

УДК 639.3.043.13, 639.3.043.2

**Н.П. ДМИТРОВИЧ**

ассистент кафедры промышленного  
рыбоводства и переработки рыбной продукции  
Полесский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

*Статья поступила 15 октября 2018 г.*

**БІОХІМІЧЕСКІ ПОКАЗАТЕЛІ КРОВІ МОЛОДІ ЛЕНСКОГО  
ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERI* (BRANDT)) ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СУСПЕНЗІИ  
ВОДОРОСЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ БІОДОБАВКИ В КОМБІКОРМА**

**Резюме.** Высокое качество комбикормов обеспечивает получение рыбной продукции осетровых рыб, соответствующей требованиям аквакультуры. В настоящее время достаточно широкое применение в кормах находят биодобавки в виде суспензии водорослей, однако применение новых комбикормов требует контроля физиологического состояния рыб, одним из критериев которого является биохимический состав крови. Анализ результатов исследований показал значительное положительное влияние применения суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса как биодобавки на активность аспартатаминотрансферазы, содержание холестерина и триглицеридов у ленского осетра. Применение в качестве витаминно-минеральной добавки к кормам суспензий водорослей хлореллы и сценедесмуса не оказывает отрицательного влияния на физиологическое состояние молоди ленского осетра.

**Ключевые слова:** ленский осетр, биохимические показатели крови, комбикорм, хлорелла, сценедесмус.

**DMITROVICH Natallia P.**

Probationer-lecturer

Department of Industrial Fish and Fish Processing

Polessky State University,

Pinsk, Republic of Belarus

**BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS OF YOUNG LENSKY STURGEON  
(*ACIPENSER BAERI* (BRANDT)) WHEN USING OF ALGAE SUSPENSION AS A  
DIETARY SUPPORT IN MIXED FODDERS**

**Summary.** High quality of mixed fodders provides receiving of sturgeon fish products that satisfy the requirements of aquaculture. Currently, bioadditives in the form of algae suspension are widely used in feed, but the use of new mixed fodders requires monitoring the physiological state of the fish, one of the criteria of which is the biochemical blood composition. Analysis of the research results showed a significant positive effect of using chlorella and scenedesmus suspensions as a bioadditive on aspartateamino transferase activity, cholesterol and triglyceride levels in serum of Lena sturgeon. The use of chlorella and scenedesmus suspensions as a vitamin-mineral additive to the feed does not negative effect on the physiological state of the young Lena sturgeon.

**Keywords:** Lensky sturgeon, blood biochemical parameters, mixed fodders, chlorella, scenedesmus.

**Введение.** Производство качественной товарной рыбы – одна из главных задач аквакультуры. Рыба гораздо более эффективно

использует энергию пищи по сравнению с другими сельскохозяйственными животными [2] и преобразует ее в высококачественные

белки, столь необходимые в рационе современного человека. Все это свидетельствует о важности этого направления аквакультуры в обеспечении продовольственной безопасности Республики Беларусь. В свою очередь, получить рыбную продукцию высокого качества, соответствующую европейским стандартам, можно при рациональном использовании сбалансированных кормов. Мировая аквакультура располагает опытом применения в кормах для рыб супензий водорослей, в том числе хлореллы и сценедесмуса. Поэтому повышение уровня производства ценных видов рыб при кормлении их комбикормами, в составе которых содержатся водоросли, актуально.

Введение в рацион рыб новых комбикормов и биодобавок сопряжено с необходимостью тщательного контроля физиологического состояния, так как несоблюдение условий выращивания, применение некачественных и несбалансированных кормов могут стать причинами его изменения [5], а, следовательно, и снижения пищевой активности и темпа роста.

Как известно, физиологическое состояние рыб может быть оценено по нескольким критериям, в том числе и по биохимическому составу крови. Кровь является достаточно информативным индикатором состояния организма животных. Она быстро реагирует на действие неблагоприятных факторов на организм и может служить одним из ранних показателей нарушения его состояния.

