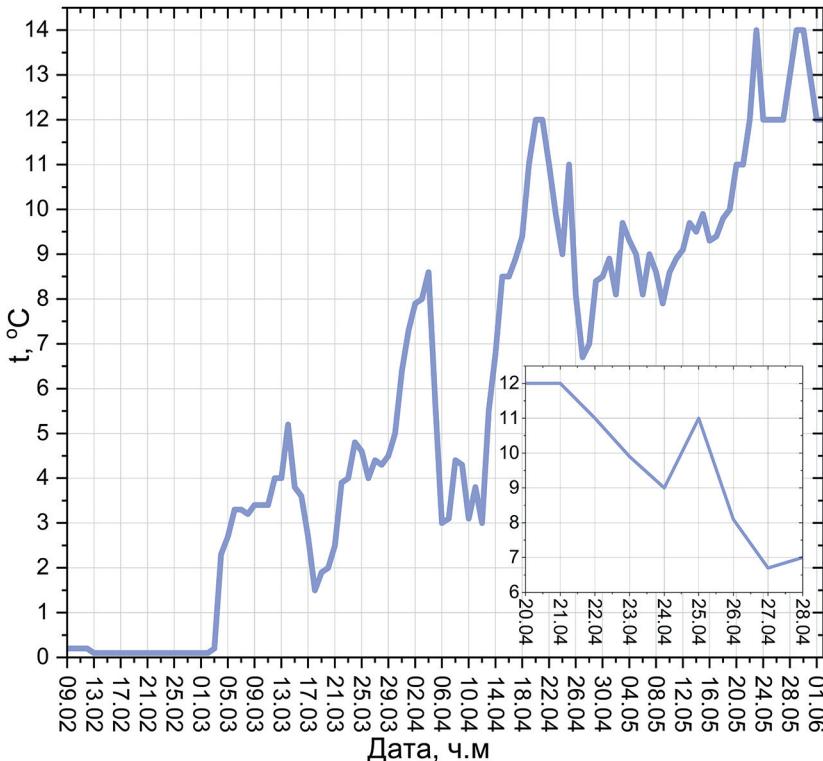


Рис. 2. График изменения температуры воды в прудах № 1 и № 2 р/п «Шеметово»
Fig 2. Graph of water temperature changes in ponds No. 1 and No. 2 of the Shemetovo
fish hatchery

Отдельно на графике выделен период (с 20.04.2025–28.04.2025 г.), когда были проинъектированы самки судака и размещены в садки на нерест. Как видно из графика, в этот время произошло отклонение температурных условий от оптимальных для созревания самок значений на 1–5 °C.

Предварительный осмотр гнезд, расположенных в садках, на наличие икры начали производить спустя 12 ч после проведения инъекции. В результате чего было установлено, что самки



во всех опытных группах не отнерестились. Для самок из первой опытной группы было проведено разрешающее инъектирование по методике, описанной выше.

В первой опытной группе созрела одна самка, спустя 96 ч (произошел нерест) после проведения разрешающей инъекции.

У самок 2, 3 и 4 группы, где гормональную стимуляцию проводили синтетическими гормональными стимуляторами нереста, созревание не наступило. В связи с чем рыба была извлечена из нерестовых садков. Брюшко у таких самок незначительно увеличилось в размерах. Икра выделялась порциями, икринки оказались слипшимися, для ее получения брюшко самок приходилось сильно сдавливать. Результатом проведенных манипуляций стала гибель самок в экспериментальных группах. Это свидетельствует о том, что применение синтетических препаратов в дозах, рекомендованных производителями и описанными в литературе, не позволяют получить зрелые половые продукты самок судака в неконтролируемых условиях искусственного воспроизводства с отсутствием возможности поддерживать температуру воды на благоприятном для нереста уровне.

Заключение. Результаты проведенных исследований позволяют сделать выводы, что самым эффективным гормональным стимулятором созревания самок судака при эколого-физиологическом способе искусственного воспроизводства является гипофиз карпа. Однако его высокая стоимость позволяет использовать этот вид стимулятора только на малых выборках.

Самым дешевым заменителем гипофиза является сурфагон. Можно предположить, что применение данного синтетического стимулятора нереста судака, а также его аналогов (гонадерил, овопель) в рекомендуемых производителями и указанными в литературных источниках дозах покажет лучшие результаты при искусственном воспроизводстве судака в установках замкнутого водоснабжения с возможностью регулирования гидрохимических и температурных показателей среды обитания.

Список использованных источников

1. Синхронизация овуляции у Байкальского омуля (*Coregonus migratorius*, Georgi) с помощью хорионического гонадотропина человека / А. И. Благодетелев, В. Ю. Матанцев, О. Ю. Глызина [и др.] // Вода: химия и экология. – 2015. – № 12. – С. 125–130.



2. Efficacy of dry and wet carp pituitary gland (CPG) in the induced breeding of *Cyprinus carpio* var. *specularis* (Lacepide, 1803) / B. M. N. Sharif, A. Ghosh, S. Mondal [et al.] // Asian Journal of Medical and Biological Research. – 2022. – Vol. 8, № 2. – P. 115–122.
3. Immunohistochemical evaluation of the pituitary gland of carp as a source of hormones needed to stimulate spawning in marine fish / M. A. Mousa, N. A. Khalil, M. F. Kora, N. M. El-Gohary // Egyptian Journal of Histology. – 2018. – Vol. 41, № 4. – P. 419–430.
4. Подушка, С. Б. Гипофизарные инъекции в рыбоводстве / С. Б. Подушка // Рыбные гипофизы для рыбоводства и аквариумистов. – URL: http://aquaprom.su/ispolzovanie_gipofizar (дата обращения: 20.07.2025).
5. Искусственное воспроизведение карповых видов рыб : учеб. пособие / Л. Хорват, Ж. Тамас, А. Г. Кош [и др.]. – 2-е пересмотр. изд. – Будапешт : Продовольств. и с.-х. ООН, 2018. – 38 с.
6. Trenkler, I. V. The development of methods of hormonal stimulations of sturgeons by nl gerbylsky and his followers / I. V. Trenkler // Advances in Biology and Earth Sciences. – 2023. – Vol. 8, № 3. – P. 263–271.
7. Condition of sex glands in the young of the current year of rainbow trout subjected to surfagon injections / E. D. Pavlov, E. V. Ganzha, Vo Thi Ha [et al] // Russian Journal of Developmental Biology. – 2018. – Vol. 49, № 2. – P. 108–116.
8. Pavlov, E. D. Estimation of surfagon influence on the gonadal state of rainbow trout *Parasalmo mykiss* (= *Oncorhynchus mykiss*) juveniles at the background of temperature stress / E. D. Pavlov, A. G. Bush, D. S. Pavlov // Journal of Ichthyology. – 2018. – Vol. 58, № 3. – P. 408–415.
9. Effect of different commercial spawning agents on the effectiveness of pike-perch, *Sander lucioperca* (L.), reproduction under controlled conditions in Ukraine / O. M. Polishchuk, I. I. Hrytsyniak, H. A. Kurinenko [et al.] // AACL Bioflux. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 307–316.
10. Перспективы использования нерестового стада европейского судака (*Sander lucioperca* (L.) для целей искусственного воспроизведения в Озернинском водохранилище / А. Б. Ефимов А. С. Сафонов, А. И. Николаев [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 94–96.
11. Михолап, Е. О. Получение потомства *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) / Е. О. Михолап, В. П. Тимошин, В. В. Ярмош // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси : материалы X междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Минск, 15 апр. 2016 г. : в 2 ч. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: К. К. Шебеко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Ч. 1. – С. 505–507.
12. Brzuska, E. Artificial spawning of African catfish, *Clarias gariepinus* / E. Brzuska // Journal of Applied Aquaculture. – 2002. – Vol. 12, № 4. – P. 13–22.



13. 13. Horváth, L. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species / L. Horváth, T. Szaby, J. Burke // Polish Archives of Hydrobiology. – 1997. – Vol. 44, № 1/2. – P. 221–226.
14. 14. First attempt at artificial reproduction with lake minnow Eupallasella perenurus (Pallas) / R. Kamicski, J. Kusznierz, L. Myszkowski, J. Wolnicki // XXth Genetic Days : proc. of the Intern. conf. about Current Problems of Animal Genetics a. their Practical Application, Brno, 12–13 Sept. 2002 / Mendel Univ. of Agriculture a. Forestry. – [Brno, 2002]. – P. 312–313.
15. 15. Стимулирование созревания рыб в процессе их воспроизводства // ФГБУ «Главрыбвод». – URL: <https://kaspfiltryvod.ru/1126-2/> (дата обращения: 20.07.2025).
16. 16. Пономарева, Е. Н. Подготовка производителей судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) к нересту, нерест и инкубация икры в условиях экспериментальной нерестовой установки / Е. Н. Пономарева, А. В. Фирсова, А. В. Ковалева // Вестник астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2022. – № 4. – С. 103–112.
17. 17. Вода рыбоводческих прудов. Требования : СТБ 1943-2009. – Введ. 01.08.2009. – Мн. : Госстандарт, 2009. – 10 с.
18. 18. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксюк, В. Н. Жукинский, Л. П. Брагинский [и др.] // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.

Reference

1. Blagodetelev A. I., Matantsev V. Yu., Glyzina O. Yu., Smirnov V. V., Teterina V. I., Sukhanova L. V. Synchronization of ovulation in Baikal omul (*Coregonus migratorius*, Georgi) using human chorionic gonadotropin. *Voda: khimiya i ekologiya = Water: chemistry and ecology*, 2015, no. 12, pp. 125–130 (in Russian).
2. Sharif B. M. N., Ghosh A., Mondal S., Alam M. H., Islam A., Kabir S., Karim M. Efficacy of dry and wet carp pituitary gland (CPG) in the induced breeding of *Cyprinus carpio* var. *specularis* (Lacepide, 1803). *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 2022, vol. 8, no. 2, pp. 115–122.
3. Mousa M. A., Khalil N. A., Kora M. F., El-Gohary N. M. Immunohistochemical evaluation of the pituitary gland of carp as a source of hormones needed to stimulate spawning in marine fish. *Egyptian Journal of Histology*, 2018, vol. 41, no.4, pp. 419–430.
4. Podushka S. B. *Gipofizarnye in "ektsii v rybovodstve* [Pituitary injections in fish farming]. Available at: http://aquaprom.su/ispolzovanie_gipofizar (accessed: 20.07.2025).
5. Khorvat L., Tamas Zh., Kosh A. G., Kovaks E., Poulsen T. M., Voinarovich A. *Iskusstvennoe vosproizvodstvo karpovykh vidov ryb* [Artificial reproduction of



- cyrinid fish species]. 2nd ed. Budapest, Prodovol'stvennaya i cel'skokhozyaistvennaya organizatsiya ob"edinennykh natsii Publ., 2018. 38 p.
6. Trenkler I. V. The development of methods of hormonal stimulations of sturgeons by nl gerbylsky and his followers. *Advances in Biology and Earth Sciences*, 2023, vol. 8, no. 3, pp. 263–271.
 7. Pavlova E. D., Ganzhaa E. V., Vo Thi Hab, Tienc N. A., Pavlov D. S. Condition of sex glands in the young of the current year of rainbow trout subjected to surfagon injections. *Russian Journal of Developmental Biology*, 2018, vol. 49, no. 2, pp. 108–116.
 8. Pavlov E. D., Bush A. G., Pavlov D. S. Estimation of surfagon influence on the gonadal state of rainbow trout *Parasalmo mykiss* (= *Oncorhynchus mykiss*) juveniles at the background of temperature stress. *Journal of Ichthyology*, 2018, vol. 58, no. 3, pp. 408–415.
 9. Polishchuk O. M., Hrytsyniak I. I., Kurninenko H. A., Syrovatka D. A., Simon M. Y., Kolesnyk N. L., Lengyel S. A. Effect of different commercial spawning agents on the effectiveness of pike-perch, *Sander lucioperca* (L.), reproduction under controlled conditions in Ukraine. *AACL Bioflux*, 2023, vol. 16, no. 1, pp. 307–316.
 10. Efimov A. B., Safronov A. S., Nikolaev A. I., Beregovskii A. A., Nikolaeva N. A. Prospects of using a spawning herd of European walleye (*Sander lucioperca* (L.) for artificial reproduction in the Ozerninsky reservoir. *Rybnoe khozyaistvo = Fisheries*, 2011, no. 4, pp. 94–96 (in Russian).
 11. Mikhlap E. O., Timoshin V. P., Yarmosh V. V. Procreation of *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758). *Materialy X mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Nauchnyi potentsial molodezhi – budushchemu Belarusi»* [Proc. of the X Intern. Youth Scientific a. Practical Conf. «Scientific potential of youth for the future of Belarus»]. Pinsk, 2016, pt. 1, pp. 505–507 (in Russian).
 12. Brzuska E. Artificial spawning of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Applied Aquaculture*, 2002, vol. 12, no. 4, pp. 13–22.
 13. Horváth L., Szaby T., Burke J. Hatchery testing of GnRH analogue-containing pellets on ovulation in four cyprinid species. *Polish Archives of Hydrobiology*, 1997, vol. 44, no. 1/2, pp. 221–226.
 14. Kamicki R., Kusznerz J., Myszkowski L., Wolnicki J. First attempt at artificial reproduction with lake minnow *Eupallasella perenurus* (Pallas). *Proc. of the Intern. conf. about Current Problems of Animal Genetics a. their Practical Application XXth Genetic Days*. Brno, 2002, pp. 312–313.
 15. *Stimulirovaniye sozrevaniya ryb v protsesse ikh vosproizvodstva* [Stimulating the maturation of fish during their reproduction]. Available at: <https://kasfilrybvod.ru/1126-2/> (accessed: 20.07.2025).
 16. Ponomareva E. N., Firsova A. V., Kovaleva A. V. Preparation of walleye producers (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) for spawning, spawning and incubation of eggs in an experimental spawning facility. *Vestnik astrakhanskogo*



- gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: rybnoe khozyaistvo = Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: fisheries, 2022, no. 4, pp. 103–112 (in Russian).*
17. *STB 1943-2009. Voda rybovodcheskikh prudov. Trebovaniya [STB 1943-2009. The water of fish ponds. Requirements]. Minsk, Gosstandart Publ., 2009. 10 p. (in Russian).*
18. Oksiyuk O. P., Zhukinskii V. N., Braginskii L. P., Linnik P. N., Kuz'menko M. I., Klenus V. G. Comprehensive ecological classification of land surface water quality. *Gidrobiologicheskii zhurnal = Hydrobiological Journal*, 1993, vol. 29, no. 4, pp. 62–76 (in Russian).

