

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ» (КОНФЕРЕНЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА 2023»)

с применением дистанционных технологий

с. Дивноморское,
4 – 10 сентября 2023 г.

Донской государственный технический университет
г. Ростов-на-Дону
2023

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

III INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

"DEVELOPMENT AND MODERN PROBLEMS OF AQUACULTURE" ("AQUACULTURE 2023" CONFERENCE)

using remote technologies

Divnomorskoye,
September 4 – 10, 2023

Ростов-на-Дону | Rostov-on-Don
2023

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Б.Ч. Месхи – ректор Донского государственного технического университета, член-корреспондент Российской академии образования, д-р техн. наук, профессор

Г.Г. Матишов – заместитель президента Российской академии наук, член президиума Российской академии наук, академик Российской академии наук

С.В. Бердников – директор Южного научного центра Российской академии наук, д-р геогр. наук

Мин Тзе Лионг – профессор школы промышленных технологий по технологии биопроцессов, Университет Малайзии, Малайзия, PhD

А.В. Невредин – руководитель Евразийского аквакультурного альянса, руководитель комиссии по аквакультуре, академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (ООН)

Е.Н. Пономарёва – главный научный сотрудник Южного научного центра Российской академии наук, д-р биол. наук, профессор

Д.В. Рудой – руководитель специализированной организации территориального кластера «Долина Дона» Ростовской области, декан факультета «Агропромышленный» ДГТУ, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Центр агробιοтехнологии» ДГТУ, канд. техн. наук, доцент

А.В. Ольшевская – заместитель декана факультета «Агропромышленный» ДГТУ, заместитель руководителя Центра развития территориального кластера «Долина Дона» ДГТУ, доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса» ДГТУ, канд. техн. наук

М.Ю. Одабашян – старший научный сотрудник «Центра агробιοинженерии эфиромасличных и лекарственных растений», старший преподаватель кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса» ДГТУ, канд. биол. наук (отв. ред.)

P17 **Развитие и современные проблемы аквакультуры (Конференция «Аквакультура 2023»):** сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции (с. Дивноморское, 4 – 10 сентября 2023 г.) / ред. кол. Б.Ч. Месхи [и др.]; ДГТУ – Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2023. – 145 с.

ISBN 978-5-6050870-1-4

Сборник опубликован по результатам III Международной научно-практической конференции «Развитие и современные проблемы аквакультуры», проводимой факультетом «Агропромышленный» Донского государственного технического университета, и предназначен для специалистов в области аквакультуры, охраны водных ресурсов, селекции и генетики, а также обучающихся соответствующих специальностей, и для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками в этой области.

В сборнике содержатся материалы, отражающие многогранный подход к изучаемой тематике. Рассмотрены такие темы, как биоремедиация и фитоценозы, выращивание радужной форели и осетроводство, лекарства и корма для рыб, применение криотехнологий и т.д. Широкий круг вопросов свидетельствует о том, что аквакультура была и остаётся в центре внимания научного сообщества и что данная отрасль имеет первостепенное значение не только для хозяйства Юга России и всей страны в целом, а также для мирового научного и производственного сообществ, в рамках конференции объединяющих свои усилия для создания проектов, необходимых для активного развития отрасли, бизнеса и науки.

ISBN 978-5-6050870-1-4

© ДГТУ-Принт, 2023

ТЕМП ЛИНЕЙНО–ВЕСОВОГО РОСТА МОЛОДИ МУКСУНА И ЧИРА, ВЫРАЩЕННЫХ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ, ОБОГАЩЕННЫХ МИКРОБНЫМ БЕЛКОМ И ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ

¹Зенкович П.А., ¹Зенкович Р.В., ¹Литвиненко А.И.

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по подращиванию молоди муксуна и чира при использовании искусственных кормов, обогащенных сухой биомассой метанотрофных бактерий при концентрации 10 % и жирными кислотами (льняное масло, препарат–премикс «Арфит». Применение экспериментальных обогащенных кормов позволило ускорить темп роста муксуна (весового – на 63,7 %, линейного – на 15,3 %) и чира (весового – на 17,7 %, линейного – на 4,1 %). Приведены данные по динамике коэффициентов массонакопления и коэффициентов упитанности.