**Методика и объекты исследования.** Объектом исследований являлся ленский осетр (*Acipenser baeri* (Brandt)). В качестве витаминно-минеральной добавки использовали супензии хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck), штамм IBCE C-19) и сценедесмуса (*Scenedesmus acutus* (Meyen), штамм IBCE S-10) из коллекции водорослей Института биофизики и клеточной инженерии НАНБ.

Двухгодовиков ленского осетра выращивали в лабораторных условиях в пластмассовых бассейнах с объемом воды 0,4 м<sup>3</sup>. Плотность посадки во всех емкостях была одинаковой

и составляла 65 экз./м<sup>3</sup>. Опыты по кормлению проводились в течение 108 дней.

В опыте рыб кормили комбикормами, произведенными на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод»: экструдированным комбикормом для осетровых рыб с добавлением супензии хлореллы (вариант №1) и комбикормом с добавлением супензии сценедесмуса (вариант №2). Количество супензии водорослей составляло 5,0% от массы комбикорма. В качестве контроля использовали корма фирмы «Coppens» (SteCo SUPREME-10). Каждый вид корма испытывали в двукратной повторности. Рыб кормили два раза в день в 10.00 и 19.00. Суточная норма кормления составляла 3,0% от массы выращиваемых рыб [9].

Во время исследований температуру воды и концентрацию растворенного кислорода определяли ежедневно (в 8.00 и 20.00 часов). Водородный показатель (pH), концентрацию аммонийного азота, нитратов, нитритов, аммиака, ионов железа, общую жесткость воды – один раз в три дня.

Кровь рыб отбирали, соблюдая общепринятые методики [1, 3, 7, 8] до начала кормления рыб и в конце проведения опыта. Из каждой опытной и контрольной групп для анализа брали по три экземпляра ленского осетра. Цельную кровь центрифугировали для получения сыворотки. В сыворотке определяли содержание общего белка, глюкозы, холестерина, триглицеридов, щелочной фосфатазы, аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. Количество биохимических компонентов крови определяли с помощью биохимического анализатора «ChemWell» согласно методикам, разработанным фирмой «АнализМед».

При математической и статистической обработке результатов использовали программное обеспечение MSExcel 2010 и Statistica 6.0.

**Результаты и их обсуждение.** В начале эксперимента и по его окончании определяли биохимический состав сыворотки крови для выявления влияния кормовой добавки на физиологическое состояние рыб (Таблица).

Таблица – Биохимические показатели крови ленского осетра (среднее ± стандартное отклонение)

Показатели	Начало эксперимента			Конец эксперимента		
	Вариант 1	Вариант 2	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Контроль
Общий белок, г/л	13,26±2,03	22,04±0,00	14,70±0,45	18,53±2,71	13,90±0,23	20,45±0,00
Холестерин, моль/л	0,90±0,24*	1,32±0,02*	1,98±0,02	1,02±0,07*	1,03±0,02*	1,63±0,01
Аланинаминотрансфераза, ед/л	31,61 ±8,94	50,03 ±0,78	32,16 ±0,39	19,52 ±4,28	25,57 ±4,28	45,63 ±0,01
Аспартатамино-трансфераза, ед/л	26,56 ±6,92*	44,80 ±1,26*	34,86 ±11,12	30,56 ±4,20*	47,03 ±9,44*	52,52 ±0,00
Триглицериды, ммоль/л	1,55±0,25*	1,99±0,01*	3,95±0,02	1,03±0,04*	1,92±0,02*	1,89±0,00
Щелочная фосфатаза, ед/л	110,15 ±16,44	56,34 ±4,64	72,76 ±15,01	66,44 ±7,50	103,07 ±1,43	114,19 ±0,01
Глюкоза, ммоль/л	5,19±0,75	2,06±0,09	1,73±0,00	4,46±0,28	5,66±0,47	3,86±0,00

Примечание.\* – достоверно отличается от контроля при  $p<0,05$ .