Сведения об авторах

Ансолихова Ольга Дмитриевна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Углынец Анатолий Анатольевич – заместитель генерального директора, Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский» (ул. Ленинская, 11, 222395, к.п. Нарочь, Мядельский район, Минская область). E-mail: nauka@narochpark.by

Латушкин Сергей Александрович – ведущий инженер-рыбовод, Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский» (ул. Ленинская, 11, 222395, к.п. Нарочь, Мядельский район, Минская область). E-mail: nauka@narochpark.by

Лишико Владислав Иванович – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Панасюк Мария Игоревна – младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Республики Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: maria.panasiuk.99@gmail.com

Попиначенко Таисия Ивановна – научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Information about the authors

Olga D. Apsolikhova – Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Anatoly A. Uglyanets – Deputy General Director (scientific activity), State Nature Conservation Institution “Narochansky National Park”



(11, Leninskaya Str., 222395, Minsk Region, Myadel District, Naroch settlement, Republic of Belarus). E-mail: nauka@narochpark.by

Sergey A. Latushkin – A leading engineer and fish breeder, State Nature Conservation Institution “Narochansky National Park” (11, Leninskaya Str., 222395, Minsk Region, Myadel District, Naroch settlement, Republic of Belarus). E-mail: nauka@narochpark.by

Vladislav I. Lishko – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Maria I. Panasyuk – Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: maria.panasiuk.99@gmail.com

Taisia I. Popinachenko – Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

**УСТОЙЧИВОСТЬ
ГИДРОБИОНТОВ
И КОНТРОЛЬ
НАД ПАТОГЕНАМИ**



С. В. Полоз¹, С. М. Дегтярик¹, Е. В. Максимюк¹, И. К. Голушкива¹,
А. В. Беспалый¹, Е. И. Гребнева², Г. В. Слободницкая¹, Т. А. Говор¹

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук по животноводству», Минск, Республика Беларусь

²Отделение аграрных наук Национальной академии наук Беларусь,
Минск, Республика Беларусь

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЛКОВЫХ СУБСТАНЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КРОВИ И ОРГАНОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И АДАПТИВНОСТИ ОРГАНИЗМА CYPRINUS CARPIO

Аннотация. В работе приводятся результаты изучения возможности применения белковых субстанций, полученных из крови и органов крупного рогатого скота, для повышения устойчивости и адаптационных возможностей организма *Cyprinus carpio* разных возрастных групп.

Ключевые слова: белковые субстанции, *Cyprinus carpio*, устойчивость, адаптивные возможности

Sviatlana V. Polaz¹, Sviatlana M. Dziahtsiaryk¹, Yauhenia U. Maksimuk¹,
Ina K. Haluskova¹, Aliaksei V. Biaspaly¹, Alena I. Hrebneva²,
Halina U. Slabodnitskaya¹, Tatsiana A. Hovar¹

¹Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus

²Department of Agrarian Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING PROTEIN SUBSTANCES FROM LIVESTOCK BLOOD AND ORGANS TO INCREASE THE RESISTANCE AND ADAPTATION OF THE ORGANISM CYPRINUS CARPIO

Abstract. The article presents the results of the study of the possibility of using protein substances obtained from the blood and organs of livestock to increase the resistance and adaptation of the *Cyprinus carpio* organism of different age groups.

Keywords: protein substances, *Cyprinus carpio*, resistance, adaptation



Введение Практическое применение биологических основ в производстве животноводческой продукции основано на аксиоме, что достичь максимальной продуктивности, идеальной сохранности поголовья при минимальных затратах кормов можно только при условии обеспечения оптимального кормления молоди и полноценного обеспечения питательными веществами маточного поголовья. Это дает возможность животным сформировать и поддерживать мощную устойчивую к заболеваниям систему гомеостаза. Белки крови применяются животным с разными целями: для устранения белкового дефицита, для нормализации физиологических процессов при патологических состояниях, сопровождающихся нарушением белкового обмена (инфекционные заболевания, отравление, стресс и др.).

Возможность регуляции резистентности организма рыб при введении белков крови крупного рогатого скота представляется достаточно важной, а изучение этой возможности – актуальной задачей ихтиопатологической науки, поскольку многие перспективные белковые препараты не могут применяться из-за отсутствия знаний об их воздействии на иммунобиологический статус рыб разных видов и возрастов.

Повышение резистентности рыб является немаловажным аспектом успешной профилактики болезней. При снижении иммунитета безобидное, на первый взгляд, носительство бактерий может вызвать эпизоотию, сопровождающуюся массовой гибелью. Важным аспектом является оценка влияния возбудителей заболеваний рыб на их иммунитет. Производственное наращивание племенных и товарных стад рыбы вызывает необходимость проведения более глубоких исследований по данным вопросам. В прикладном значении их решение позволит оценить состояние резистентности рыб, сделать прогноз возможных последствий негативного влияния биотических факторов (пресса условно-патогенной микрофлоры, высокой плотности посадки рыб) и абиотических факторов (дефицита кислорода, изменения температуры и pH), изучить возможность применения белков, полученных из крови крупного рогатого скота, для повышения резистентности рыб с учетом их видовой принадлежности и возраста.

В связи с изложенным, **целью работы** является изучение возможности повышения резистентности рыб путем применения белков, полученных из крови и органов крупного рогатого скота.



Для реализации цели были использованы готовые сухие и жидкие белковые продукты крови крупного рогатого скота, а именно: сухой гемоглобин, полученный путем очистки, фракционирования и распыления, сухая плазма, полученная путем очистки, аэрозольной сушки и фракционирования, нативная стерильная сыворотка крови (жидкая), нуклеопептиды. Применялись сухие формы белков перорально, а жидкие – парентерально.

Материалы и методы исследования.

Сухой гемоглобин представляет собой приятный на ощупь, красно-коричневый мелкодисперсный, легкосыпучий порошок, получаемый путем специальной аэрозольной сушки красных клеток крови крупного рогатого скота (КРС). Сухой гемоглобин, в отличие от цельной сухой крови, хорошо растворим в воде и имеет характерный для крови вкус и нейтральный запах. Продукт отличается максимальной насыщенностью высококачественным белком. Водный раствор сухого гемоглобина (10 %) имеет щелочную реакцию среды ($\text{рН}=8,5$), а плотность сухого порошка составляет $0,6 \text{ кг}/\text{м}^3$ [1]. Технологический процесс производства сухого гемоглобина начинается с его концентрирования методом выпаривания в специальной вакуумной среде. Далее распыльная сушка осуществляется при контролируемых параметрах (T входная -180°C , выходная -80°C), что обеспечивает уничтожение (полную деактивацию) вирусов или бактерий на 100 % и гарантированное полное отсутствие патогенных микроорганизмов.

Аэрозольная сушка *плазмы крови КРС* после ее сепарирования, как правило, осуществляется в щадящих режимах при минимальной концентрации углеводов и липидов. Это практически полностью исключает разрушение белков и участие их в реакциях мелаидинообразования, формирующих нерастворимые, плохо переваримые белковые комплексы. Она содержит α -, β -, γ - глобулины, церулоплазмин, фибриноген, фибрин, гаптоглобулины, комплемент, цитокины, ростовые факторы. Такая разнообразная направленность функциональных свойств белков плазмы и сочетание ее с высоким уровнем максимально переваримого протеина (более 70 %) превращает ее в мощный регулятор иммунных процессов на уровне желудочно-кишечного тракта. Плазму получают путем центрифугирования, концентрации, НАТ-пастеризации (пастеризации на протяжении 10 мин. при температуре 48°C в щелочной среде при $\text{рН } 10,2$) и специальной щадящей аэрозольной сушке [2–4].



Нуклеопептид представляет собой экстрагированные и очищенные низкомолекулярные пептиды, полученные путем автолиза селезенки КРС. Благодаря стимулирующему действию, нуклеопептид способствует улучшению развития и роста млекопитающих животных.

Сыворотка крови крупного рогатого скота представляет собой нативную сыворотку, полученную из крови сердца коров до трех лет, путем свертывания, центрифугирования и подвергнувшись воздействию ультрафиолетовых лучей с целью стерилизации.

Белковые субстанции применяли по схеме, отраженной в табл. 1.

Таблица 1. Схема применения белковых субстанций *Cyprinus carpio*
Table 1. Scheme of application of protein substances of *Cyprinus carpio*

Группа	Возраст	Доза	Курс применения	Способ введения
<i>Сухой гемоглобин</i>				
№1 (n=10)	Молодь	3,2 г на 1 кг массы тела (м.т.)	5 дней	Перорально
№2 (n=10)	-/-	6,4 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
№3 (n=10)	-/-	12,8 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
№1 (n=10)	Двухгодовик	3,2 г на 1 кг м.т.	5 дней	Перорально
№2 (n=10)	-/-	6,4 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
№3 (n=10)	-/-	12,8 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
<i>Сухая плазма</i>				
№1 (n=10)	Молодь	3,2 г на 1 кг м.т.	5 дней	Перорально
№2 (n=10)	-/-	6,4 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
№3 (n=10)	-/-	12,8 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
№1 (n=10)	Двухгодовик	3,2 г на 1 кг м.т.	5 дней	Перорально
№2 (n=10)	-/-	6,4 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
№3 (n=10)	-/-	12,8 г на 1 кг м.т.	-/-	-/-
<i>Сыворотка крови КРС</i>				
№1 (n=7)	Молодь	0,5 см ³	3 дня	Перорально
№2 (n=7)	-/-	1,0 см ³	-/-	-/-
№3 (n=7)	-/-	1,5 см ³	-/-	-/-
№1 (n=8)	Двухгодовик	0,5 см ³	3 дня	В полость тела
№2 (n=8)	-/-	1,0 см ³	-/-	-/-
№3 (n=8)	-/-	1,5 см ³	-/-	-/-



Окончание табл. 1

Группа	Возраст	Доза	Курс применения	Способ введения
<i>Нуклеопептид</i>				
№1 (n=7)	Молодь	0,5 см ³	3 дня	Перорально
№2 (n=7)	-//-	1,0 см ³	-//-	-//-
№3 (n=7)	-//-	1,5 см ³	-//-	-//-
№1 (n=8)	Двухгодовик	0,5 см ³	3 дня	В полость тела
№2 (n=8)	-//-	1,0 см ³	-//-	-//-
№3 (n=8)	-//-	1,5 см ³	-//-	-//-

Примечание. Кратность применения белковых субстанций – 1 раз в день.

Рыbam контрольных групп вводили 0,9 %-ый р-р NaCl; молоди *Cyprinus carpio* – в объеме 0,5 см³, двухгодовикам – в объеме 1,5 см³.

Отбор проб крови осуществляли на 6 день исследований. В крови определяли содержание эритроцитов, уровень гемоглобина, фагоцитарную активность лейкоцитов (ФА), в сыворотке крови – общий белок, лизоцимную активность (ЛАСК), активность бета-лизинов (β-лизины) [5].

Результаты исследований.

Влияние применения белковых субстанций на показатели крови молоди Cyprinus carpio

При применении сухого гемоглобина курсом 5 дней перорально индивидуально наибольшую эффективность показала доза 6,4 г на 1 кг м.т. При этом отмечено достоверное увеличение уровня фагоцитарной активности на 27,7 % и активности бета-лизинов на 37,2 %

Введение сухой плазмы курсом 5 дней перорально индивидуально выявило эффективность двух доз – 6,4 г на 1 кг м.т и 12,8 г на 1 кг м.т. Применение 6,4 г на 1 кг м.т приводило к достоверному увеличению количества эритроцитов на 17,6 %, уровня гемоглобина на 20,4 %, общего белка на 32,6 %, фагоцитарной активности на 46,3 %, активности бета-лизинов на 38,8 %. Применение сухой плазмы в дозе 12,8 г на 1 кг м.т. способствовало еще большему увеличению фагоцитарной активности лейкоцитов крови, активности бета-лизинов соответственно на 52 % и на 54,1 %.



Сыворотка крови КРС показала наилучшую эффективность при применении в дозе 1,5 см³ курсом 3 дня подряд перорально индивидуально. При этом регистрировали достоверное увеличение количества эритроцитов на 45 %, уровня гемоглобина на 27,3 %, фагоцитарной активности на 29,5 % и активности бета-лизинов на 41,3 %.

Эффективность применения *нуклеопептида* курсом 3 дня подряд перорально индивидуально также зависела от дозы. Так, при применении в дозе 0,5 см³ регистрировали достоверное увеличение уровня гемоглобина на 26,7 %, фагоцитарной активности на 27,2 %, при применении 1,0 см³ – увеличение фагоцитарной активности и активности бета-лизинов соответственно на 27,3 и 44,4 %, при применении дозы 1,5 см³ – увеличение количества эритроцитов на 38,9 %, уровня гемоглобина на 19,8 %, фагоцитарной активности на 32,9 %, активности бета-лизинов на 47,5 % (табл. 2).