Ключевые слова. Муксун, чир, микробный белок, искусственные корма, обогащенные корма, коэффициент массонакопления, коэффициент упитанности.

LINEAR-WEIGHT GROWTH RATE OF MUXSUN AND CHIR GROWN ON ARTIFICIAL FEED ENRICHED WITH MICROBIAL PROTEIN AND FATTY ACIDS

¹Zenkovich P.A., ¹Zenkovich R.V., ¹Litvinenko A.I.

¹Northern Trans-Ural State Agrarian University, Tyumen, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of a study growing moksun and chir using artificial feed enriched with dry biomass of methanotrophic bacteria at a concentration of 10% and fatty acids (linseed oil, Arfit premix preparation). The use of experimental enriched feeds made it possible to accelerate the growth rate of moksun (weight – by 63,7 %, linear – by 15,3 %) and whitefish (weight – by 17,7%, linear – by 4,1%). The data are given according to the dynamics of mass accumulation coefficients and fatness coefficients.

Keywords. Moksun, whitefish, microbial protein, artificial feed, enriched feed, mass accumulation coefficient, fatness coefficient.

Актуальность темы. Одним из перспективных направлений рыбоводства в России является выращивание рыбы в контролируемых условиях – установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Объем товарного рыбоводства в России с 2011 по 2021 гг. увеличился в 2,6 раз [3, 13], что говорит об устойчивой тенденции развития индустриального метода выращивания.

Главное преимущество выращивания рыбы в УЗВ – это высокая продуктивность (до 1500 т/га). Такой результат возможен благодаря высоким плотностям посадки, использованию оптимального температурного режима, рациональному кормлению, а также применению высокоэффективных искусственных кормов [1]. Однако на отечественном рынке наблюдается дефицит экструдированных кормов высокого качества.

Выращивание сиговых рыб в индустриальных условиях базируется на импортных искусственных кормах, предназначенных для кормления лососевых рыб [7]. Поэтому становятся актуальными исследования, направленные на разработку новых рецептур искусственных кормов для сиговых рыб с целью выращивания качественного рыбопосадочного материала.

Примером такого направления исследований выступает обогащение искусственных кормов микробным белком (гаприном), выращенным на углеводородах природного газа. Это сухая инактивированная микробная масса метанотрофных бактерий *Methylococcus capsulatus*. Гаприн обладает высоким содержанием белка (70–75 %) и незаменимых аминокислот. Однако в гаприне отсутствуют ВНЖК семейства линоленовых (омега–3) и линолевых (омега–6) [6]. Поэтому для улучшения жирнокислотного состава обогащенных кормов стоит включать комплекс ВНЖК.

Эксперименты по включению гаприна в рацион сеголеток пеляди (*Coregonus peled*) и волховского сига (*Coregonus lavaretus baeri*) показали возможность применения гаприна для сиговых рыб в концентрации 10–15 % [8]. Эффективность применения гаприна как белкового компонента в

составе кормов для рыб была доказана также для карповых, окуневых, лососевых и осетровых рыб [4, 5, 6, 10].

Цель исследований – изучить влияние инновационных стартовых искусственных кормов на изменчивость размерно-весовых характеристик муксуна и чира.

Материалы и методы.

Объектами исследования послужили муксун (*Coregonus muksun*) и чир (*Coregonus nasus*), выращиваемые в рамках выполнения работ по искусственному воспроизводству сиговых рыб.

Экспериментальные работы проводили в ООО «НПО «Собский рыбоводный завод» (пгт. Харп Приуральского района, ЯНАО), расположенном на нерестовой реке сиговых рыб 1-й категории (р. Собь). В качестве источника водоснабжения использовали речную воду с применением рециркуляционной системы.

Для исследовательских работ применяли стартовые искусственные корма фирмы *Coppens*, фракции № 0,2–0,3; 0,3–0,5. Период выдерживания личинок муксуна и чира длился 8–10 суток, после чего личинок кормили науплиусами артемии. Далее контрольные группы муксуна и чира переводили на искусственный корм без питательных добавок. Опытные группы кормили стартовым искусственным кормом, обогащенным гаприном при концентрации 10 % и комплексом ВНЖК (льняное масло, препарат-премикс «Арфит»).

