

УДК 639.371.7; 639.3.043.2

Т.В. КОЗЛОВА, доктор с.-х. наук, доцент
профессор кафедры биотехнологии¹

Н.П. ДМИТРОВИЧ, канд. с.-х. наук, доцент
доцент кафедры биотехнологии¹

¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 10.04.2026 г.

МОРФОМЕТРИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ МОЛОДИ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДОРΟΣЛЕЙ ХЛОРЕЛЛЫ И СЦЕНЕДЕСМУСА В КОМБИКОРМАХ

Контроль морфометрических показателей внутренних органов позволяет оценить физиологическое состояние рыб при применении новых кормов. Известно, что внутренние органы имеют различную интенсивность роста по сравнению друг с другом и в сравнении с ростом тела рыбы в целом в различные периоды ее жизни.

Материалы и методы. Объектами исследований являлась молодь ленского осетра. Для кормления рыб использовался комбикорм с введением суспензии хлореллы и суспензии сценедесмуса, а в качестве контроля – комбикорм фирмы «Coppens».

Результаты и их обсуждение. За время проведения опыта абсолютная масса сердца, печени и кишечника увеличилась у рыб всех опытных групп. Индекс сердца при применении опытных комбикормов увеличился. У рыб всех групп индекс печени изменился в сторону уменьшения, а показатель индекса кишечника увеличился.

Заключение. Результаты однофакторного дисперсионного анализа позволили выявить отсутствие достоверного влияния комбикорма на морфометрические показатели внутренних органов. В связи с этим комбикорма с добавлением суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса могут быть использованы при выращивании молоди ленского осетра.

Ключевые слова: аквакультура, ленский осетр, морфометрия, внутренние органы, хлорелла, сценедесмус, комбикорм.

KOZLOVA T.V., Doctor of Agric. Sc., Associate Professor,
Professor of the Department of Biotechnology¹

DMITROVICH N.P., PhD in Agric. Sc., Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Biotechnology¹,

¹Polessky State University, Pinsk, Republic of Belarus

MORPHOMETRY OF INTERNAL ORGANS IN JUVENILE LENA STURGEON USING CHLORELLA AND SCENADESMUS IN COMPOUND FEED

Monitoring the morphometric parameters of internal organs allows us to assess the physiological state of fish fed new feeds. Internal organs are known to have varying growth rates compared to each other and to overall body growth during different periods of the fish's life.

Materials and Methods. Juvenile Lena sturgeon served as the subjects of the study. The fish were fed compound feed supplemented with Chlorella and Scenedesmus suspensions, while Coppens compound feed served as a control.

Results and Discussion. During the experiment, the absolute weight of the heart, liver, and intestines increased in fish from all experimental groups. The heart index increased with the use of the experimental compound feeds. In fish of all groups, the liver index decreased, while the intestinal index increased.

Conclusion. The results of a one-way analysis of variance revealed no significant effect of feed on the morphometric parameters of internal organs. Therefore, feed supplemented with *Chlorella* and *Scenedesmus* algae suspensions can be used in the rearing of juvenile *Lena* sturgeon.

Keywords: aquaculture, *Lena* sturgeon, morphometry, internal organs, *Chlorella*, *Scenedesmus*, compound feed.

Введение. Массовое производство высококачественной товарной рыбы – это главная задача аквакультуры. Рыба более эффективно использует энергию пищи в сравнении с другими сельскохозяйственными животными и среди биоресурсов является достаточно быстро воспроизводимым продуктом [1], что, несомненно, свидетельствует о важности отрасли рыбного хозяйства в обеспечении продовольственной безопасности. Следует отметить, что в связи с постепенным сокращением объемов выловленной рыбы и ростом цен на импортируемую рыбную продукцию именно пресноводная аквакультура становится стабильным источником товарной продукции [2, 3].

Выращивание рыбы, особенно с использованием комбикормов в составе рациона питания, требует постоянного контроля, как параметров ее роста, так и физиологического состояния. Как известно, физиологическое состояние может быть оценено по нескольким критериям, в том числе по морфометрии внутренних органов. Несмотря на то, что физиологическое состояние рыб может зависеть не только от внешних факторов, но и от индивидуальных различий внутри генетически однородной группы рыб [4], его ухудшение приводит к снижению пищевой активности, а, следовательно, и темпа роста. Причинами изменения физиологического состояния рыб могут быть несоблюдение условий выращивания, применение некачественных и несбалансированных кормов [5], заболевания, а также биотехнические приемы, используемые в рыбном хозяйстве: сортировка, пересадка, отлов, мечение [6].