Таблица 2. Иммунобиологические показатели крови и сыворотки крови молоди *Cyprinus carpio* при применении белковых субстанций

Table 2. Immunobiological parameters of blood and blood serum of juvenile *Cyprinus carpio* when using protein substances

Группа	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	ФА, %	β-лизины, %
<i>Сухой гемоглобин</i>					
№1	1,1±0,13	59,0±5,76	10,73±2,27	28,5±4,38	18,9±0,87
№2	1,2±0,24	60,0±3,79	11,73±1,42	31,0±4,46	19,1±1,03
№3	1,3±0,29	59,6±5,14	11,7±1,76	37,5±4,04*	26,9±2,16*
<i>Сухая плазма</i>					
№1	1,4±0,18	56,3±4,33	11,53±2,45	37,3±5,41	18,9±1,5
№2	1,7±0,06*	64,2±4,97*	15,43±0,95*	51,2±3,02*	27,6±2,93*
№3	1,4±0,16	56,8±5,27	12,0±1,04	57,3±4,1*	36,83±5,16*
<i>Сыворотка крови крс</i>					
№1	1,6±0,17	52,7±2,12	10,0±0,7	28,7±2,17	19,8±1,18
№2	1,8±0,2	55,7±3,44	11,2±0,42	33,8±2,66	22,0±1,53
№3	2,0±0,07*	70,3±3,98*	11,3±0,71	39,0±3,23*	28,8±2,06*
<i>Нуклеопептид</i>					
№1	1,5±0,15*	46,3±2,84	10,4±0,69	35,7±3,07*	22,1±2,51
№2	1,4±2,02	57,7±3,63	10,6±0,76	37,8±2,12*	30,4±3,22*
№3	1,8±0,2*	63,7±2,22*	11,5±0,8	41,0±6,26*	32,2±3,5*
Контрольная	1,1±0,09	51,1±3,01	10,4±1,93	27,5±1,93	16,9±1,61

* p<0,05.



*Влияние применения белковых субстанций на показатели крови и сыворотки крови двухгодовика *Cyprinus carpio**

Наибольшую эффективность применения сухого гемоглобина курсом 5 дней перорально индивидуально установили в дозах 6,4 г и 12,8 г на 1 кг м.т. При этом введение дозы 6,4 г на 1 кг м.т. приводило к достоверному увеличению уровня эритроцитов на 36,4 %, а введение дозы 12,8 г на 1 кг м.т. – к увеличению фагоцитарной активности на 37,2 %.

Применение сухой плазмы курсом 5 дней перорально индивидуально в дозе 3,2 г на 1 кг м.т. приводило к достоверному увеличению фагоцитарной активности на 42,2%, в дозе 6,4 г на 1 кг м.т. – к увеличению уровня гемоглобина на 34,7 %, а фагоцитарной активности лейкоцитов на 50,3 %. Применение сухой плазмы в дозе 12,8 г на 1 кг м.т. приводило к увеличению фагоцитарной активности лейкоцитов крови карпа на 52,8 %.

Результаты исследований крови и сыворотки крови двухгодовика *Cyprinus carpio* на фоне интрацеломического введения стерильной сыворотки крови КРС показали, что при использовании дозы 0,5 см³ происходит достоверное увеличение уровня гемоглобина на 18,4 %, фагоцитарной активности лейкоцитов крови – на 42,2 %. Применение дозы 1,0 см³ ведет к достоверному увеличению содержания эритроцитов на 38,9%, уровня гемоглобина на 28,3 %, фагоцитарной активности лейкоцитов на 68,5 %, активности β-лизинов на 30,9 %. Наименьшая эффективность отмечена при введении дозы 1,5 см³. При этом происходит увеличение активности гемоглобина на 26,3 %, еще большее увеличение фагоцитарной активности лейкоцитов – на 69,1 % и активности β-лизинов на 51,3 %. Регистрировали также увеличение общего белка сыворотки крови на 48,8 %.

При изучении эффективности применения нуклеопептида, введенного в полость тела двухгодовика *Cyprinus carpio*, установлено, что доза 0,5 см³ вызывает достоверное увеличение уровня гемоглобина на 17,8 %. Применение дозы 1,5 см³ приводит к увеличению активности гемоглобина на 21,2 %, повышению фагоцитарной активности лейкоцитов на 57,2 % и активности β-лизинов на 28,2 % (табл. 3).



Таблица 3. Иммунобиологические показатели крови и сыворотки крови двухгодовика *Cyprinus carpio* после применения белковых субстанций
Table 3. Immunobiological parameters of blood and blood serum of two-year-old *Cyprinus carpio* after application of protein substances

Группа	Эритроциты, $10^{12}/л$	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	ΦA , %	β -лиизины, %	ЛАСК, %
<i>Сухой гемоглобин</i>						
№1	1,2±0,11	109,4±3,1	9,4±1,78	19,5±2,55	9,6±1,49	15,0±2,38
№2	1,5±0,11*	120,0±23,4	9,5±1,0	25,2±1,7	9,7±1,47	15,5±1,68
№3	1,6±0,22	116,0±23,86	10,8±2,06	26,3±4,15*	10,2±0,53	17,2±1,9
<i>Сухая плазма</i>						
№1	1,3±0,22	104,9±5,1	8,7±0,59	28,7±3,04*	10,5±0,54	14,7±0,66
№2	1,6±0,21	134,4±6,6*	9,5±1,99	33,4±5,1*	15,6±3,37	16,9±0,53
№3	1,4±0,31	98,6±10,52	8,6±0,98	35,2±6,58*	17,1±1,63	17,5±1,61
<i>Сыворотка крови к/c</i>						
№1	1,5±0,32	107,5±3,4*	9,2±1,29	45,4±6,42*	12,9±2,15	17,9±1,25
№2	1,8±0,26*	122,3±8,28*	9,6±0,93	52,7±3,99*	13,6±0,97*	19,7±1,77
№3	1,8±0,24	119,0±9,0*	16,4±2,11*	53,7±6,95*	19,3±3,14*	23,7±5,98
<i>Нуклеопептид</i>						
№1	1,2±0,29	106,7±3,13*	8,2±0,62	28,9±4,99	10,3±1,07	15,8±1,91
№2	1,5±0,09	120,0±10,0*	8,7±1,16	43,5±4,62*	12,9±0,89	17,2±0,63
№3	1,3±0,15	111,3±3,37*	9,5±1,06	38,8±5,17*	13,1±1,51*	18,3±1,86
Контрольная	1,1±0,06	87,7±7,71	8,4±1,5	16,6±3,66	9,4±0,62	14,4±2,74

* p<0,05.



Таким образом, рейтинг белковых субстанций по показателям резистентности и адаптивных возможностей организма *Cyprinus carpio* следующий: для молоди на первом месте – сухая плазма в дозе 6,4 г на 1 кг м.т с увеличением пяти показателей из пяти исследуемых; второе место разделили сыворотка крови КРС и нуклеопептид при пероральном применении в дозе 1,5 см³ с увеличением четырех показателей из пяти; на третьем месте – сухой гемоглобин в дозе 12,8 г на 1 кг м.т с увеличением двух показателей из пяти.

Для двухгодовиков *Cyprinus carpio* на первом месте из белковых субстанций – сыворотка крови КРС с увеличением от двух до четырех показателей из шести исследуемых (в зависимости от дозы); второе место – нуклеопептид при интрацеломическом применении с увеличением от двух до трех показателей из шести (в зависимости от дозы); на третьем месте – сухая плазма в дозах 3,2 и 6,4 г на 1 кг м.т , на четвертом – сухой гемоглобин в дозе 12,8 г на 1 кг м.т.

Заключение. На основании результатов выполненных исследований подобраны дозы возможного применения белков, полученных из крови и органов крупного рогатого скота, для *Cyprinus carpio* с учетом возрастных групп. Для молоди карпа эффективным оказалось пероральное применение сухой плазмы в дозе 6,4 г на 1 кг м.т, сыворотки крови КРС и нуклеопептида в дозах 1,5 см³ курсом 5 дней подряд.

Для двухгодовика карпа наиболее показательными были следующие дозы: сыворотка крови КРС и нуклеопептид при интрацеломическом применении 1 см³ 1 раз в день 3 дня подряд, сухая плазма – при пероральном применении 6,4 г на 1 кг м.т. в течение 5 дней, сухой гемоглобин – при пероральном применении 12,8 г на 1 кг м.т. в течение 5 дней.

Список используемых источников

1. Кошак, Ж. Сухой гемоглобин в комбикормах для радужной форели / Ж. Кошак, Н. Гадлевская, А. Кошак // Комбикорма. – 2017. – № 7/8. – С. 55–57.
2. Петрушенко, Ю. Плазма крови вместо рыбной муки / Ю. Петрушенко, С. Гусейнов // Животноводство России. – 2010. – № 3. – С. 35–36.



3. Campbell, J. M. Impact of spray-dried bovine serum and environment on turkey performance / J. M. Campbell, J. D. Quigley 3rd, L. E. Russell // *Poultry Science*. – 2004. – Vol. 83, № 10. – P. 1683–1687.
4. Merckx, W. Benefits of spray dried porcine plasma (SDPP) on post-weaning performance of piglets in the absence of prophylactic antibacterial medication / W. Merckx, S. Massart, L. D. Kalmar // Conference abstract Animal Nutrition Forum (ANR) 2015, 22 May 2015, Ghent – [Ghent, 2015].
5. Resistant capabilities of the Sterlet (*Acipenser Ruthenus*) in modeling the impact of stress factors in the form of increasing the temperature of the aquatic environment, decreasing oxygen in the aquatic environment and crowding / A. Kurbanov, J. Nomonov, N. Titova [et al.] // *Naturalista Compano*. – 2024. – Vol. 28, № 1. – P. 1066–1076.

Reference

1. Koshak Zh., Gadlevskaya N., Koshak A. Dry hemoglobin in feed for rainbow trout. *Kombikorma = Compound feed*, 2017, no. 7/8, pp. 55–57 (in Russian).
2. Petrushenko Yu., Gusejnov S. Blood plasma instead of fish meal. *Zhivotnovodstvo Rossii = Russian animal husbandry*, 2010, no. 3, pp. 35–36 (in Russian).
3. Campbell J. M., Quigley 3rd J. D., Russell L. E. Impact of spray-dried bovine serum and environment on turkey performance. *Poultry Science*, 2004, vol. 83, no. 10, pp. 1683–1687.
4. Merckx W., Massart S., Kalmar L. D. Benefits of spray dried porcine plasma (SDPP) on post-weaning performance of piglets in the absence of prophylactic antibacterial medication. *Conference abstract Animal Nutrition Forum (ANR) 2015*. Ghent, 2015.
5. Kurbanov A., Nomonov J., Titova N., Polaz S., Dziahtsiaryk S., Maksimyuk Y. Resistant capabilities of the Sterlet (*Acipenser Ruthenus*) in modeling the impact of stress factors in the form of increasing the temperature of the aquatic environment, decreasing oxygen in the aquatic environment and crowding. *Naturalista Compano*, 2024, vol. 28, no. 1, pp. 1066–1076.

Сведения об авторах

Полоз Светлана Васильевна – кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Дегтярик Светлана Михайловна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, На-



циональная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Максимюк Евгения Владимировна – научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Голушкива Инна Константиновна – кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела маркетинга и НТИ, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: domryb3@mail.ru

Беспалый Алексей Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com

Гребнева Елена Ивановна – кандидат ветеринарных наук, главный специалист, Отделение аграрных наук Национальной академии наук Беларусь (пр. Независимости, 66, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Слободницкая Галина Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Говор Татьяна Альфонсовна – научный сотрудник лаборатории болезней рыб, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларусь (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: govorta@tut.by

Information about authors

Sviatlana V. Polaz – Ph.D. (Veterinary), Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lana.poloz@gmail.com

Sviatlana M. Dzahtsiaryk – Ph.D. (Biological), Associate professor, Head of the Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru

Yauheniya U. Maksimyuk – Researcher, Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Ina K. Haluskova – Ph.D. (Agricultural), Head of Marketing and NTI Department, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: domryb3@mail.ru

Aliaksei V. Biaspaly – Ph.D. (Agricultural), Senior Research Fellow Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com



Elena I. Hrebneva – Ph.D. (Veterinary), Chief Specialist, Department of Agrarian Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus (66, Independence Ave., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Halina U. Slabodnitskaya – Ph.D. (Agricultural), Associate Professor Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Tatsiana A. Hovar – Researcher, Laboratory of Fish Diseases, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: govorta@tut.by

УДК 574.9, 639.3.03

Поступила в редакцию 12.09.2025

Received 12.09.2025

Н. О. Титова

Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

Оценка влияния экологических факторов на процессы жизнедеятельности карповых рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах Узбекистана

Аннотация. В данной статье отражены результаты докторской диссертационного исследования на тему: «Оценка влияния экологических факторов на безопасность рыбной продукции (живой рыбы), производимой в рыбоводческих хозяйствах Ташкентской области», проведенного в период с 2021 по 2023 г. Изучено влияние экологических факторов на жизнедеятельность прудовых рыб семейства карповых. В данной статье рассматриваются основные экологические и зоогигиенические аспекты, выявленные в ходе мониторинга в рыбоводческих прудах, и их влияние на процессы жизнедеятельности карповых рыб. В целом оба хозяйства обеспечивают условия, близкие к биологическому оптимуму для карповых, однако TCT FISH CLUSTER демонстрирует более высокие летние значения аммиака, что указывает на необходимость оптимизации кормления и увеличения проточности. А также выявлены потенциально опасные виды организмов зообентоса для промысловых видов рыб, выращиваемых в изучаемом рыбоводческом хозяйстве.

Ключевые слова: аквакультура, гидробиологические показатели, гидрохимические показатели, зообентос, сапробность, рыбоводческие хозяйства Узбекистана, экологические факторы.