Подращивание молоди муксуна проводили в 6 квадратных бассейнах (рабочий объем бассейна – 9,6 м³), подращивание чира проводили в 6 прямоугольных лотках (рабочий объем лотка – 0,7 м³). Температура воды в начале эксперимента составляла 12 °С, однако далее температуру воды постепенно повышали до оптимальных для роста сиговых рыб значений – 16 °С. Содержание растворенного в воде кислорода для опытных и контрольных групп муксуна составляло 7,6–9,5 мг/л, для опытных и контрольных групп чира – 7,5–9,8 мг/л. Каждый вариант опыта и контроль включали в себя по три повторности.

В процессе анализа результатов исследования применяли следующие методы статистической обработки: сравнение средних арифметических значений по массе и длине; расчет абсолютных и относительных среднесуточных приростов, удельной скорости весового роста (по формуле Шмальгаузена и Броди) [12], коэффициентов вариальности массы тела (*С_в*), коэффициентов массонакопления [11]; определение достоверности различий по t-критерию Стьюдента [9].

Результаты исследований

Данные по темпам линейно-весового роста молоди муксуна и чира приведены в таблице 1.

Начальная средняя масса муксуна в опытных группах была 21,7±5,4 мг, в контрольных – 19,6±5,3 мг. Начальная средняя масса чира в опыте составляла 369,3±134,1 мг, в контроле – 373,7±136,9 мг.

Результаты выращивания молоди муксуна, потреблявшей искусственные корма, обогащенные сухой биомассой метанотрофных бактерий при концентрации 10 % и ВНЖК, до средней массы 84,8±30,9 мг показали ускорение линейного (на 15,3 % выше контроля) и весового роста (на 63,7 % выше контроля).

Анализ результатов исследования позволил установить увеличение массы чира, питавшегося искусственными кормами, обогащенными метанотрофными бактериями при концентрации 10 % (1503,6±470,8 мг) на 17,7 % по сравнению с контрольной группой (1277,0±500,1 мг). Также отмечено увеличение линейного роста опытных особей (на 4,1 % больше, чем в контроле).

Абсолютный среднесуточный прирост муксуна при добавлении в искусственные корма гаприна при концентрации 10 % и ВНЖК составил 2,63 мг, в контроле – 1,34 мг. Относительный среднесуточный прирост молоди муксуна в опыте, где искусственные корма обогащали сухой биомассой метанотрофных бактерий при концентрации 10 % и ВНЖК, составил 4,9 %, в контроле – 3,8 %.

Абсолютный среднесуточный прирост молоди чира, питавшейся искусственными кормами, обогащенными сухой биомассой метанотрофных бактерий при концентрации 10 % и ВНЖК, составил 66,7 мг, в контроле – 53,1 мг. Относительный среднесуточный прирост в опытных группах был выше, чем в контрольных (7,1 и 6,4 % соответственно).

Удельная скорость весового роста молоди муксуна была наиболее высокой в опытных группах и составила 0,31, в контроле – 0,29. Удельная скорость весового роста опытных групп чира составила 0,78, контрольных – 0,77.

Исходя из полученных результатов, следует отметить, что наибольшие различия в темпах линейно-весового роста между опытными и контрольными группами наблюдались для молоди муксуна. Вероятно, это обусловлено тем, что при выращивании муксуна была использована молодь более низкой

массы по сравнению с чиром. Аналогичные закономерности были отмечены нами в опытах при выращивании молоди сибирского осетра [2].