По результатам проведенного однофакторного дисперсионного анализа не было отмечено достоверного (при  $p<0,05$ ) влияния фактора «вид комбикорма» на такие биохимические показатели крови ленского осетра, как «общий белок», «активность АЛТ», «щелочная фосфатаза», «глюкоза».

Результаты исследования показали, что на содержание общего белка в сыворотке крови фактор «вид комбикорма» не оказывал достоверного (при  $p<0,05$ ) влияния. В пробах крови, взятых у рыб в начале эксперимента, содержание общего белка было довольно низким. У контрольной группы данный показатель был равен  $14,70\pm0,45$  г/л, у опытной группы «вариант 1» –  $13,26\pm2,03$  г/л, а у опытной группы «вариант 2» общий белок сыворотки крови был в пределах нормы и составлял  $22,04\pm0,00$  г/л. После кормления опытными кормами, содержащими супензии водорослей, отмечено увеличение содержания общего белка в плазме крови у опытной группы, получавшей комбикорм с добавлением супензии хлореллы ( $18,53\pm2,71$  г/л) и в контрольной группе –  $20,45\pm0,00$  г/л. У рыб, потреблявших корма с супензией сценедесмуса, значения данного показателя в конце эксперимента снизились до  $13,90\pm0,23$  г/л. Содержание общего белка сыворотки крови ленского осетра на протяжении эксперимента колебалось в пределах от  $13,26\pm2,03$  г/л до  $22,04\pm0,00$  г/л. Колебания количества общего белка сыворотки крови могут быть связаны с обменом веществ и определяются интенсивностью и характером питания. Как указывалось выше, содержание общего белка в крови ленского осетра было у нижней границы физиологической нормы, которая составляет  $20,00\text{--}51,00$  г/л [4, 6] в начале эксперимента, что может быть связано со стрессом, полу-

ченным при транспортировке и пересадке. Однако в дальнейшем содержание общего белка увеличилось как в крови у рыб контрольной группы, так и в крови у рыб опытной группы, получавшей корма с добавлением супензии хлореллы.

В начале эксперимента активность АЛТ в контроле и в опытной группе «вариант 1» была практически равной:  $31,61\pm8,94$  ед/л и  $32,16\pm0,39$  ед/л, а в опытной группе «вариант 2» – несколько выше ( $50,03\pm0,78$  ед/л). После периода кормления рыб опытным комбикормом с добавлением супензии хлореллы активность АЛТ уменьшилась до  $19,52\pm4,28$  ед/л, с добавлением супензии сценедесмуса – до  $25,57\pm4,28$  ед/л, а в крови контрольной группы рыб активность данного фермента возросла и составила  $45,63\pm0,01$  ед/л. Таким образом, кормление ленского осетра комбикормами с супензией водорослей приводит к снижению активности АЛТ.

По результатам проведенного однофакторного дисперсионного анализа отмечено достоверное влияние фактора «вид комбикорма» на активность фермента АСТ. На протяжении всего эксперимента активность АСТ не превышала физиологическую норму. Ее активность в крови рыб до начала их кормления составляла  $26,56\pm6,92$  ед/л,  $44,80\pm1,26$  ед/л и  $34,86\pm11,12$  ед/л в опытных группах «вариант 1», «вариант 2» и контрольной группе соответственно. Кормление кормами с добавлением супензий хлореллы и сценедесмуса привело к небольшому увеличению активности АСТ. Однако в контрольной группе активность данного фермента была гораздо выше и составила  $52,52\pm0,00$  ед/л, по сравнению с опытными группами, где этот показатель составил  $30,56\pm4,20$  ед/л и  $47,03\pm9,44$  ед/л при потреблении рыбами комбикормов с добав-

лением суспензии хлореллы и сценедесмуса соответственно. Это свидетельствует о положительном влиянии кормовой добавки в виде суспензии водорослей.