**Natalia O. Titova***Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region,
Republic of Uzbekistan*

EVALUATION OF THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE VITAL PROCESSES OF CARP FISH RAISED IN POND FARMS OF UZBEKISTAN

Abstract. This article presents the results of a dissertation research conducted from 2021 to 2023 on the topic: "Assessment of Environmental Factors' Impact on Safety of Aquaculture Products (Live Fish) Produced by Fisheries Enterprises in Tashkent Region." The study investigates how environmental factors affect pond fish species belonging to the carp family. It focuses on key ecological and zoohygienic aspects identified during monitoring activities at aquaculture farms and their influence on the life processes of carp fish. Overall, both enterprises provide conditions close to biological optimum for carp growth, although TCT FISH CLUSTER shows higher summer levels of ammonia, indicating the need for feeding optimization and increased water flow. Additionally, potentially hazardous benthic organisms have been detected that pose risks to commercial fish species raised in these aquaculture facilities.

Keywords: aquaculture, hydrobiological indicators, hydrochemical indicators, zoobenthos, saprobity, fish farms of Uzbekistan, environmental factors.

Введение. Карповые рыбы, как и любые другие организмы, подвержены влиянию внешней среды, включая экологические и зоогигиенические условия. Эти факторы могут существенно воздействовать на здоровье рыб, их иммунный статус и предрасположенность к различным заболеваниям. Настоящая оценка направлена на изучение основных экологических и зоогигиенических аспектов, выявленных в результате мониторинга в рыбохозяйственных прудах, и их влияния на возникновение болезней у карповых рыб.

Абиотические факторы водной среды играют ключевую роль в поддержании оптимального состояния карповых рыб.

Помимо абиотических факторов, большое значение имеют биотические факторы, связанные с развитием кормовой базы и присутствием потенциально опасных организмов. Важнейшими элементами здесь выступают:

- зообентос (донные беспозвоночные): Основные группы включают личинок комаров-хирономид (Chironomidae), малощетин-



ковых червей (*Oligochaeta*) и моллюсков (*Physa*, *Planorbis*). Развитие кормовой базы оказывает прямое воздействие на питание и темпы роста карпа;

- промежуточные хозяева паразитов: Моллюски и некоторые виды червей могут служить источниками инфекций и эпидемий среди рыб;

- патогенез и паразиты: Наличие микроорганизмов и паразитов влияет на качество продукции и продуктивность рыбного хозяйства.

Таким образом, комплексный подход к изучению влияния как абиотических, так и биотических факторов необходим для разработки эффективных мер профилактики и улучшения санитарно-гигиенических условий в рыбоводческих хозяйствах.

Материалы и методы.

Отбор гидрохимических и гидробиологических проб проводился в период с марта по ноябрь на протяжении трех лет (2021–2023 гг.) в рыбоводческих хозяйствах Ташкентской области Чирчикского бассейна Республики Узбекистан: ООО «TCT FISH CLUSTER» и УК «KHORROT FISH HOUSE» (табл. 1).

Таблица 1. Количество и характер обработанного материала*

Table 1. Quantity and Nature of Processed Material

Виды работ	ООО «TCT FISH CLUSTER»			УК «KHORROT FISH HOUSE»		
	количество проб			количество проб		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Гидрохимический анализ (по рыбоводным показателям)	12	12	12	12	12	8
Гидробиологический анализ (методом биоиндикации по показателю зообентоса)	12	12	12	12	12	8

* В осенний период 2023 г. пробы в УК «KHORROT FISH HOUSE» отобрать не удалось, в связи с опустошением изучаемых прудов.

* In the autumn of 2023, it was not possible to collect samples from the KHORROT FISH HOUSE management company due to the emptying of the ponds being studied.

В 2023 г. осенью забор проб не состоялся вследствие полного опорожнения исследуемых водоемов.



Гидрохимическое исследование выполнялось стандартизированными методами, предусмотренными нормативно-техническими актами: ГОСТ 24896-2013 «Рыба живая». ТИ 22105107-01:2017 «Технологическая инструкция по выращиванию товарной рыбы». О'зDSt 3318:2018 «Молодь рыбы живая. ТУ».

Гидробиологическое обследование базировалось на традиционных методиках с использованием определителей видового состава и методик Булгакова Г. П. [8]. Образцы зообентоса собирались специальным бентосным скребком. Камеральный этап обработки всех материалов проходил в лабораториях научно-исследовательского института рыбоводства Узбекистана.

ООО «TCT FISH CLUSTER» находится в Ташкентской области, Куйичирчикском районе, ГП Курганча, махалля Балыкчи.

Бренд Daryo Fish был основан в 2020 г. компанией ООО «TCT FISH CLUSTER», которая ведет свою деятельность в рыбной сфере с 1961 г.

На рисунке 1 показана локация рыбоводческого хозяйства ООО «TCT FISH CLUSTER», где проводились гидроэкологические исследования.



Рис. 1. Место нахождения ООО ТСТ «Fish Cluster»
(Изображение взято с сайта Google Earth (<https://earth.google.com>))
Fig. 1. Location of LLC TST “Fish Cluster”
(Image taken from Google Earth website (<https://earth.google.com>))



Источником водоснабжения рыбохозяйственных прудов, арендованных ООО «ТСТ FISH CLUSTER» является р. Чирчик, кан. Чирчик-Калган, р. Сырдарья. Так, согласно данным Узгидромета, в течение года вода в р. Чирчик в пункте отбора проб, находящемся около г. Чиназ по показателю ИЗВ находится в диапазоне 0,9–2,7 и соответствует III–IV классу качества, т.е. уровень загрязнения воды в течение года находится в переходном состоянии от умеренно загрязненного до загрязненного. Вода в р. Сырдарья в пункте отбора проб, находящемся ниже коллектора ГПК-С (расшифровать) по показателю ИЗВ находится в диапазоне 1,2–2,6 и соответствует III–IV классу качества, т.е. уровень загрязнения воды в течение года находится в переходном состоянии от умеренно загрязненного до загрязненного.

Химический состав воды реки формируется под влиянием загрязнений, поступающих со сточными водами промпредприятий городов Газалкент, Чирчик, Ташкент, Чиназ и стоков с сельхозугодий.

В табл. 2 представлен уровень загрязнения по реке Чирчик в долях ПДК от истока до слияния с рекой Сырдарья.

Таблица 2. Загрязнение по реке Чирчик в долях ПДК*
Table 2. Pollution Levels in the Chirchik River as a Fraction of Maximum
Permissible Concentrations (MPCs)*

Пункт	Минерализация	Сульфаты	Фенолы	Медь	Нитриты
Выше г. Газалкент	0,2	0,2	1,3	1,1	0,4
Ниже г. Газалкент	0,2	0,3	2	1,2	0,3
Выше г. Чирчик	0,4	0,9	2,3	2	0,2
Ниже ПО «Элекро-химпром»	0,3	0,5	2,8	1,9	8,5
Троицкий створ	0,2	0,5	1,6	1,7	3,5
Выше г. Ташкент	0,3	0,6	2	2,6	6,1
Ниже г. Ташкент	0,4	0,7	2,6	2,1	2
пос. Улугбек (Новомихайловка)	0,4	0,7	3,5	2,1	0,7
г. Чиназ	0,8	3,1	6,2	2,5	1,4

* Открытые данные Узгидромета

* Open data from Uzhydromet

Вода реки Чирчик характеризуется низкой минерализацией. Среднегодовое содержание минеральных солей возрастает от истока к устью от 186,9 мг/дм³ до 753,2 мг/дм³ (0,2–0,8 ПДК).

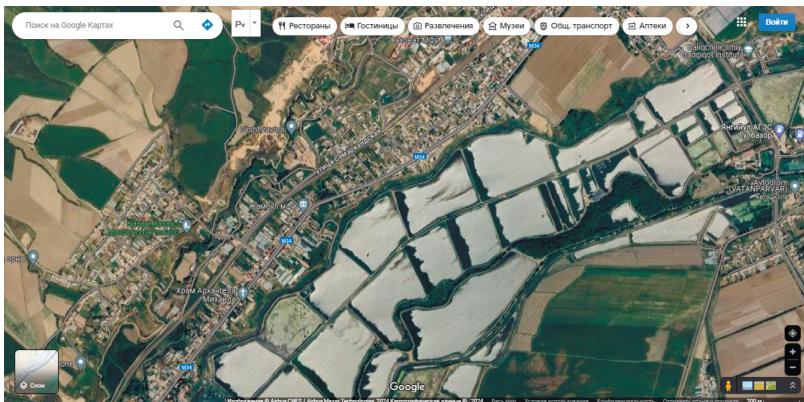


Кислородный режим реки в 2021 г. был удовлетворительным, концентрация растворенного кислорода на уровне 12,89 мгО₂/дм³.

Соединения азота являются специфическими для реки Чирчик. Содержание азота аммонийного изменяется по течению в диапазоне 0,04–0,61 мг/дм³ (0,1–1,6 ПДК), азота нитритного 0,005–0,171 мг/дм³ (0,2–8,5 ПДК). Наибольшие концентрации фиксируются в створах ниже ПО «Электрохимпром» – 0,171 мг/дм³ (8,5 ПДК) и выше города Ташкент 0,122 мг/дм³ (6,1 ПДК). Содержание солей меди изменяется в среднем по реке от 1,1 до 2,6 мкг/дм³ (1,1–2,6 ПДК). Концентрация фенолов возрастает от фонового к замыкающему створу 0,001–0,006 мг/дм³ (1,3–6,2 ПДК).

Присутствие ДДТ, его метаболитов и изомеров ГХЦГ не отмечено. По величине ИЗВ качество воды р. Чирчик соответствовало в 2021 г. в г. Газалкент II классу чистых вод, в створе ниже ПО «Электрохимпром» – IV классу грязных вод, а в остальных участках реки – III классу умеренно загрязненных вод.

В соответствие с трехсторонним соглашением с мая 2021 г. унитарная компания «KHORROT FISH HOUSE» взяла в долгосрочную аренду (25 лет) комплекс рыбохозяйственных прудов (53 пруда), относящиеся к территории Научно-исследовательского института рыбоводства Республики Узбекистан, находящиеся по адресу: Ташкентская область, Янгиюльский район, МФЙ Кукаламзор, ул. Чирчикская.



*Рис. 2. Место нахождения УК «KHORROT FISH HOUSE»
(Изображение взято с сайта Google Earth (<https://earth.google.com>))*

*Fig. 2. Location of State Unitary Enterprise «KHORROT FISH HOUSE»
(Image taken from Google Earth website (<https://earth.google.com>))*



На рис. 2 показана локация рыбоводческого хозяйства УК «KHORROT FISH HOUSE», где проводились гидроэкологические исследования.

Источником водоснабжения рыбохозяйственных прудов, арендованных УК «KHORROT FISH HOUSE» является канал Салар, от которого вода подается по подводящему каналу длиной 1,5 км. Согласно данным Узгидромета, в течение года вода в данном канале в пункте отбора проб, находящемся ниже г. Янгиюль по показателю ИЗВ находится в диапазоне 2,2–2,9 и соответствует IV классу качества, т.е. вода является загрязненной. Химический состав воды канала формируется под влиянием загрязнений, поступающих со сточными водами промышленных предприятий г. Ташкента и г. Янгиюль. В табл. 3 представлен уровень загрязнения по каналу Салар в долях ПДК от истока до устья.

Таблица 3. Загрязнение по каналу Салар в долях ПДК*
Table 3. Pollution Levels in Salor Canal as a Fraction
of Maximum Permissible Concentrations (MPCs)*

Пункт	Минерализация	Сульфаты	Фенолы	Медь	Нитриты
Выше г. Ташкент	0,4	1,1	2,7	1,9	3,4
Ниже г. Ташкент	0,5	0,9	6,5	2,5	5,8
Выше г. Янгиюль	0,4	0,8	3,5	2,4	0,8
Ниже г. Янгиюль	0,5	1	12,9	3,5	15,5

* Открытые данные Узгидромета

* Open data from Uzhydromet.

Канал Салар также, как и р. Чирчик можно отнести к водотокам с малой минерализацией. Ее содержание было на уровне 376,2–513,8 мг/дм³ (0,4–0,5 ПДК). Концентрация сульфатов была на уровне 77,0–105,0 мг/л (0,8–1,1 ПДК).

Уровень загрязнения канала азотом аммонийным в створе ниже г. Ташкент составляет 0,89 мг/дм³ (2,3 ПДК), медью до 2,5 мкг/дм³ (2,5 ПДК). Концентрация азота нитритного достигает 0,117 мг/дм³ (5,8 ПДК).

В створе ниже г. Янгиюль содержание азота нитритного возрастает до 0,310 мг/дм³ (15,5 ПДК), азота аммонийного – 0,54 мг/дм³ (1,4 ПДК). Содержание меди составляет 3,5 мкг/дм³ (3,5 ПДК).



Концентрация фенолов во всех створах увеличивается от 0,003 до 0,013 мг/дм³ (2,7–13,0 ПДК).

Кислородный режим канала был удовлетворительным, концентрация растворенного кислорода на уровне 7,17–13,90 мгО₂/дм³. Загрязнение кан. Салар изомерами ГХЦГ, ДДТ и его метаболитами не отмечено. По величине ИЗВ качество воды кан. Салар соответствовало: выше г. Янгиюль и выше г. Ташкент III классу умеренно загрязненных вод; ниже г. Янгиюль V классу грязных вод; ниже г. Ташкент IV классу загрязненных вод.

Геоморфологически территория прудов представлена мелко-песчанистыми почвами, подпертыми мощным слоем галечников глубиной около 1,2 метра.

Тепловодные хозяйства специализируются на культивировании рыб семейства карповых: белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*); пестрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*); обыкновенный карп (*Cyprinus carpio*); белый амур (*Ctenopharyngodon idella*).

Этот перечень определяет специфику местных аквакультурных практик и дальнейшие направления научных изысканий в рамках проекта.

Результаты исследований.

В данной статье рассматриваются основные экологические и зоогигиенические аспекты, выявленные в ходе мониторинга в рыбохозяйственных прудах, и их влияние на процессы жизнедеятельности карповых рыб.