Таблица 1 – Динамика показателей длины и массы тела муксуна и чира

Показатель	Муксун		Чир	
	Опыт (ИК + 10 % гаприна + ВНЖК)	Контроль (необогащенные ИК)	Опыт (ИК + 10 % гаприна + ВНЖК)	Контроль (необогащенные ИК)
Начальная масса, мг	21,7±5,4	19,6±5,3	369,3±134,1	373,7±136,9
Конечная масса, мг*	84,8±30,9	51,8±18,8	1503,6±470,8	1277,0±500,1
Начальная длина, мм	13,9±0,8	13,4±0,9	29,0±3,7	29,7±3,6
Конечная длина, мм*	21,9±2,3	19,0±1,7	48,5±6,0	46,6±6,9
Абсолютный среднесуточный прирост, мг	2,63	1,34	66,7	53,1
Относительный среднесуточный прирост, %	4,9	3,8	7,1	6,4
Удельная скорость весового роста	0,31	0,29	0,78	0,77
Коэффициент вариальности массы тела (<i>CV</i>), min-max	24,8–36,5	27,0–36,3	31,3–55,6	30,6–39,2
Коэффициент массонакопления (<i>Км</i>), min-max	0,007–0,02	0,004–0,013	0,029–0,076	0,021–0,064
Коэффициент упитанности, min-max	0,81–0,99	0,76–0,96	1,06–1,51	1,01–1,43
Продолжительность кормления, сутки	24	24	17	17

Примечание: * в таблице указаны величины статистически достоверных различий при $p < 0,001$

Динамика коэффициентов массонакопления в зависимости от массы муксуна и чира представлена на рисунках 1–2.



Рисунок 1 – Динамика значений коэффициентов массонакопления (*Км*) муксуна, выращенного в условиях ООО «НПО «Собский рыбоводный завод»

Коэффициенты массонакопления в первые дни исследований были минимальными: для опытных групп муксуна – 0,007, для контрольных – 0,004. К концу экспериментальных работ коэффициент массонакопления в опытных группах увеличился до 0,02, в контрольных – до 0,013.

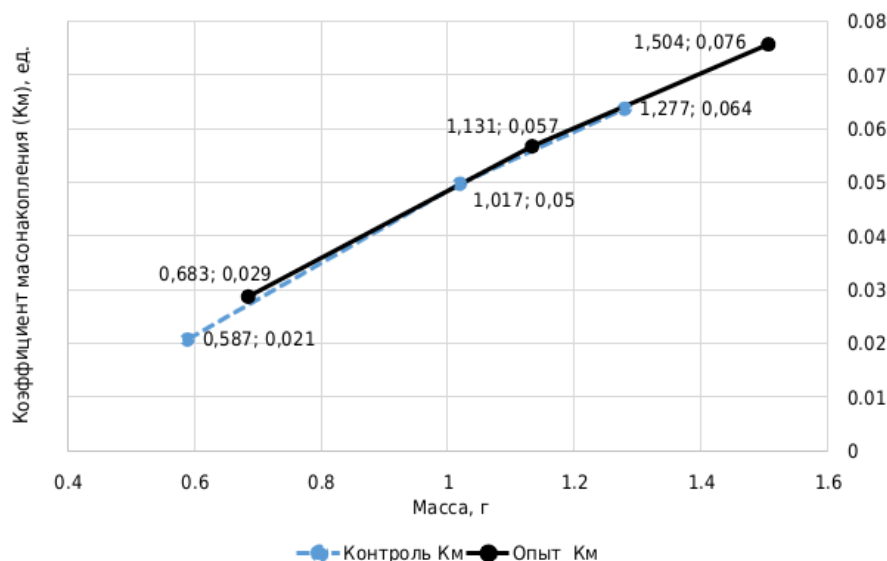


Рисунок 2 – Динамика значений коэффициентов массонакопления (K_m) чира, выращенного в условиях ООО «НПО «Собский рыбоводный завод»

Коэффициенты массонакопления молоди чира в первые дни исследований были минимальными: для опытных особей чира – 0,029, для контрольных – 0,021. К концу исследования коэффициент массонакопления опытных особей увеличился до 0,076, для контрольных – до 0,064.

Динамика коэффициентов упитанности массы муксуна и чира представлена на рисунках 3–4.