Исследования показали, что активность щелочной фосфатазы на протяжении эксперимента сильно отличалась у всех групп рыб, однако, в большинстве случаев значения данного показателя не выходили за рамки физиологической нормы (100–190 ед/л [6]). При использовании комбикорма с добавлением суспензии сценедесмуса активность фермента повысилась с  $56,34 \pm 4,64$  ед/л до  $103,07 \pm 1,43$  ед/л, а при кормлении рыб кормом «Coppens» значения данного показателя были равны  $72,76 \pm 15,01$  ед/л и  $114,19 \pm 0,01$  ед/л соответственно и находились вблизи нижней границы физиологической нормы. Снижение активности щелочной фосфатазы при потреблении комбикормов с суспензией хлореллы с  $110,15 \pm 16,44$  ед/л до  $66,44 \pm 7,50$  ед/л свидетельствует об улучшении физиологического состояния молоди ленского осетра.

Результат однофакторного дисперсионного анализа показал достоверное (при  $p < 0,05$ ) влияния фактора «вид комбикорма» на его содержание в крови рыб. Концентрация холестерина в крови в период выращивания колебалась от  $0,90 \pm 0,24$  ммоль/л до  $1,98 \pm 0,02$  ммоль/л. Использование в кормах суспензии сценедесмуса привело к снижению холестерина в крови рыб с  $1,32 \pm 0,02$  ммоль/л до  $1,03 \pm 0,02$  ммоль/л. Также уменьшение концентрации холестерина отмечено в контрольной группе рыб. Данный показатель имел следующие значения:  $1,98 \pm 0,02$  ммоль/л в начале эксперимента и  $1,63 \pm 0,01$  ммоль/л – в конце. При кормлении кормами с добавлением хлореллы содержание холестерина возросло с  $0,90 \pm 0,24$  ммоль/л до  $1,02 \pm 0,07$  ммоль/л, но было в пределах физиологической нормы. Как показали исследования, содержание холестерина в крови рыб находилось в пределах физиологической нормы:  $1,0$ – $2,8$  ммоль/л [4]. Исходя из этого, применение комбикормов с суспензией водорослей не оказывает отрицательного влияния на липидный обмен в организме рыб.

По результатам проведенного однофакторного дисперсионного анализа было отмечено достоверное (при  $p < 0,05$ ) влияние фактора «вид комбикорма» на концентрацию триглицеридов. Анализ результатов исследования показал снижение количества триглицеридов

в крови молоди ленского осетра как при применении комбикормов с добавлением суспензии водорослей, так и при использовании комбикорма «Coppens». Применение комбикорма с добавлением суспензии хлореллы привело к снижению концентрации триглицеридов с  $1,55 \pm 0,25$  ммоль/л до  $1,03 \pm 0,04$  ммоль/л, а с суспензией сценедесмуса – с  $1,99 \pm 0,01$  ммоль/л до  $1,92 \pm 0,02$  ммоль/л. Кормление молоди ленского осетра комбикормом фирмы «Coppens» также привело к снижению триглицеридов в крови рыб: с  $3,95 \pm 0,02$  ммоль/л до  $1,89 \pm 0,00$  ммоль/л. Исследования показали, что значительное снижение содержания триглицеридов происходило при использовании комбикорма с хлореллой и комбикорма «Coppens». Это дает основание использовать корма с хлореллой в качестве равноценного заменителя импортного комбикорма.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа не было отмечено достоверного (при  $p < 0,05$ ) влияния фактора «вид комбикорма» на содержание глюкозы в крови молоди ленского осетра. Кормление рыб кормом с суспензией хлореллы привело к снижению концентрации глюкозы в крови с  $5,19 \pm 0,75$  ммоль/л до  $4,46 \pm 0,28$  ммоль/л. У опытных рыб, которых кормили кормами с суспензией сценедесмуса концентрация глюкозы увеличилась до  $5,66 \pm 0,47$  ммоль/л, хотя в начале эксперимента этот показатель составлял  $2,06 \pm 0,09$  ммоль/л. В контрольной группе рыб динамика этого показателя имела следующий вид:  $1,73 \pm 0,00$  ммоль/л в начале эксперимента и  $3,86 \pm 0,00$  ммоль/л в конце. Колебания показателей концентрации глюкозы в крови молоди ленского осетра в период исследований находились в пределах физиологической нормы ( $1$ – $11$  ммоль/л [6, 10]), что свидетельствует о нормальном физиологическом состоянии рыб, как в опыте, так и в контроле.