В целом оба хозяйства обеспечивают условия, близкие к биологическому оптимуму для карповых, однако TCT FISH CLUSTER демонстрирует более высокие летние значения аммиака, что указывает на необходимость оптимизации кормления и увеличения проточности.

KHORROT FISH HOUSE характеризуется большей общей жесткостью и более высоким pH в летний период — эти факторы влияют на осморегуляцию и требуют контроля при инкубационных операциях.

В табл. 4 представлен анализ данных по влиянию ключевых выявленных абиотических факторов водной среды на жизнедеятельность карповых рыб.



Таблица 4. Влияние ключевых абиотических факторов водной среды на карповых рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах
Table 4. Influence of Key Abiotic Water Environment Factors on Carp Fish Cultivated in Pond Farms

Фактор	Оптимум (ориентир)	Фактические значения (диапазон, оба хозяйства)	Интерпретация риска	Практические рекомендации
Температура, °C	Оптимум для карпа: 15–28 °C; риск >30 °C	Летом возможны опасные пиковые пропревы, особенно при малой проточности	Обеспечить приток прохладной воды, тень, уменьшить посадку в периоды экстремума	
pH	7,5–8,5 (рекоменд.)	6,500–8,604	Держится в пределах нормы; резкие скачки опасны для инкубации икры	Контроль и поддержание pH; при повышении – корректировать растительностью/коэффициентом проточности
Растворенный кислород	Оптимум: 6–8 mg/L; <4 – риск	3,377–4,310	Низкие значения (<4 mg/L) создают острый риск удушья	Увеличить аэрацию, снизить нагрузку на пруд
Аммиак NH ₃	<0,1 mg/L (токсичен при повыш.)	0,021–0,441	Повышение свидетельствует о риске токсичности; требуется коррекция кормления и проточности	Уменьшить дозы корма, увеличить аэрацию, корректировать очистку донных отложений
Нитриты NO ₂	<0,02 mg/L оптимум: >0,2 – опасно	0,015–0,295	Повышение свидетельствует о риске токсичности; требуется коррекция кормления и проточности	Уменьшить дозы корма, увеличить аэрацию, корректировать очистку донных отложений
Общая жесткость	Оптимум: 3–10 mg-экв/L	4,500–9,700	Параметр в допустимом диапазоне, требует мониторинга	Регулярный мониторинг и корректировка кормления/удобрений



Анализируя табл. 4 влияния ключевых абиотических факторов на состояние здоровья карповых рыб, мы можем выделить несколько основных выводов относительно рисков и рекомендаций по улучшению условий содержания:

Ключевые выводы анализа влияния абиотических факторов на здоровье карповых рыб:

- оптимальная температура: 15–28 °C, избегать перегрева летом;
- pH: держать в пределах 7,5–8,5, следить за резкими колебаниями;
- кислород: поддерживать выше 4 мг/л, усиливая аэрацию и уменьшая плотность посадки.
- аммиак: удерживать ниже 0,1 мг/л, снижая дозировку корма и улучшая фильтрацию;
- нитриты: поддерживать ниже 0,02 мг/л, обеспечивая достаточный сброс воды;
- жесткость: регулировать в диапазоне 3–10 мг-экв/л, регулярно проверяя показатели.

Рекомендуется внедрить регулярный мониторинг кислорода и аммиака в критические летние месяцы, а также мероприятия по снижению нагрузок (регулировка кормления, аэрация, очистка отстойников).

Вместе с тем, в ходе диссертационного исследования нами также было изучено влияние биотических факторов на жизнедеятельность карповых в прудовых хозяйствах ООО «TCT FISH-CLUSTER» и УК «KHORROT FISH HOUSE».

Анализ опирается на данные гидробиологического мониторинга по показателю зообентоса (приведенные в приложениях 7–23), гидрохимию и полевые наблюдения за 2021–2023 гг. Ниже в табл. 2–5 представлены: краткий сравнительный анализ развития кормовой базы, наличие потенциальных промежуточных хозяев паразитов, таблица влияния ключевых биотических факторов, а также наглядные схемы и графики, иллюстрирующие сезонную динамику биомассы зообентоса и связи между факторами экосистемы и безопасностью продукции.



**Таблица 5. Сравнение развития кормовой базы
ООО «TCT FISH-CLUSTER» и УК «KHORROT FISH HOUSE»,
Table 5. Comparison of Feed Base Development between
LLC «TCT FISH-CLUSTER» and State Unitary Enterprise «KHORROT FISH HOUSE»**

Хозяйство	Доминирующие таксоны зообентоса	Пик развития (сезон)	Интерпретация и практические выводы
ООО «TCT FISH- CLUSTER»	Личинки Chironomidae (Diptera), Oligochaeta, моллю- ски (Planorbis, Physa), Macrobrachium (в отдельных прудах)	Июнь–июль (лето); выраженные годовые коле- бания	Высокая летняя биомасса – хороший источник белка для малька и ремонтного стада; варьируе- мость указывает на чувствительность к гидрохи- ми и управленню, рекомендуется поддерживать стабильную кормовую базу через регулирование питания и мелиоративные мероприятия
УК «KHORROT FISH HOUSE»	Моллюски (Lymnaea, Planorbis), Chironomidae (меньшая доля), разнообра- зие олигохет	Июнь–июль; менее равномерная динамика	Более стабильная донная сообщества – меньший риск резких спадов кормовой базы, но меньшее присутствие хирономид может снижать доступ- ность протеиновой пищи; рекомендуется стиму- лировать развитие зоопланктона и хирономид через контролируемое внесение удобрений и структурирование дна



Представленная таблица позволяет провести сравнение двух хозяйств («TCT FISH-CLUSTER» и «KHORROT FISH HOUSE») по состоянию кормовой базы, представленному доминирующими группами организмов зообентоса, и сделать вывод о динамике развития биомассы и ее значимости для жизнедеятельности карповых рыб.

- ООО «TCT FISH-CLUSTER»: преобладают личинки комаров-хирономид (*Chironomidae*), малощетинковые черви (*Oligochaeta*) и моллюски (род *Planorbis*, *Physa*). В некоторых прудах встречается креветка *Macrobrachium*;

- УК «KHORROT FISH HOUSE»: наблюдается большее разнообразие моллюсков (например, *Lymnaea* и *Planorbis*), менее значительное количество хирономид и большая роль олигохет;

- оба хозяйства демонстрируют максимальное развитие кормовой базы в летний период (июнь–июль);

- «TCT FISH-CLUSTER»: отмечаются значительные годовые колебания биомассы, что связано с чувствительностью экосистем к изменениям гидрохимического состава и условиям управления. Это создает риски нестабильности кормовой базы;

- «KHORROT FISH HOUSE»: кормовая база характеризуется большей устойчивостью и меньшей вариабельностью. Несмотря на отсутствие значительной доли хирономид, стабильность кормовой базы снижает риск внезапных изменений доступности пищевых ресурсов.

В табл. 6 приведены данные о наличие промежуточных хозяев и паразитарные риски.

- оба хозяйства демонстрируют максимальное развитие кормовой базы в летний период (июнь–июль);

- «TCT FISH-CLUSTER»: отмечаются значительные годовые колебания биомассы, что связано с чувствительностью экосистем к изменениям гидрохимического состава и условиям управления. Это создает риски нестабильности кормовой базы;

- «KHORROT FISH HOUSE»: кормовая база характеризуется большей устойчивостью и меньшей вариабельностью. Несмотря на отсутствие значительной доли хирономид, стабильность кормовой базы снижает риск внезапных изменений доступности пищевых ресурсов.

В табл. 7 представлен анализ влияния ключевых биотических факторов на карповых и приоритетные мероприятия.



Таблица 6. Наличие потенциальных промежуточных хозяев и паразитарные риски
Table 6. Presence of Potential Intermediate Hosts and Parasitic Risks

Вид	ООО «TCT FISH-CLUSTER» (наличие)	УК «KHORROT FISH HOUSE» (наличие)	Практические рекомендации
Моллюски Lymnaea / Planorbis (промеж. хозяева трематод)	Регулярно встречаются в большинстве прудов; биомасса значима в летний период	Встречаются; зачастую стабильная плотность	Мониторинг на трематоды (например, <i>Diplostomum spp.</i>); санитарная очистка береговой зоны; контроль популяции моллюсков при вспышках паразитов
Oligochaeta (Tubifex, Tubificidae) – возможные промеж. хозяева миксоспоридий и бактериальных патогенов	Наблюдаются, в отдельных прудах высокая численность летом/осенью	Присутствуют, но в меньших плотностях	Снижение органической нагрузки; улучшение аэрации; периодическая очистка донных отложений; контроль кормления
<i>Macrobrachium spp.</i> (декаподы – потенциальные переносчики и элемент питания)	Встречаются с высокой биомассой в некоторых прудах (влияние на троффику)	Менее распространены	Оценка влияния на трофические связи; контролируемое использование (если конкурент или хищник – регулировать популяцию)



Таблица 7. Влияние ключевых биотических факторов на карповых и приоритетные мероприятия на карпах
Table 7. Impact of Key Biotic Factors on Carps and Priority Measures

Биотический фактор	Позитивное влияние на карповых	Негативное влияние / риск	Приоритетные мероприятия (на ферме)
Развитие кормовой базы (биомасса зообентоса/зоопланктона)	Высокая доступная биомassa повышает рост и выживаемость молоди, снижает расходы на комбикорм	Резкие колебания приводят к голоду/стрессу; чрезмерная эвтрофикация может вести к заморам	Поддерживать устойчивую продукционную базу; дозированное удобрение, мелиорация дна, контроль разительности, регулярный мониторинг биомассы
Видовое разнообразие (таксономическая структура)	Разнообразие стабилизирует трофику, уменьшает риск монокультурных вспышек и патогенов	Потеря разнообразия увеличивает уязвимость к вспышкам заболеваний и снижение экологической устойчивости	Сохранение гетерогенности среды (разнообразие субстратов), ротация прудов, ограничение однотипных вмешательств
Наличие промежуточных хозяев паразитов (моллюски, олигохеты)	Их присутствие является частью экосистемы; в малых численностях вред минимален	Риск эпизоотий (trematody, миксоспоридии), снижение качества продукции и убытки	Мониторинг паразитных индексов, санитарные барьеры, удаление инфицированных особей, биологическая и механическая регуляция моллюсков
Конкуренция/хищничество со стороны других видов (Macrobrachium и др.)	В умеренных количествах способствует структурированию трофической сети и переработке органики	При избыточной численности – поедание молоди, конкуренция за кормовые ресурсы	Оценивать популяционные показатели; при необходимости – регуляция (ловля, перенаселение), изменение глубины/укрытий
Паразитофауна и патогены (на основании обследования рыб)	Небольшие времена паразитов могут поддерживать иммунную реактивность популяции	Сильные инвазии приводят к замедлению роста, заболеванием и падежу; риск передачи при торговле живой рыбой	Периодические veterинарные обследования, карантин новых поставок, протоколы лечения, санитарная обработка инкубационных рук



Пиявки и моллюски могут представлять определенные угрозы для карповых рыб, выращиваемых в прудах. Рассмотрим основные аспекты этих угроз:

Хотя пиявки в основном являются хищниками или паразитами, они могут конкурировать с молодыми карпами за пищу, особенно если в пруду недостаточно корма.

Моллюски могут потреблять растительность, что может снижать доступность пищи для карпов, особенно если карпы питаются растительной пищей.

Некоторые виды пиявок могут быть паразитами, прикрепляясь к коже рыб и высасывая кровь. Это может вызывать стресс у рыб, снижать их иммунитет и приводить к заболеваниям. Пиявки также могут переносить патогенные микроорганизмы, что увеличивает риск заболеваний в стаде.

Моллюски родов *Anadonta*, *Physa* и *Lymnaea* могут представлять определенные угрозы для карповых рыб, выращиваемых в прудах. Рассмотрим их особенности и потенциальные риски: могут быть промежуточными хозяевами для различных паразитов, включая плоских червей, которые могут инфицировать карпов и вызывать болезни.

В обоих хозяйствах ключевой ресурс — развивающаяся летняя кормовая база: для ТСТ характерны более высокие пики биомассы и большая вариабельность, для КНОРРОТ — более ровная динамика. Управление кормовой базой (контролируемое удобрение, мелиорация, поддержание проточности) — приоритет.

Присутствие моллюсков (*Lymnaea*, *Planorbis*) и олигохет (*Tubifex*) требует систематического мониторинга паразитарной нагрузки. Рекомендуется внедрять карантинные процедуры, регулярные ветеринарные осмотры и санитарные мероприятия по очистке береговой полосы и донных отложений.

Для сокращения рисков следует сочетать гидрохимический мониторинг (температура, O_2 , pH, $NH_3/NH_4/NO_2$) с биоиндикацией (ежесезонный учет зообентоса) и оперативно внедрять корректировки (аэрация, снижение органической нагрузки, ротация прудов).

Для управления этими угрозами рекомендуется проводить мониторинг популяций моллюсков, поддерживать баланс экосистемы пруда и, при необходимости, принимать меры по контролю их численности.



Для минимизации угроз, связанных с наличием пиявок и моллюсков в прудах, необходимо проводить регулярный мониторинг их численности и здоровья рыб, а также принимать меры по контролю популяций этих организмов. Это может включать в себя улучшение условий среды обитания, использование методов биологического контроля или, в крайних случаях, применение химических средств для борьбы с паразитами и конкурентами.

Заключение.

Проведенное исследование позволило выявить ключевые абиотические и биотические факторы, оказывающие существенное влияние на состояние здоровья и продуктивность карповых рыб в условиях прудового рыбоводства. Были определены оптимальные диапазоны важнейших показателей окружающей среды, обеспечивающие нормальное функционирование и устойчивость экосистемы прудов.