Морфометрические показатели позволяют контролировать не только физиологическое состояние рыб при изменяющихся условиях выращивания и применении новых кормов, но и оценивать степень приспособляемости рыб к новым условиям обитания и действию

токсических веществ [7]. В связи с этим актуально применение метода морфофизиологических индикаторов внутренних органов.

Как известно, интенсивность роста рыбы различается в зависимости от возраста: на более ранних этапах развития рыба растет заметно быстрее, а при приближении к моменту полового созревания скорость роста замедляется.

Размеры клеток печени изменяются в зависимости от интенсивности углеводного обмена, который определяется, в том числе, интенсивностью питания и качеством пищи. Обильное и полноценное питание обеспечивает красно-коричневый глянцевый цвет печени, а голодание приводит к уменьшению массы данного органа и приобретению мутной желто-зеленой окраски [8]. Индекс печени может быть использован в качестве индикатора степени соответствия между потребностью в пище и обеспеченностью ею. Отмечено, что индекс печени претерпевает изменения вне зависимости от массы тела рыбы.

С возрастом у рыб снижается относительный вес сердца. Такие изменения индекса сердца объясняются особенностью питания, скоростью роста, а также созреванием половых продуктов при наступлении репродуктивного периода, а, следовательно, большими энергетическими затратами и высокой подвижностью [9]. Известно также, что с возрастом увеличивается и относительная длина кишечника, что, в свою очередь, способствует увеличению поверхности всасывания наравне с появлением складок [8].

Учитывая важность контроля физиологического состояния молоди рыб, целью настоящего исследования являлась оценка влияния введения в состав комбикормов суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса на развитие внутренних органов молоди ленского осетра при ее выращивании в установке замкнутого водообеспечения.

Материалы и методы. В качестве объекта исследований использовался ленский осетр (*Acipenser baeri* Brandt), а также суспензии водорослей хлорелла (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck), штамм IBCE C-19) и сценедесмус (*Scenedesmus acutus* (Meyen), штамм IBCE S-10) из коллекции водорослей Института биофизики и клеточной инженерии НАНБ.

Для кормления рыб применялся комбикорм КО-115-2 с введением суспензии хлореллы (вариант 1) и суспензии сценедесмуса (вариант 2). Рыбы контрольной группы получали комбикорм фирмы «Сорренс». Молодь ленского осетра выращивалась в установке замкнутого водообеспечения при соблюдении оптимальных условий, описанных в более ранних работах [10, 11]. Гидрохимический режим в целом соответствовал рыбоводным требованиям для выращивания ленского осетра [10, 11, 12]. Морфометрические показатели внутренних органов рыб определялись по общепринятым в рыбоводстве методикам [13, 14, 15, 16].

Результаты и их обсуждение. Определение влияния применения в рационе молоди осетровых рыб комбикормов с добавлением суспензий хлореллы и сценедесмуса осуществлялось с использованием метода морфофизиологических индикаторов. Данный метод предполагал оценку физиологического состояния рыб по ряду показателей, учитывав-

ших массу внутренних органов и соотношение ее с массой тела рыбы (таблица).

Отмечено увеличение массы таких внутренних органов как сердце, печень и кишечник у рыб всех опытных групп. Относительная масса (индекс) сердца к концу опыта увеличивался только в опытных вариантах, значение индекса печени уменьшалось во всех вариантах, а индекс кишечника, в свою очередь, возрастал, как в опытных, так и в контрольной группах. Однако при проведении однофакторного дисперсионного анализа результатов исследования установлено, что фактор «вид комбикорма» не оказывал достоверного (при $p=0,48$) влияния на морфофизиологические показатели молоди ленского осетра.