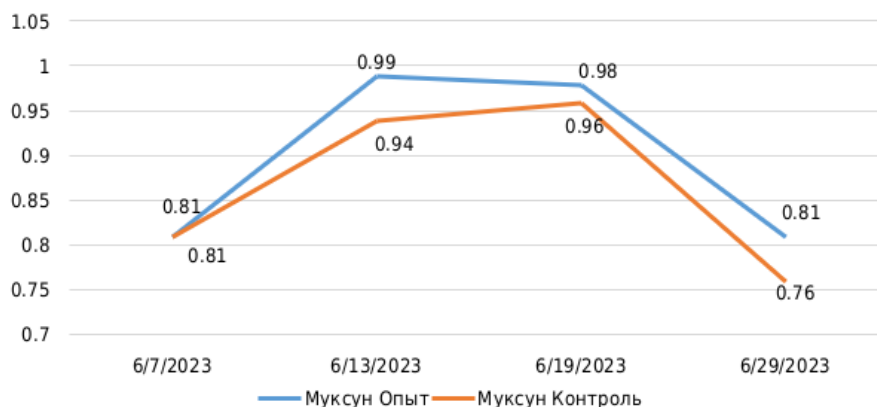


Рисунок 3 – Динамика значений коэффициентов упитанности муксуна, выращенного в условиях ООО «НПО «Собский рыбоводный завод»

В первые дни исследований коэффициенты упитанности опытных и контрольных групп муксуна были одинаковыми и составили 0,81. Максимальное значение коэффициента упитанности в опытных группах (0,99) было отмечено на 7-е сутки эксперимента, в контрольных (0,96) – на 13-е сутки. К концу экспериментальных работ коэффициент упитанности в опытных группах составил 0,81, в контрольных – 0,76. Следовательно, коэффициент упитанности в конце исследования в опытных бассейнах был на 6,6 % больше, чем в контрольных.

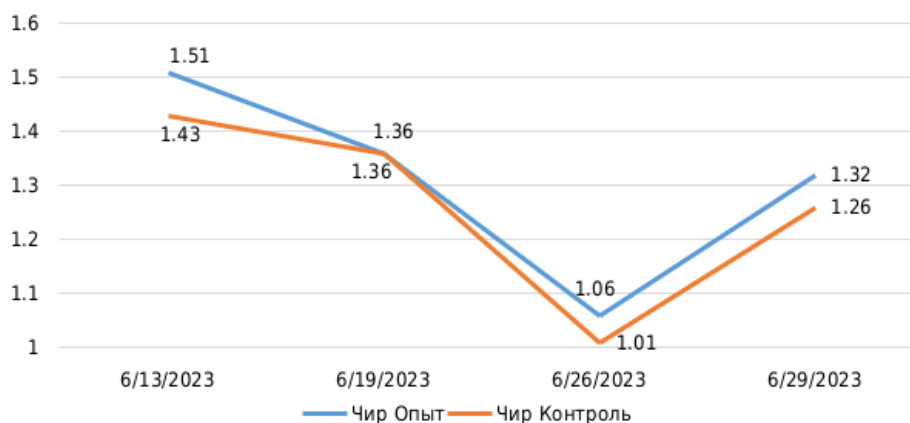


Рисунок 4 – Динамика значений коэффициентов упитанности чира, выращенного в условиях ООО «НПО «Собский рыбоводный завод»

Максимальное значение коэффициентов упитанности было отмечено в 1-й день эксперимента: в опытных группах – 1,51; в контрольных – 1,43. К концу исследования коэффициент упитанности в опытных группах составил 1,32, в контрольных – 1,26. Таким образом, коэффициент упитанности к концу экспериментальных работ в опытных бассейнах был на 4,8 % больше, чем в контрольных.

Выводы

1. Применение искусственных кормов, обогащенных микробным белком (гаприном) при концентрации 10 % и ВНЖК (льняное масло, препарат-премикс «Арфит»), для молоди муксуна и чира существенно ускоряет темп линейного и весового роста. Также при кормлении молоди муксуна и чира обогащенными кормами было отмечено повышение абсолютных и относительных среднесуточных приростов, удельной скорости весового роста, коэффициента массонакопления и коэффициента упитанности по сравнению с контрольными группами.