Основные выводы исследования включают следующее:

- температура воды должна оставаться в пределах 15–28 °C, чтобы избежать негативных последствий перегрева;
- уровень растворенного кислорода ниже 4 мг/л создает высокий риск асфиксии и гибели рыб;
- концентрация аммиака и нитритов должна поддерживаться на низком уровне, чтобы предотвратить накопление токсинов;
- показатель pH следует контролировать, поскольку отклонения от нормальных значений (7,5–8,5) могут отрицательно влиять на физиологию рыб;
- структура кормовой базы имеет важное значение для успешного разведения карповых, особенно учитывая различия между хозяйствами по уровню стабильности и доступности питательных ресурсов;
- предложенные рекомендации направлены на повышение эффективности рыбоводческого процесса путем коррекции неблагоприятных факторов и поддержания оптимальной экологии прудов. Практические шаги включают:
 - мониторинг и контроль за показателями окружающей среды (температурой, кислородом, химическими параметрами);
 - регулярное наблюдение за состоянием кормовой базы и оценку воздействия промежуточных хозяев паразитов;



- применение профилактических мероприятий для снижения риска инфекционных заболеваний и улучшения качества конечной продукции.

Полученные результаты предоставляют ценную основу для совершенствования технологий промышленного рыбоводства и повышения устойчивости прудовых хозяйств к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Благодарности.

Руководителю и научно-исследовательскому коллективу РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларусь по животноводству», находящегося в г. Минск Республики Беларусь – за плодотворное сотрудничество.

Научным руководителям PhD, с.н.с. Курбанову А. Р. – директору Научно-исследовательского института рыбоводства и доценту кафедры «Экологический мониторинг» факультета «Биология и экология» Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека к.б.н., доц. Атабаевой Н. К. – за содействие и наставления.

Заведующему лаборатории «Ихиопатология» Номонову Ж. Н. и специалисту по гидрохимии – Раҳимжановой Э. Х. Научно-исследовательского института рыбоводства Республики Узбекистан – за сотрудничество и содействие в проведении гидрохимических и ихиопатологических исследований.

Также выражаю свою благодарность партнерам из вышеозначенных рыбоводческих хозяйств ООО «TCT FISH-CLUSTER» и «KHORROT FISH HOUSE», находящихся в Ташкентской области Республики Узбекистан, за предоставление возможности сбора информации и проведения эколого-ихиопатологических исследований.

Список использованных источников

1. Pantle, R. Die biologische Überwaschung der geweisser und die Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96, N. 18. – S. 1–640.



2. Баликлар паразитар касалликларни аниклаш бўйича методик кўлланма : методик кўлланма / тузувчилар: Ф. Д. Акрамова, А. Р. Курбанов, Ф. Э. Сафарова. – Ташкент : Fan va texnologiya, 2019. – 44 с.
3. Вудивисс, Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование / Ф. Вудивисс // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям : тр. совет.-англ. семинара, Валдай, СССР, 12–14 июля 1976 г. / Смеш. совет.-англ. ком. по сотрудничеству в обл. охраны окружающей среды, Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР ; редкол.: Г. Г. Винберг [и др.]. – Л., 1977. – С. 132–161.
4. Игнаткин, Д. С. Экологическая роль гидро- и амфибионтов в циркуляции trematodозов домашних птиц на территории Ульяновской области / Д. С. Игнаткин, Е. М. Романова, Т. А. Индириякова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2.– С. 50–55. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-rol-gidro-i-amfibiontov-v-tsirkulyatsii-trematodozov-domashnih-ptits-na-territorii-ulyanovskoy-oblasti> (дата обращения: 01.09.2025).
5. Курбанов, А. Р. Методы анализа качества воды в рыбном хозяйстве : инструкция / А. Р. Курбанов, С. И. Ким. – Ташкент : [б. и.], 2020. – 44 с.
6. Мустафаева, З. А. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана : метод. пособие / З. А. Мустафаева, У. Т. Мирзаев, Б. Г. Камилов. – Ташкент : Навруз, 2017. – 112 с.
7. Номонов, Ж. Н. Баликлилар хўжаликлиарида этиширилатган баликларининг эктопаразит билан заарланиши / Ж. Н. Номонов // Innovations in technology and science education. – 2023. – Vol. 2, № 8. – P. 580–587. – URL: <https://zenodo.org/records/7833202> (дата обращения: 01.09.2025).
8. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии : рекомендации РУз 52.25.32-97 / под ред. В. Н. Тальских. – Ташкент : Главгидромет, 1997. – 67 с.



9. Ховуз бали чилигига учрайдиган касалликлар ва уларнинг профилактик тадбирлар бўйича тавсиянома : тавсиянома / тузувчилар: Ф. Д. Акрамова [и др.]. – Тошкент : [б. и.], 2021. – 56 с.

Reference

1. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwaschung der geweisser und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, 1955, vol. 96, no. 18. pp. 1–640 (in German).
2. Akramova F. D., Kurbanov A. R., Safarova F. E. (eds.). *Baliklar parazitar kasalliklarni aniqlash buiicha metodik kullanma : metodik kullanma* [Methods for the detection of parasitic diseases in fish: methodology]. Tashkent, Science a. Technology Publ., 2019. 44 p. (in Uzbek).
3. Vudiviss F. Biotic index of the river Trent. Macroinvertebrates and biological examination. *Trudy sovetsko-angliiskogo seminara «Nauchnye osnovy kontrolya kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam»* [Proc. of the Soviet-English seminar «Scientific foundations of surface water quality control by hydrobiological indicators»]. Leningrad, 1977, pp.132–161 (in Russian).
4. Ignatkin D. S., Romanova E. M., Indiryakova T. A. The ecological role of hydro- and amphibians in the circulation of trematodes in poultry in the Ulyanovsk region *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2014, no. 2. (in Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-rollgidro-i-amfibiontov-v-tsirkulyatsii-trematodozov-domashnih-ptits-na-territorii-ulyanovskoy-oblasti> (accessed 01.09.2025).
5. Kurbanov A. R., Kim S. I. *Metody analiza kachestva vody v rybnom khozyaistve : instruktsiya* [Methods for analyzing water quality in fisheries : instructions]. Tashkent, 2020. 44 p. (in Russian).
6. Mustafaeva Z. A., Mirzaev U. T., Kamilov B. G. *Metody hidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'ektor Uzbekistana : metodicheskoe posobie* [Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in Uzbekistan : a methodological guide]. Tashkent, Navruz Publ., 2017. 112 p. (in Russian).
7. Nomonov, Zh. N. Ectoparasite infestation of fish grown in fish farms. *Innovations in technology and scientific education*, 2023, vol. 2, no. 8. (in Uzbek) Available at: <https://zenodo.org/records/7833202> (accessed 01.09.2025).
8. Tal'skikh V. N. (ed.) *Metody hidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'ektor regiona Tsentral'noi Azii : rekomendatsii RUz 52.25.32-97* [Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in the Central Asian region : recommendations of the Republic of Uzbekistan 52.25.32-97]. Tashkent, Glavgidromet Publ., 1997. 67 p. (in Russian).



9. Akramova F. D., Kurbanov A. R., Safarova F. E., Abdurasulov Sh. A. (eds.). *Khovuz bali chiligidan uchraidiqan kasalliklar va ularning profilaktik tadbirlar buiicha tavsiyanoma : tavsiyanoma* [Recommendations for the prevention of diseases and their prevention : tawsia]. Tashkent, 2021. 56 p. (in Uzbek).

Сведения об авторах

Титова Наталья Олеговна — младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Information about authors

Natalia O. Titova — Junior researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

УДК 574.9, 639.3.03

Поступила в редакцию 12.09.2025

Received 12.09.2025

Н. О. Титова, Э. Х. Рахимжанова, А. И. Зикриёев

Научно-исследовательский институт рыбоводства при Государственном комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, ССГ Кукаламзор, Республика Узбекистан

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩА РЕЗАКСОЙ И ЕГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. Статья посвящена изучению современного гидроэкологического состояния водохранилища Резаксой и оценке его роли в обеспечении устойчивого рыболовства. Рассматриваются ключевые гидробиологические и гидрохимические показатели, характеризующие качество воды и состояние экосистемы водоема. Анализируется влияние природных факторов и антропогенных нагрузок на динамику численности рыб и структуру ихтиофауны. Особое внимание удалено проблемам, связанным с дефицитом кормовой базы и условиями содержания рыбы, таким как недостаток естественных пищевых ресурсов и возможные эпизоды кислородного дефицита. Оцениваются пер-



спективы развития рыбного хозяйства в регионе, исходя из имеющихся ограничений и потенциальных возможностей улучшения качества воды и повышения продуктивности водоемов путем внедрения экологически безопасных технологий. Полученные результаты позволяют сделать выводы о перспективах расширения производства товарной рыбы и предложить рекомендации по оптимизации мероприятий по восстановлению и сохранению популяции ценных пород рыб в условиях сложившейся экологической ситуации.

Ключевые слова: аквакультура, гидробиологические показатели, гидрохимические показатели, зообентос, сапробность, рыбоводство Узбекистана, экологические факторы

Natalia O. Titova, Elmaz Kh. Rakhimzhanova, Allikhon I. Zikriyoev

*Scientific Research Institute of Fishery, Yangiyul district, Tashkent region,
Republic of Uzbekistan*

MODERN HYDROECOLOGICAL STATE OF THE REZAKSAY RESERVOIR AND ITS FISHERY SIGNIFICANCE

Abstract. The article is devoted to studying the current hydroecological condition of the Rezaksay reservoir and assessing its role in ensuring sustainable fisheries. Key hydrobiological and hydrochemical indicators characterizing water quality and ecosystem conditions are examined. The influence of natural factors and anthropogenic loads on fish population dynamics and ichthyofauna structure is analyzed. Special attention is given to problems related to feed base deficiencies and fish maintenance conditions, such as lack of natural food resources and possible episodes of oxygen deficiency. Prospects for developing fish farming in the region are evaluated based on existing limitations and potential opportunities for improving water quality and increasing aquatic productivity through environmentally safe technologies. The results obtained allow conclusions about prospects for expanding commercial fish production and recommendations for optimizing measures aimed at restoring and preserving populations of valuable fish species under current ecological circumstances.

Keywords: aquaculture, hydrobiological indicators, hydrochemical indicators, zoobenthos, saprobity, fishery of Uzbekistan, environmental factors

Введение. Водохранилище Резаксой – гидротехническое сооружение, возведимое на реке Резаксой, вытекающей из хребтов



Курамы. Расположено в 5 км от города Чуст Наманганской области. Предназначено для водоснабжения сельскохозяйственных культур. Строительство водохранилища началось в 2003 г. (работы продолжаются с 2005 г.). Тип плотины – земляной. Водохранилище регулирует сезонный режим реки Резаксой. Согласно проекту, длина плотины составляет 3200 м, высота – 80 м, полный объем – 200 млн м³. Общая площадь территории водохранилища составляет внушительные 1050 га.

Комплекс сооружений включает грунтовую плотину, два сооружения, способные подавать воду объемом 40 м³ в с соответственно в Сырдарью и Северный Ферганский канал, а также сбросные устройства. Вода используется для полива земель Наманганской области.

Правительство Узбекистана объявило проект решения о выводе района Чуст Наманганской области Узбекистана из состояния бедности в 2024 г. на основе китайского опыта, включая новые подходы, внедрение инновационных и зеленых технологий, а также современных методов управления (табл. 1).

Таблица 1. Основные направления развития и преобразования

района Чуст в территорию, свободную от бедности

**Table 1. Main Directions for Development and Transformation
of Chust District into a Poverty-Free Territory**

Основные направления	Мероприятия
Оценка эффективности руководства	Результаты индивидуальной программы вывода населения из бедности
Поддержка предпринимательства	Привлечение к инновациям на основе китайского опыта, внедрение зеленых технологий
Бизнес-климат в махаллях	Стимулирование привлечения иностранных инвестиций, поддержка инновационного бизнеса
Специализированные промышленные зоны	Создать малые специализированные производственные площадки
Использование госимущества	Эффективное применение пустующих зданий и природных ресурсов
Микроцентры в махаллях	Организовать центры промышленного, ремесленного и сельскохозяйственного профиля
Рабочие места и сельское хозяйство	Использовать земли и воду эффективно, увеличить производство сельхозпродукции
Плодородие орошаемых земель	Внедрить технологии сохранения влаги

*Окончание табл. 1*

Основные направления	Мероприятия
Инфраструктурные проекты	Совершенствовать инфраструктуру для роста производства и сферы услуг
Сервис и туризм	Строить объекты сервиса и развивать туризм вдоль магистралей

Администрация Наманганской области совместно с профильными министерствами и ведомствами обратилась в Кабинет Министров Республики Узбекистан с предложением организовать туристическую зону «Резаксой». Данная зона планируется разместить вблизи одноименного водохранилища, расположенного в махалле Резаксой Чустского района.

Кроме того, Министерство горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан вместе с администрацией Чустского района выступили с инициативой перед правительством страны. Предлагается провести ряд мероприятий по освоению природных богатств региона:

- развитие местного производства строительных материалов;
- изучение ранее неизученных месторождений полезных ископаемых и минералов;
- выявление перспективных месторождений руды и проведение детальных геологических изысканий.

Эти инициативы направлены на повышение экономической активности района и создание новых возможностей для трудоустройства населения.

По итогам визита руководства Наманганской области на территорию водохранилища Резаксой хокимом принято важное решение. Планируется строительство девяти зон отдыха общей площадью около трех гектаров вдоль берегов водохранилища. Данный масштабный проект предусматривает выделение бюджетных средств в размере 25 млрд сумов.

Ожидается, что эта инициатива обеспечит комфортный отдых примерно для 25 тыс. посетителей ежегодно, среди которых будут как местные жители, так и зарубежные туристы.

Одновременно с реализацией инфраструктурных проектов запланировано создание дополнительно около 500 рабочих мест.