**Выводы.** Проведенные исследования показали, что активность фермента аспартата-минотрансферазы при кормлении с добавлением хлореллы и сценедесмуса была ниже, чем в контрольной группе, что свидетельствовало о положительном влиянии кормовой добавки в виде суспензии водорослей. Анализ результатов исследования показал снижение количества триглицеридов в крови молоди ленского осетра как при применении комбикормов с добавлением суспензии водорослей, так и при использовании комбикорма

фирмы «Coppens». Однако самое низкое содержание триглицеридов отмечено при использовании в качестве биодобавки супензии хлореллы. Содержание холестерина в крови рыб колебалось в пределах физиологической нормы. Однако у молоди ленского осетра, употреблявшей корма как с супензией хлореллы, так и сценедесмуза, этот показатель был ниже, чем у рыб контрольной группы, что говорит о положительном влиянии на физиологическое состояние применения комбикормов с добавлением супензий водорослей.

Анализ результатов исследований показал значительное положительное влияние использования биодобавок в виде супензии водорослей хлореллы и сценедесмуза на биохимические параметры крови, такие как активность аспартатаминотрансферазы, содержание холестерина и триглицеридов у ленского осетра. В целом, применение в качестве витаминно-минеральной добавки к кормам супензий водорослей хлореллы и сценедесмуза не оказывает отрицательного влияния на физиологическое состояние молоди ленского осетра. В связи с этим, такие корма могут использоваться в полной мере как заменители импортных кормов, например, кормов фирмы «Coppens».

#### Список литературы

1. Аминеева, В. А. Физиология рыб / В. А. Аминеева, А. А. Яржомбек. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 200 с.
2. Власов, В. А. Пресноводная аквакультура : учеб. пособие / В. А. Власов. – М. : КУРС: ИНФРА-М, 2017. – 384 с.
3. Иванов, А. А. Физиология рыб / А. А. Иванов. – М. : Изд-во «Лань», 2011. – 288 с.
4. Опыт выращивания гибрида «русский осетр x ленский осетр» (*Acipenser gueldenstedi* Brandt et Ratzeburg, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869) в установке замкнутого водоснабжения / О. А. Левина, И. П. Степанова, Г. Ф. Металлов, М. Н. Сорокина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. – № 3. – С. 17–25.
5. Оценка физиологического состояния сеголетков форели при использовании отечественного экструдированного комбикорма/ Н. Н. Гадлевская, С. М. Дегтярик, И. Н. Селивончик, М. Н. Титюнова, И. А. Орлов // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / РУП «Институт рыбного хозяйства»; под общ. ред. В. Ю. Агеца. – Минск, 2013. – С. 123–128.
6. Пронина, Г. И. Референсные значения физиолого-иммунологических показателей гидробионтов разных видов / Г. И. Пронина, Н. Ю. Корягина // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 103–108.
7. Усов, М. М. Физиология рыб : методические указания к лабораторным занятиям / М. М. Усов. – Горки : БГСХА, 2014. – 36 с.
8. Фізіологія риб: Практикум: навч. посіб. / П. А. Дехтярьов [і інш.]. – Київ : Вища шк., 2001. – 127 с.
9. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М. : Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
10. Эколо-физиологическая характеристика рыб малых рек южного урала / Н. Г. Курмышина, Э. Э. Нурутдинова, А. Д. Назиров, Г. Д. Виноградов, А. Ю. Матвеева, О. В. Богатова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 4 (179). – С. 240–243.