Закключение. Выращивание молоди ленского осетра в установке замкнутого водообеспечения позволило снизить влияние внешних факторов и провести оценку влияния введения в состав комбикормов суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса на развитие внутренних органов методом морфофизиологических индикаторов. В ходе опыта отмечено увеличение значений абсолютной массы внутренних органов, в то время как их относительная масса изменялась как в сторону увеличения (индекс сердца в опытных вариантах, индекс кишечника – у всех рыб), так и в сторону уменьшения (индекс сердца в контрольной группе, индекс печени – у всех рыб).

Таблица – Морфофизиологические показатели внутренних органов молоди ленского осетра

Показатель	Вариант применяемого комбикорма		
	Вариант 1	Вариант 2	Контроль
<i>Начало опыта</i>			
– масса сердца, г	0,257±0,022	0,155±0,004	0,234±0,010
– масса печени, г	2,143±0,114	1,590±0,012	1,789±0,083
– масса кишечника, г	3,534±0,035	2,035±0,049	3,659±0,136
– индекс сердца, %	0,182±0,003	0,157±0,005	0,221±0,008
– индекс печени, %	1,528±0,029	1,621±0,083	1,440±0,037
– индекс кишечника, %	2,535±0,160	2,071±0,074	2,949±0,102
<i>Конец опыта</i>			
– масса сердца, г	0,339±0,018	0,323±0,048	0,253±0,010
– масса печени, г	2,566±0,131	2,501±0,092	2,326±0,115
– масса кишечника, г	4,773±0,131	4,297±0,088	5,508±0,222
– индекс сердца, %	0,194±0,001	0,201±0,016	0,143±0,004
– индекс печени, %	1,467±0,010	1,584±0,055	1,307±0,020
– индекс кишечника, %	2,737±0,083	2,728±0,139	3,098±0,075

Полученные результаты изменения индекса сердца объясняются возрастом рыб и их индивидуальными особенностями.

Тем не менее, проведенный однофакторный дисперсионный анализ показал отсутствие достоверного влияния вида комбикорма на физиологическое состояние рыб. Таким образом, комбикорма с добавлением суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса не оказывали негативного влияния на физиологическое состояние и развитие рыб и могут быть введены в рацион питания молоди ленского осетра как замена дорогостоящих импортных комбикормов.

Список использованных источников

1. Власов, В. А. Пресноводная аквакультура : учеб. пособие / В. А. Власов. – М. : КУРС: ИНФРА-М, 2017. – 384 с.
2. Агеец, В. Ю. О выполнении государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011 – 2015 годы, перспективах развития и научном обеспечении отрасли на 2016 – 2020 годы / В. Ю. Агеец // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Институт рыбного хозяйства»; под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Мн., 2016. – С. 8–26.
3. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных промышленных комплексах с применением инновационных методов / Н.В. Барулин [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 204 с.
4. Аминева, В. А. Индивидуальная специфичность реагирования рыб на стресс / В. А. Аминева, В. В. Красюк // Экологическая физиология и биохимия рыб : тез. докл. VII Всесоюзной конф., Ярославль, май 1989 г. / Акад. Наук СССР ; ред.: В.И. Лукьяненко [и др.]. – Ярославль, 1989. – Т 1. – С. 10–11.
5. Оценка физиологического состояния сеголетков форели при использовании отечественного экструдированного комбикорма / Н. Н. Гадлевская [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Институт рыбного хозяйства»; под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Мн., 2013. – С. 123–128.
6. Тувикене, А. Динамика биохимических и гематологических показателей у лососевых и карповых рыб при манипуляционном стрессе (хэндлинге) / А. Тувикене // Экологическая физиология и биохимия рыб : тез. докл. VII Всесоюзной конф., Ярославль, май 1989 г. / Акад. Наук СССР ; ред.: В. И. Лукьяненко [и др.]. – Ярославль, 1989. – Т 2. – С. 183–184.
7. Физиология рыб. Книга 1: Физиология крови и кровообращения рыб. Иммунная система рыб. / Л. В. Жичкина [и др.]. – СПб. : ООО «Квадро», 2017. – 200 с.
8. Физиология рыб. Книга 2. Питание и пищеварение / В. Г. Скопичев [и др.]. – СПб. : ООО «Квадро», 2024. – 344 с.
9. Назаренко, Л. Д. Возрастная изменчивость морфофизиологических показателей у сазана Куйбышевского водохранилища / Л. Д. Назаренко, В. А. Назаренко // Экологическая физиология и биохимия рыб : тез. докл. VII Всесоюзной конф., Ярославль, май 1989 г. / Акад. Наук СССР ; ред.: В.И. Лукьяненко [и др.]. – Ярославль, 1989. – Т 2. – С. 60–62.
10. Дмитриевич, Н.П. Биохимические показатели крови молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* (Brandt)) при применении суспензии водорослей в качестве биодобавки в комбикорма / Н. П. Дмитриевич // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2018. – № 2. – С. 50–55.
11. Дмитриевич, Н.П. Применение суспензий хлореллы и сценедесмуса как добавки в комбикорма для ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) и клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н. П. Дмитриевич // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2017. – № 1. – С. 37–48.
12. Рыжков, Л. П. Основы рыбоводства: Учебник / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. – СПб. : Издательство «Лань», 2011. – 528 с.
13. Зиновьев, Е. А. Методы исследования пресноводных рыб: Учебное пособие по спецкурсу / Е. А. Зиновьев, С. А. Мандрица. – Пермь : Пермский ун-т, 2003. – 113 с.
14. Кириллов, А. Ф. Практическое пособие по сбору материалов для изучения рыб : учеб. пособие / А. Ф. Кириллов. – Якутск : Изд-во Якутского ун-та, 2002. – 40 с.

15. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) 4-е изд. / И.Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 374 с.
16. Усов, М. М. Физиология рыб : методические указания к лабораторным занятиям / М. М. Усов. – Горки : БГСХА, 2014. – 36 с.

References

1. Vlasov V.A. *Presnovodnaya akvakul'tura : ucheb. posobie* [Freshwater aquaculture: a textbook]. Moscow, Kurs: Infra-M, 2017, 384 p. (In Russian)
2. Ageec V.Yu. O vypolnenii gosudarstvennoj programmy razvitiya rybohozyajstvennoj deyatel'nosti na 2011 – 2015 gody, perspektivah razvitiya i nauchnom obespechenii ot-rasli na 2016 – 2020 gody [On the implementation of the state program for the development of fisheries activities for 2011-2015, development prospects and scientific support of the industry for 2016-2020]. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi : sb. nauch. tr.* [Issues of the fisheries of Belarus: a collection of scientific papers], 2016, pp. 8–26. (In Russian)
3. Barulin N.V., Plavsky V.Yu., Shumsky K.L., Atroshchenko L.O., Novikova E.G.; Rogovtsov S.V., Liman M.S. *Rekomendacii po vos-proizvodstvu osetrovyyh ryb v rybovodnyh industrial'nyh kompleksah s primeneniem innovacionnyh metodov* [Recommendations for the reproduction of sturgeon in fish-breeding industrial complexes using innovative method]. Gorki, BGSXA, 2016, 204 p. (In Russian)
4. Amineva V.A., Krasnyuk V.V. Individual'naya specifichnost' reagirovaniya ryb na stress [Individual specificity of fish response to stress]. *Ekologicheskaya fiziologiya i biokhimiya ryb : tez. dokl. VII Vsesoyuznoj konf.* [Ecological physiology and biochemistry of fish: report summary of the VII All-Union Conf.]. Yaroslavl', 1989, no. 1., pp. 10–11. (In Russian)
5. Gadlevskaya N.N., Degtyarik S.M., Selivonchik I.N., Tyutyunova M.N., Orlov I.A. Ocenka fiziologicheskogo sostoyaniya segoletkov foreli pri ispol'zovanii otechestvennogo ekstrudirovannogo kombikorma [Assessment of the physiological state of yearling trout using domestic extruded compound feed]. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi : sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries of Belarus: collection of scientific papers]. Minsk, 2013, pp. 123–128. (In Russian)
6. Tuvikene A. Dinamika biohimicheskikh i gematologicheskikh pokazatelej u lososevyh i karpovyh ryb pri manipulyacionnom stresse (hendlinge) [Dynamics of biochemical and hematological parameters in salmon and carp fishes under handling stress]. *Ekologicheskaya fiziologiya i biokhimiya ryb : tez. dokl. VII Vsesoyuznoj konf.* [Ecological physiology and biochemistry of fishes: report summary of the VII All-Union Conf.]. Yaroslavl', 1989, pp. 183–184. (In Russian)
7. Zhichkina L.V., Karpenko L.Yu., Kasumov M.K., Skopichev V.G. *Fiziologiya ryb. Kniga 1: Fiziologiya krovi ikrovoobrashcheniya ryb. Immunnaya sistema ryb* [Physiology of fishes. Book 1: Physiology of blood and blood circulation in fishes. The immune system of fishes]. Saint Petersburg, OOO «Kvadro», 2017, 200 p. (In Russian)
8. Skopichev V.G., Karpenko L.Yu., Bogolyubova I.O., Andreeva A.B., Bakhta A.A., Khmunina M.V., Ivanova A.B. *Fiziologiya ryb. Kniga 2. Pitanie i pishchevarenie* [Fish Physiology. Book 2. Nutrition and Digestion]. Saint Petersburg, OOO «Kvadro», 2024, 344 p. (In Russian)
9. Nazarenko L.D., Nazarenko V.A. Vozrastnaya izmenchivost' morfofiziologicheskikh pokazatelej u sazana Kujbyshevskogo vodohranilishcha [Age variability of morphophysiological parameters in carp of the Kuibyshev Reservoir]. *Ekologicheskaya fiziologiya i biokhimiya ryb : tez. dokl. VII Vsesoyuznoj konf.* [Ecological physiology and biochemistry of fish: report summary of the VII All-Union Conf.]. Yaroslavl', 1989, no. 2, pp. 60–62. (In Russian)
10. Dmitrovich N.P. Biohimicheskie pokazateli krovi molodi lenskogo osetra (*Acipenser baeri* (Brandt)) pri primenenii suspenszii vodoroslej v kachestve biodobavki v kombikorma [Biochemical parameters of blood of juvenile Lena sturgeon (*Acipenser baeri* (Brandt)) when using algae suspension as a bioadditive in compound feed]. *Vesnik Paleskaga dzjarzhaŭnaga universiteta. Seryya pryrodaznaŭchyh navuk* [Vesnik Paleskaga dzjarzhaŭnaga universitet. Seryya