Хоким Наманганской области также поручил соответствующим службам обеспечить выполнение следующих задач:

- организация бесперебойной подачи качественной питьевой воды населению и объектам инфраструктуры;
- обеспечение надлежащего уровня благоустройства и ремонта дорожного покрытия прилегающих территорий;
- создание современных коммуникационных линий согласно установленным стандартам.

Материалы и методы.

Гидрохимическое исследование выполнялось стандартизованными методами, предусмотренными нормативно-техническими актами: ГОСТ 24896-2013 «Рыба живая». ТИ 22105107-01:2017 «Технологическая инструкция по выращиванию товарной рыбы». О'зDSt 3318:2018 «Молодь рыбы живая. ТУ».

Гидробиологическое обследование базировалось на традиционных методиках с использованием определителей видового состава и методик Булгакова Г. П. [5]. Образцы зообентоса собирались специальным бентосным скребком. Камеральный этап обработки всех материалов проходил в лабораториях научно-исследовательского института рыбоводства Узбекистана.

Объем водохранилища на сегодняшний день составляет 300 млн м³, в 2025 г. уровень воды достиг отметки 180 млн м³.

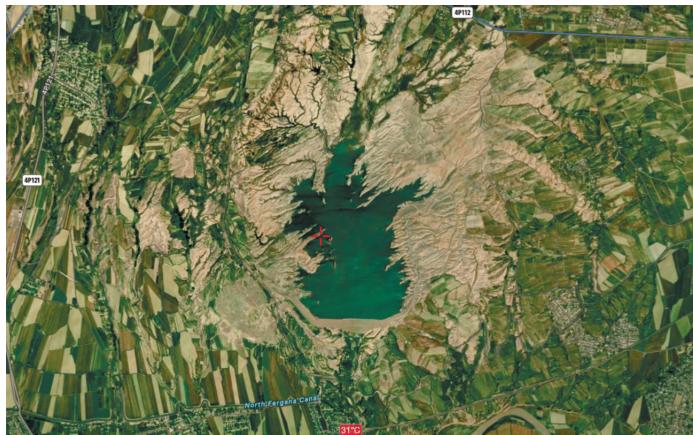


Рис. 1. Месторасположение водохранилища Резаксой*
(https://satellites.pro/Rezaksoy_map#google_vignette)

Fig. 1. Location of Rezaksay Reservoir
(https://satellites.pro/Rezaksoy_map#google_vignette)



Исследуемое нами в первой половине 2025 г. Резакскойское водохранилище расположено в горной местности, недалеко от центра города Чуст (рис. 1).

Результаты исследований.

Сравнение визуальной характеристики и оценка гидроэкологического состояния водоема

Характеристика водоема (весенний отбор проб):

Глубины пунктов отбора проб колеблются от 10 до 40 м.

В весенний период ввиду сниженных процессов фотосинтеза микроводорослями прозрачность воды достигала 5,5 м, что свидетельствует о низкой мутности и отсутствии значительного количества взвешенных частиц.

Цвет воды преимущественно в весенний период был серовато-голубой, температура колебалась от 12 до 13 °C.

В прибрежной зоне, где проходил отбор проб в весенний период, грунт представлен глиной, песком и детритом, отсутствуют макрофиты и водная растительность в прибрежной зоне.

В апреле условия характеризуются умеренной температурой и высокой прозрачностью воды. Отсутствие выраженного загрязнения делает экосистему водоемов подходящей для различных видов водных организмов, включая пресноводную фауну.

Характеристика водоема (летний отбор проб):

Пункты отбора проб расположены глубже, глубины достигают от 10 до 50 м.

Прозрачность составляет 4–4,5 м, немного сниженная по сравнению с апрелем, вероятно вследствие повышения температуры и увеличения активности биоты.

Цвет воды меняется на бирюзовый, что характерно для летнего периода.

Температура повышается до 26,6–27,3 °C, грунт остается прежним – затвердевшая глина с включениями песка.

Летом отмечается повышение температуры воды и снижение прозрачности, что связано с активизацией процессов фотосинтеза водорослей и увеличением биологической продуктивности водоема. Это создает подходящие условия для питания и размножения многих видов гидробионтов, включая карпов.



Таблица 2. Гидрохимический состав воды Резакской водохранилища (весна)

Table 2. Hydrochemical Composition of Water in Rezaksay Reservoir (Spring)

Определенные показатели	Технологическая норма для карпового рыбоводства	Берег 500м, 25м глубина	500 м от точки	500 м от приемки глубина 10 м	5 км от приемки 35–40 м глубина	Садок 20–15 м
Температура воды во время анализа	15–28 °С	12	12	13	13	13
pH	7–8	6,9	6,9	6,8	6,9	6,8
Кислород (O_2), мг/л	Не ниже 5–6 мг/л	14	14	13	13	14
Нитриты (NO_2), мг/л	Норма не более 0,2 мг/л Допустимый предел 0,3 мг/л	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Минерализация	Допустимые значения 0,3–1,0 г/л	0,73	0,72	0,71	0,72	0,71
Общая жесткость	Оптимальные значения 1,5–7,0 мг-экв/л	12,5	12,9	11,2	11,2	12,4
Кальций	Норма 40–60 мг/л Допустимые значения-180 мг/л	130,2	120,2	124,3	134,3	126,3
Магний	Не более 30 мг/л	72,9	83,9	60,8	54,7	74,2
Щелочность	1,5–3,0 мг-экв/л	3,4	3	3,2	3,4	3,6
Хлориды	Норма 25–30 мг/л Допустимые значения 200–300 мг/л	140	120	127	150	150
Аммоний азот	Норма для прудов при удобрении до 1,0 мг/л при pH 8,0 и менее	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Аммиак	Норма 0,01–0,07 мг/л Допустимые значения – 0,1 мг/л	0	0	0	0	0



Анализ гидрохимического состава воды Резакскойского водохранилища в весенний период (табл. 2)

Температура воды весной заметно ниже оптимальной зоны ($15\text{--}28^{\circ}\text{C}$). Для интенсивного роста карпа желателен диапазон $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$. Температурный фактор в данное время года замедляет метаболизм и процессы жизнедеятельности рыбы. Уровень pH воды в апреле находился на отметке $6,8\text{--}6,9$, что чуть ниже оптимального диапазона. Хотя отклонения небольшие, долгосрочное воздействие кислой среды (особенно при низких температурах) может негативно сказаться на росте и развитии карпа.

Концентрация кислорода ($13\text{--}14\text{ мг/л}$) высокая и существенно превышает минимальный норматив. Высокая аэрация обеспечит достаточные условия для активного метаболизма и жизнедеятельности карпа даже в условиях холодной весенней воды. Содержание нитритов в воде ($0,02\text{ мг/л}$) крайне низкое и не оказывает токсического эффекта на карпа.

Минеральный состав воды ($0,71\text{--}0,73\text{ г/л}$) стабилен и находится в допустимых пределах. Карпы способны успешно развиваться при таком уровне солей. Жесткость воды ($11,2\text{--}12,9\text{ мг-экв/л}$) слегка превышает оптимальный диапазон. Умеренно повышенная жесткость улучшает обмен веществ и устойчивость к заболеваниям, однако высокий уровень требует контроля.

Кальций ($120,2\text{--}134,3\text{ мг/л}$) содержится в концентрациях выше нормативных уровней, что повышает риски отложений кальциевых соединений на жабрах и коже рыбы. Важно контролировать данную характеристику для предотвращения болезней. Магния ($54,7\text{--}83,9\text{ мг/л}$) больше норматива, что потенциально снижает доступность других необходимых микроэлементов и влияет на усвоемость пищи рыбой. Щелочность $3,0\text{--}3,6\text{ мг-экв/л}$ частично выходит за рамки норматива, но значительных негативных последствий ожидать не приходится. Уровень хлоридов несущественен, поскольку допустимая граница гораздо шире (до 300 мг/л). Азот аммония находится в безопасной зоне и не угрожает жизни карпа. Аммиак полностью отсутствует, что абсолютно безопасно для всех стадий развития карпа.



Таблица 3. Гидрохимический состав воды Резаксойского водохранилища (лето)
Table 3. Hydrochemical Composition of Water in Rezaksay Reservoir (Summer)

Table 3. Hydrochemical Composition of Water in Rezaksay Reservoir (Summer)



Анализ гидрохимического состава воды Резакскойского водохранилища в летний период (табл. 3)

Температура воды на момент отбора проб была от 27,1 до 27,3°C, что вполне оптимально для выращивания карпа, условия благоприятствуют росту рыбы. Значение pH 7,7–7,8 – близко к нейтральному уровню (оптимальное значение – 7–8), что является оптимальным условием для роста и развития карпа. Уровень кислорода 10,1–10,5 мг/л значительно превышает минимальную норму (не ниже 5–6 мг/л), обеспечивая комфортные условия для дыхания рыбы и подавляя риск возникновения гипоксии. Концентрация нитритов находится в пределах нормы (<0,2 мг/л), исключая возможность токсичного воздействия на рыбу. Показатели общей минерализации 0,70–0,74 г/л находятся в допустимых границах (0,3–1,0 г/л), не оказывая негативного влияния на здоровье и рост карпа. Общая жесткость составляет 10,05–13 мг-экв/л – слегка превышает рекомендуемые пределы (1,5–7,0 мг-экв/л), однако этот показатель приемлем для нормального функционирования организма карпа и позволяет избегать проблем с осморегуляцией.

Кальциевое насыщение 102,2–120,24 мг/л умеренно повышено относительно нормальных значений (40–60 мг/л), что также допустимо и способствует укреплению костей и улучшению общего состояния рыбы.

Высокое содержание магния (60,2–87,5 мг/л) незначительно превышает рекомендованные лимиты (≤ 30 мг/л), однако эта концентрация достаточно стабильна и не представляет угрозы здоровью рыбы. Щелочность воды 2,4–3 мг-экв/л близка к оптимальным параметрам (1,5–3,0 мг-экв/л), поддерживая стабильность уровня кислотности среды обитания рыбы. Уровни хлоридов (118–179 мг/л) варьируются, но остаются в рамках рекомендуемых границ (норма – 25–30 мг/л, допускаются высокие концентрации до 200–300 мг/л). Низкое содержание аммоний азота 0,04 мг/л гарантирует отсутствие стрессовых условий для рыбы и поддерживает здоровую среду водоема. Очень низкое содержание аммиака 0,002 мг/л ($< 0,1$ мг/л) обеспечивает безопасность рыбы и предотвращает ее отравление.

I. Основные характеристики и проблемы водоема. Водохранилище относится к типу β-мезатрофных водоемов с умеренной степенью эвтрофикации. [1] Прозрачность воды колеблется от



5,5 м весной до 4,0–4,5 м летом. [4, 5] Макрофиты практически отсутствуют вследствие особенностей донных отложений (глина, песок). Биоценозы характеризуются низким уровнем развития зообентоса, сосредоточенного главным образом в прибрежной зоне. Использование водоема ограничено хозяйствственно-питьевыми и ирригационными целями, исключающими внесение питательных добавок.

II. Проблемы карпового рыбоводства. Недостаточность естественной кормовой базы и дефицит мелкой фауны негативно влияют на прирост массы и выживаемость молоди карпа. Возможны случаи кислородного голодаия в летний период, способствуя гибели рыб. Запрещено использование химикатов и удобрений ввиду питьевой функции водоема.

III. Эколого-экономический аспект. Основное назначение водоема – обеспечение населения водой и сельскохозяйственное орошение. Рыболовство играет второстепенную роль, обеспечивая ежегодный улов порядка 15–20 т, из которых преобладают искусственно интродуцированные виды (80 % улова). Экологически безопасные методы увеличения производительности являются приоритетом.

Таблица 4. Структура и динамика ежегодного улова в водохранилище Резаксой

Table 4. Structure and Dynamics of Annual Catch in Rezaksay Reservoir

Параметр	Значение
Ежегодное зарыбление представителями карповых	Карпы, белые амуры, толстолобики
Результат зарыбления	Повышается продуктивность водоема и объем товарной продукции
Доля аборигенных видов в общем улове (серебряный карась, востребрюшка, плотва)	Около 20 %
Общий годовой улов	15–20 т
Состав общего улова	Преимущественно специально зарыбленные виды (80 %)
Период активного лова	Сентябрь – Март
Эффективность мер зарыбления	Высокая

Оценка сложившейся ситуации:

Факт ежегодного пополнения данного водоема ценными объектами ловли показывает хороший результат текущих усилий по



поддержанию рыбопродуктивности водоема. Однако существуют некоторые моменты, заслуживающие внимания:

Несмотря на успехи в искусственном пополнении, естественная среда продолжает испытывать давление от недостатка пищи и конкуренции между различными видами рыб (промышленные и сорные).

Сохраняется риск ухудшения экологических условий (жесткость воды), влияющий на жизнеспособность ценных пород.

Серебряный карась и востробрюшка играют важную роль в экосистеме, поддерживая баланс пищевых цепей и очистку водоема, но требуют особого внимания для предотвращения негативного влияния на целевые виды рыб.

Рекомендации по зарыблению

Учитывая специфику данного водоема, рекомендуется произвести тщательный расчет количества особей при выборе промысловых видов рыб. Для достижения оптимальных результатов предлагается выбрать породы рыб, устойчивые к условиям водоема:

- карп обыкновенный: хорошо адаптируется к различным температурам и уровню солености воды, обладает высокой выносливостью и неприхотливостью в питании;
- толстолобик белый: фильтрует воду, потребляя большое количество органического материала, улучшает санитарное состояние водоема.

Необходимо установить лимиты на улов, направленные на поддержание оптимального баланса популяции рыб и предотвращение чрезмерного истощения запасов.

Учитывая специфику данного водоема и отсутствие естественной кормовой базы в водоеме для карпа, рекомендовано его содержание только в садковых системах при искусственном кормлении специализированными производственными кормами.