2. Наилучшие результаты по темпам линейно-весового роста были отмечены для молоди муксуна, начавшей потреблять обогащенные корма при средней массе около 20 мг. Следовательно, наиболее целесообразным является включение искусственных кормов, обогащенных гаприном при концентрации 10 % и ВНЖК, через несколько дней после перехода на экзогенное питание, постепенно переводя особей с кормления науплиусами артемии на обогащенные стартовые искусственные корма.

Список использованных источников

1. Волошин Г.А. Состояние и перспективы развития рынка комбикормов для индустриальной аквакультуры в Российской Федерации / Г.А. Волошин, Е.Б. Акимов, Р.В. Артемов, В.В. Гершунская // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 190. – С. 163-169.

2. Зенкович П.А. Анализ рентабельности выращивания молоди сибирского осетра на искусственных кормах, обогащенных микробным белком (гаприном) и ВНЖК / П.А. Зенкович, М.А. Корентович, А.И. Литвиненко // Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса». – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 45-51.

3. Колончин К.В. Возможные направления решения проблемы обеспечения новых требований потребления рыбной продукции / К.В. Колончин, С.Н. Серегин, М.А. Горбунова // Труды ВНИРО. – 2022. – Т. 187. – С. 170-179.

4. Литвиненко А.И. Влияние инновационных стартовых кормов на темп роста и выживаемость молоди сибирского осетра в установках замкнутого водоснабжения / А.И. Литвиненко, М.А. Корентович, П.А. Зенкович, А.А. Гинзбург // Сборник трудов национальной научно-практической конференции «Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России». – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 58-64.

5. Лютиков А.А. Культивирование ранней молоди судака (*Sander lucioperca*) и окуня (*Perca fluviatilis*) на искусственных диетах / А.А. Лютиков, А.Е. Королев, И.Н. Остроумова // Известия КГТУ. – 2020. – № 56. – С. 34-47.

6. Остроумова И.Н. Эффективность использования гаприна в рационах карпа разного возраста / И.Н. Остроумова, Д.С. Аршавский, В.К. Калкун // Сборник научных трудов ГосНИОРХ: Белковые продукты микробиосинтеза в кормлении рыб и другие вопросы интенсивного рыбоводства. – Л.: ГосНИОРХ, 1991. – Т. 306. – С. 27–46.
7. Остроумова И.Н. Разработка физиологически полноценных кормов для молоди сиговых рыб (Coregonidae) и сравнительная оценка их с импортными кормами / И.Н. Остроумова, В.В. Костюничев, А.А. Лютиков [и др.] // Вопросы рыбоводства. – 2016. – Т. 17, № 3. – С. 335–350.
8. Остроумова И.Н. Влияние замены рыбной муки на высокобелковые соевые продукты и гаприн в кормах для сеголеток сиговых рыб / И.Н. Остроумова, В.В. Костюничев, А.А. Лютиков [и др.] // Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной научной конференции. – Новосибирск: НГАУ, 2019. – Т. 1. – С. 322–325.
9. Пухаренко Ю.В. Статистическая обработка результатов измерений. Учебное пособие для вузов / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – СПб.: Лань, 2021. – 236 с.
10. Тимошина Л.А. Использование гаприна в кормах для радужной форели / Л.А. Тимошина // Сборник научных трудов ГосНИОРХ: Белковые продукты микробиосинтеза в кормлении рыб и другие вопросы интенсивного рыбоводства. – Л.: ГосНИОРХ, 1991. – Т. 306. – С. 47–54.
11. Хрусталева Е.И. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: учебное пособие / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Лань, 2017. – 416 с.
12. Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста / И.И. Шмальгаузен. – М.: ЁЁ Медиа, 2012. – 53 с.
13. Akimov E.V. The production of compound feeds for the cultivation of valuable fish species is the main task of aquaculture in Russia / E.V. Akimov // Bull. of the Academy of Knowledge. – 2021. – № 47(6). – P. 20–24.

Исследование выполнено в рамках выполнения договора № 3-3.3/2023 на проведение НИР «Оценка состояния ремонтно-маточного стада муксуна и чира на территории Ямало-Ненецкого автономного округа».