- pryrodaznaŭchikh navuk]. Pinsk, 2018, no. 2, pp. 50–55. (In Russian)
11. Dmitrovich N.P. Primenenie suspenzij hlorelly i scenedesmusa kak dobavki v kombikorma dlya lenskogo osetra (*Acipenser baeri* Brandt) i klarievogo soma (*Clarias gariepinus* Burchell) [Use of chlorella and scenesmus suspensions as additives in compound feed for Lena sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) and sharptooth catfish (*Clarias gariepinus* Burchell)]. *Vesnik Paleskaga dzjarzhaŭnaga universiteta. Seryya pryrodaznaŭchyh navuk* [Vesnik Paleskaga dzjarzhaŭnaga universitet. Seryya pryrodaznaŭchikh navuk]. Pinsk, 2017, no 1, 37–48. (In Russian)
 12. Ryzhkov L.P., Kuchko T.Yu., Dzyubuk I.M. *Osnovy rybovodstva: Uchebnik* [Fundamentals of Fish Farming: Textbook]. Saint Petersburg, Izdatel'stvo «Lan'», 2011, 528 p. (In Russian)
 13. Zinov'ev E.A., Mandrica S.A. *Metody issledovaniya presnovodnyh ryb: Uchebnoe posobie po speckursu* [Methods of Freshwater Fish Research: Textbook for a Special Course]. Perm', Permskij un-t, 2003, 113 p. (In Russian)
 14. Kirillov A.F. *Prakticheskoe posobie po sboru materialov dlya izucheniya ryb : ucheb. posobie* [Practical Guide to Collecting Materials for Fish Study: Textbook]. Yakutsk, Izdvo Yakutskogo un-ta, 2002, 40 p. (In Russian)
 15. Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnyh) 4-e izd.* [Guide to the study of fish (mainly freshwater) 4th ed.]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 1966, 374 p. (In Russian)
 16. Usov M.M. *Fiziologiya ryb : metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam* [Physiology of fish: methodological instructions for laboratory studies]. Gorki, BGSHA, 2014, 36 p. (In Russian)

Received 10.04.2026