#### References

1. Amineeva V.A., Yarzhombek A.A. *Fiziologiya ryib* [Fish physiology]. M.: Legkaya i pischevaya prom-st, 1984, 200 p. (In Russian)
2. Vlasov V.A. *Presnovodnaya akvakultura : ucheb.posobie* [Freshwater aquaculture: studies. manual]. M.: COURSE: INFRA-M, 2017. 384 p. (In Russian)
3. Ivanov A.A. *Fiziologiya ryib* [Fish physiology]. M. : Izd-vo «Lan», 2011. 288 p. (In Russian)
4. Levina O.A., Stepanova I.P., Metallov G.F., Sorokina M.N. Opyit vyiraschivaniya gibrida «russkiy osetr x lenskiy osetr» (*Acipenser gueldenstedi*, Brandt et Ratzeburg, 1833 x *Acipenser baerii*, Brandt 1869) v ustyanovke zamknutogo vodosnabzheniya [The experience of growing the hybrid “Russian sturgeon x Lena sturgeon” (*Acipenser gueldenstedti*, Brandt et Ratzeburg, 1833 x *Acipenser baerii*, Brandt, 1869) in the installation of a closed water supply]. *Tehnologii pischevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy

- food products], 2015, no. 3, pp. 17–25. (In Russian)
5. Gadlevskaya N.N., Degtyarik S.M., Selivonchik I.N., Tityunova M.N., Orlov I.A. Otsenka fiziologicheskogo sostoyaniya segol'etkov foreli pri ispolzovanii otechestvennogo ekstrudirovannogo kombikorma [Assessment of the physiological state of trout fingerlings using domestic extruded feed]. *Voprosy rybnogo hozyaystva Belarusi: sb. nauch. tr. / RUP «Institut rybnogo hozyaystva»; pod obsch. red. V.Yu. Ageetsa* [Questions of the fish industry of Belarus: Sat. scientific tr. / RUE “Institute of Fisheries”; under total ed. V.Yu. Ageytsa], Minsk, 2013, pp. 123–128. (In Russian)
6. Pronina G.I., Koryagina N.Yu. Referensnyie znacheniya fiziologo-immunologicheskikh pokazateley gidrobiontov raznyih vidov [Reference values of physiological and immunological parameters of hydrobionts of different species]. *Vestnik AGTU. Ser.: Ryibnoe hozyaystvo* [ASTU Bulletin. Ser.: Fisheries], 2015, no. 4, pp. 103–108. (In Russian)
7. Usov M.M. *Fiziologiya ryib : metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam* [Fish physiology: guidelines for laboratory studies]. Gorki: BGSNA, 2014. 36 p. (In Russian)
8. Dekhtyarov P.A. *Fiziologiya rib: Praktikum: navch. posib.* [Physiology rib: Practicum: awl. posib.]. Kiev: Vishchashk, 2001. 127 p. (In Russian)
9. Scherbina M.A., Gamgin E.A. *Kormlenie ryib v presnovodnoy akvakulture* [Feeding fish in freshwater aquaculture]. M.: Izd-vo VNIRO, 2006. 360 p. (In Russian)
10. Kuramshina N.G., Nurtdinova E.E., Nazirov A.D., Vinogradov G.D., Matveeva A.Yu., Bogatov O.V. Ekologo-fiziologicheskaya harakteristika ryib malyih rek yuzhnogo urala [Ecological and physiological characteristics of fish in small rivers of the southern Urals]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Orenburg State University], 2015, no. 4 (179), pp. 240–243. (In Russian)

Received 15 October 2018