Преимущества содержания карпов в садках:

1. Повышение продуктивности:

- садковое выращивание позволяет регулировать плотность посадки, оптимизировать рацион и значительно ускорить темпы роста рыбы;
- благодаря контролю за условиями среды и полноценному питанию, удается получать больший выход мяса с единицы объема воды.



2. Экономичность процесса:

- современные специализированные корма обеспечивают максимальное усвоение питательных веществ, минимизируя отходы и повышая рентабельность бизнеса;
- автоматизированные системы кормления и ухода за садками упрощают процесс ухода за рыбой и сокращают затраты труда.

3. Устойчивость к заболеваниям:

- изоляция рыб в садках облегчает профилактику болезней и лечение инфекций, снижая общие риски заболеваний и падежа;
- применение профилактических препаратов и иммуностимуляторов позволяет укрепить здоровье особей и предотвратить вспышки инфекционных заболеваний;
- современные промышленные корма разработаны с учетом потребностей конкретных видов рыб и содержат необходимые витамины, микроэлементы и аминокислоты, обеспечивающие оптимальное развитие организма.

Учитывая наличие сорной рыбы (востребрюшка, плотва и серебряный карась), составляющей конкуренцию промысловым видам рыб также рекомендовано зарыбление судаком. Судак (*Sander lucioperca*) действительно представляет интерес для целей зарыбления, особенно в тех случаях, когда имеется избыток мелкой сорной рыбы, которую можно использовать в качестве кормовой базы. Его включение в схему зарыбления водохранилища Резакской имеет очевидные плюсы:

Положительные стороны включения судака:

1. Судак является активным охотником и отлично справляется с регулированием численности сорных видов рыб, таких как востребрюшка, плотва и мелкий карась.
2. Мясо судака пользуется спросом на рынках и ресторанном бизнесе, что потенциально увеличит доходы от рыбаки.
3. Присутствие судака добавляет новое звено в пищевую цепь, обогащая экологию водоема.
4. Коммерческое значение судака обусловлено высокими ценами на продукцию, что позитивно скажется на экономике предприятий.

Потенциальные риски и ограничения:

1. Судаку необходимы глубокие слои воды с хорошим доступом кислорода и температурой ниже +25 °C, что может ограничить его распространение в теплое время года.



2. Если численность мелкой рыбы недостаточна, судак может столкнуться с нехваткой еды, замедляя рост и снижение репродуктивной способности.

3. Качественный посадочный материал судака можно приобрести за рубежом, например в Казахстане. Зарыбление в данном случае обходится дороже, чем карп или амур, что повышает начальные инвестиции.

Чтобы включить судака в программу зарыбления, необходимо учесть следующие аспекты:

- важно рассчитать потенциальную емкость водоема, исходя из количества доступной сорной рыбы и глубины водоема;
- при недостаточной доступности натуральной пищи судака можно подкармливать специальными кормовыми гранулами.

Переход на систему садкового содержания карпа с использованием специализированного рациона позволит значительно повысить экономическую отдачу и уменьшить зависимость от природных колебаний условий среды. Этот подход соответствует принципам современной рациональной аквакультуры и способен принести значительные выгоды как предпринимателям, так и местным жителям.

Зарыбление судаком позволит значительно сократить количество сорной рыбы и высвободит имеющийся запас естественной кормовой базы для бентофагов, таких как карпы. Так, при условии соблюдения рекомендаций возможна эффективная эксплуатация водохранилища Резакской с сохранением устойчивости экосистемы и достижением высоких экономических результатов. Успешное разведение рыбы в данном водоеме требует тщательного планирования и комплексного подхода. Правильно подобранные виды рыб позволят эффективно использовать возможности водоема и минимизировать риски потери улова.

Заключение.

• по гидрохимическим параметрам вода в водохранилище Резакской соответствует необходимым условиям для разведения карпа. Основные показатели (растворенный кислород, температура, pH, содержание кальция, магния, хлоридов, нитратов и общей минерализации) находятся в пределах нормы и обеспечивают комфортные условия для жизнедеятельности рыбы;



- незначительные отклонения по некоторым элементам (например, повышенная жесткость), не превышают физиологический порог и не влияют негативно на здоровье и рост карпа;
- наличие достаточного количества питательных веществ обеспечивает оптимальные условия для полноценного питания и быстрого набора массы рыбой.

Таким образом, по гидрохимическому составу вода водохранилища Резаксой подходит для интенсивного разведения карпа и других ценных пород рыб.

Рекомендации для развития рыболовства в водохранилище Резаксой:

Для достижения максимальной продуктивности и устойчивого функционирования рыбного хозяйства рекомендуется принять следующие меры:

1. Оптимизация структуры зарыбления: увеличить долю высокоценных пород, таких как карп и белый амур, ограничив присутствие менее экономически выгодных видов, которые отрицательно сказываются на урожайности.

2. Регулирование вылова: установить строго контролируемые лимиты на добычу ценных пород, предотвращая чрезмерную эксплуатацию и обеспечивая стабильное восстановление популяции.

3. Организация постоянного мониторинга: регулярно проводить обследования биологической составляющей водоема и химического состава воды, отслеживая возможные негативные воздействия внешних факторов (изменение климата, загрязнение, нарушение режима водопотребления).

4. Использование современных технологий: внедрить передовые методы очистки воды и повышения естественной кормовой базы для повышения продуктивности искусственных хозяйств.

Обобщая полученные выводы, можно утверждать, что водохранилище Резаксой обладает значительным потенциалом для развития рыбного хозяйства при условии грамотного управления, внедрения эффективных методов защиты и восстановления водных ресурсов.

Благодарности.

Руководителю и научно-исследовательскому коллективу РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр



Национальной академии наук Беларуси по животноводству», находящегося в г. Минск Республики Беларусь – за плодотворное сотрудничество.

Список использованных источников

1. Pantle, R. Die biologische Überwaschung der geweisser und die Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96, H. 18. – S. 1–640.
2. Вудивисс, Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование / Ф. Вудивисс // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям : тр. совет.-англ. семинара, Валдай, СССР, 12–14 июля 1976 г. / Смеш. совет.-англ. ком. по сотрудничеству в обл. охраны окружающей среды, Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР ; редкол.: Г. Г. Винберг [и др.]. – Л., 1977. – С. 132–161.
3. Курбанов, А. Р. Методы анализа качества воды в рыбном хозяйстве : инструкция / А. Р. Курбанов, С. И. Ким. – Ташкент : [б. и.], 2020. – 44 с.
4. Мустафаева, З. А. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана : метод. пособие / З. А. Мустафаева, У. Т. Мирзаев, Б. Г. Камилов. – Ташкент : Навруз, 2017. – 112 с.
5. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии : рекомендации РУз 52.25.32-97 / под ред. В. Н. Тальских. – Ташкент : Главгидромет, 1997. – 67 с.

Reference

1. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwaschung der geweisser und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, 1955, vol. 96, no. 18. pp. 1–640 (in German).
2. Vudiviss F. Biotic index of the river Trent. Macroinvertebrates and biological examination. Trudy sovetsko-angliiskogo seminara «Nauchnye osnovy kontrolya kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam» [Proc. of the Soviet-English seminar «Scientific foundations of surface water quality control by hydrobiological indicators»]. Leningrad, 1977, pp.132–161 (in Russian).
3. Kurbanov A. R., Kim S. I. *Metody analiza kachestva vody v rybnom khozyaistve : instruktsiya* [Methods for analyzing water quality in fisheries : instructions]. Tashkent, 2020. 44 p.
4. Mustafaeva Z. A., Mirzaev U. T., Kamilov B. G. *Metody hidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'ektov Uzbekistana : metodicheskoe posobie*

- [Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in Uzbekistan : a methodological guide]. Tashkent, Navruz Publ., 2017. 112 p.
5. Tal'skikh V. N. (ed.) *Metody gidrobiologicheskogo monitoringa vodnykh ob'ektov regiona Tsentral'noi Azii : rekomendatsii RUz 52.25.32-97* [Methods of hydrobiological monitoring of water bodies in the Central Asian region : recommendations of the Republic of Uzbekistan 52.25.32-97]. Tashkent, Glavgidromet Publ., 1997. 67 p.

Сведения об авторах

Титова Наталья Олеговна – младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Рахимжанова Эльмаз Хакимжановна – лаборант, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: uzfishery@mail.ru

Зикриёев Алихон Ислом угли – младший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт рыбоводства (ул. Чирчикская, 1, 111808, Янгиюльский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан). E-mail: uzfishery@mail.ru

Information about authors

Natalia O. Titova – Junior researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

Elmaz Kh. Rakimzhanova – Lab assistant, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: uzfishery@mail.ru

Zikriyoev Allikhon Islom o'g'li – Junior researcher, Scientific Research Institute of Fishery (1, Chirchik Str., 111808, Yangiyul district, Tashkent region, Republic of Uzbekistan). E-mail: uzfishery@mail.ru

**СОДЕРЖАНИЕ****ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОВОДСТВА**

Агеец В. Ю., Кошак Ж. В., Чирко Е. М., Рыбкина Е. Е., Янович П. В. Использование травяной муки в комбикормах для радужной форели и осетра.....	8
Кошак Ж. В., Рыбкина Е. Е. Изучение и оценка влияния энергопротеинового числа комбикормов на эффективность выращивания радужной форели	20
Исаенок М. Н., Сенникова В. Д., Пантелеев С. Н., Ракач С. И., Агеенко М.И., Голушкива И. К. Определение оптимальных условий выращивания старшего ремонта язя (<i>Leuciscus idus</i>), в прудовых хозяйствах Беларуси.....	36
Курбанов А. Р. Формирование маточного стада сибирских осетров, выращиваемых в Узбекистане	51

АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ

Агеец В. Ю., Апсолихова О. Д., Попиначенко Т. И., Панаюк М. И., Тиханский М. А., Свечникова А. К., Катович Е. В. Оценка накопления техногенных радионуклидов стронция-90 и цезия-137 рыбами реки Вилия.....	71
Костоусов В. Г., Апсолихова О. Д., Лишко В. И., Ласица В. А., Углынец А.А., Латушкин С.А. Рыбные ресурсы малых озер национального парка «Нарочанский» и их использование в целях платного любительского рыболовства	85
Апсолихова О. Д., Углынец А. А., Латушкин С. А., Лишко В. И., Панаюк М. И., Попиначенко Т. И. Сравнительная оценка гормональных стимуляторов искусственного нереста самок судака	105

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОБИОНТОВ И КОНТРОЛЬ НАД ПАТОГЕНАМИ

Полоз С. В., Дегтярик С. М., Максимюк Е. В., Голушкива И. К., Беспалый А. В., Гребнева Е. И., Слободницкая Г. В., Говор Т. А. Изучение возможности применения белковых субстанций, полученных из крови и органов крупного рогатого скота, для повышения устойчивости и адаптивности организма <i>Cyprinus Carpio</i>	125
--	-----



Титова Н. О. Оценка влияния экологических факторов на процессы жизнедеятельности карповых рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах Узбекистана.....	136
Титова Н. О., Рахимжанова Э. Х., Зикриёев А. И. Современное гидроэкологическое состояние водохранилища Резакой и его рыбохозяйственное значение.....	156

**CONTENTS****TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FISH FARMING**

Aheyets U. Yu., Koshak Z. V., Chirko E. M., Rybkina E. E., Yanovich P. V.	
Use of grass meal in compound feed for rainbow trout and sturgeon.....	8
Koshak Z. V., Rybkina E. E. Study and evaluation of the influence of the energy-protein number of compound feed on the efficiency of rainbow trout growing.....	20
Isaenko M. N., Sennikova V. D., Panteley S. N., Rakach S. I., Ageenko M. I., Haluskova I. K. Establishing optimal parameters for rearing mature ide (<i>leuciscus idus</i>) breeding stocks in Belarusian pond facilities.....	37
Kurbanov A. R. Formation of broodstock of siberian sturgeon cultured in Uzbekistan	52

ASPECTS OF THE ECOLOGY OF INLAND RESERVOIRS

Aheyets U. Yu., Apsolikhova O. D., Popinachenko T. I., Panasyuk M. I., Tikhansky M. A., Svechnikova A. K., Katovich E. V. Assessment of accumulation of technogenic radionuclides strontium-90 and caesium-137 by fish of the vilia river.....	72
Kostousov V. G., Apsolikhova O. D., Lishko V. I., Lasitsa V. A., Uglyanets A. A., Latushkin S. A. Fish resources of small lakes of the national park «Narochansky» and their use for paid recreational fishing.....	86
Apsolikhova O. D., Uglyanets A. A., Latushkin S. A., Lishko V. I., Panasyuk M. I., Popinachenko T. I. Comparative evaluation of hormonal stimulants for artificial spawning of female pike-perch.....	106

THE RESISTANCE OF HIDROBIONTES AND CONTROL OF PATOGENS

Polaz S. V., Dziahtsiaryk S. M., Maksimyuk Y. U., Haluskova I. K., Biaspaly A. V., Hrebneva A. I., Slabodnitskaya H. U., Hovar T. A. Study of the possibility of using protein substances from livestock blood and organs to increase the resistance and adaptation of the organism <i>cyprinus carpio</i>	125
Titova N. O. Evaluation of the impact of environmental factors on the vital processes of carp fish raised in pond farms of Uzbekistan.....	137
Titova N. O., Rakhimzhanova E. Kh., Zikriyoev A. I. Modern hydroecological state of the rezaksay reservoir and its fishery significance	157

Научное издание

ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ

*Сборник научных трудов
(включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований)*

Основан в 1957 году

*Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов*

Выпуск 41

Компьютерная верстка *В. Ю. Марамыгиной*
Корректор *М. Н. Козлова*

Подписано в печать 12.12.2025. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 10,23.
Уч.-изд. л. 6,48. Тираж 30 экз. Заказ 844.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

ДЛЯ ЗАМЕТОК