

УДК 639.371.2:639.3.06

## ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

А.А. ИВАНОВ, д. б. н.; П.П. ГОЛОВИН\*, Н.Н. РОМАНОВА\*, О.В. КОРАБЕЛЬНИКОВА\*

(Кафедра физиологии и биохимии животных)

**Проведена оценка физиологического состояния ленского осетра (*Acipenser baerii*, Brandt), выращиваемого в хозяйстве индустриального типа (Конаковский завод товарного осетроводства). Выявлены наиболее информативные показатели крови и слизи — основных реактивных жидкостей, которые коррелируют с физиологическим статусом организма рыб. Полученные результаты можно рассматривать как технологическую норму физиологического состояния ленского осетра для данного хозяйства.**

В последние годы во всем мире товарное осетроводство вызывает повышенный интерес. Получение жизнеспособной молоди и ее адаптация к условиям содержания является актуальной проблемой. Известно, что осетровые рыбы обладают высокой адаптационной пластичностью [3]. Сегодня наиболее перспективными считаются интенсивные технологии выращивания рыб, которые позволяют значительно повысить выход товарной продукции с единицы площади и дают возможность контроля регулирования качеством среды и кормов, режимом кормления. Однако высокие плотности посадки, искусственное кормление нередко оказывают негативное влияние на организм рыб и вследствие этого ухудшается их физиологическое состояние. Проведение регулярного контроля за физиологическим состоянием рыб должно быть необходимым элементом технологии их выращивания в индустриальных хозяйствах.

Одним из основных показателей, характеризующих гомеостаз животного организма, является состав его биологических жидкостей — крови и слизи. Изучение состава крови широко практикуется в рыбоводстве [1, 7, 10, 16, 17]. Кожная (наружная) слизь более доступна для исследования. Однако методология изучения констант слизи не разработана.

Задачей наших исследований являлась оценка физиологического состояния ленского осетра и выявление наиболее информативных параметров для установления физиологической нормы при выращивании рыбы в хозяйствах индустриального типа.

### Материал и методы исследований

Сбор материала проводили в 2003–2007 гг. на Конаковском заводе товарного осетроводства (КЗТО), расположенном в Тверской обл. Для исследования был взят ленский осетр (*Acipen-*

\* ФГУП «ВНИИПРХ».

*ser baerii*, Brandt 1869) в возрасте малька (массой около 2 г), сеголетка (массой от 15 до 53 г) и двухлетка (массой 500–600 г). Объем исследованного материала составил более 300 экз.

Выращивание осетра на КЗТО производили в пластиковых лотках (1,0 м<sup>3</sup>) и бетонных бассейнах (10 м<sup>3</sup>) на прямоточном режиме водоснабжения, при интенсивном кормлении искусственными кормами. Забор воды на завод осуществляется из Ивановского водохранилища. Температурный режим изменялся от 17°C в мае до 27°C в июле. Содержание кислорода в воде составляло 7,2–8,0 мг/л.

Для исследования отбирали клинически здоровых рыб. У старших возрастных групп ленского осетра кровь получали из хвостовой артерии, у молоди — из каудального канала хвостового стебля (13). Определение биохимических параметров слизи проводили полуколичественным экспресс-

методом с помощью индикаторных тест-полосок «Multistix» фирмы «Bayer».

Для статистической обработки полученных материалов использовали пакет программ Statistica для РС.

### Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали (табл. 1), что на этапе подращивания у молоди отмечается низкое содержание гемоглобина в крови (от 24 до 47 г/л) и общего белка в сыворотке (от 0,8 до 2,0%). По данным ряда авторов [10, 11], структура гемоглобина и сывороточных белков у молоди осетровых формируется в течение первого месяца жизни. В дальнейшем, по мере накопления массы тела, стабилизируются обменные процессы, а содержание гемоглобина и белка в крови увеличивается. Результаты наших исследований согласуются с литературными данными [1, 5, 6]. Так, у сеголетков,

Таблица 1

Гематологические показатели ленского осетра

Показатель	Возрастные группы		
	мальки	сеголетки	двухлетки
Белок, %	1,1±0,14	2,3±0,08	3,1±0,14
Глюкоза, мкг/л	117,8±4,94	106,7±6,44	108,9±3,89
Гемоглобин, г/л	41,1±2,44	53,3±2,04	87,9±2,78
Эритроциты, млн./мкл	0,790±0,05	0,599±0,03	0,887±0,05
СГЭ, пг	52,0±3,79	88,9±7,31	99,1
Эритропоэз, %:			
эритробласты	0,5±0,27	0,01±0,01	0
базофильные эритроциты	6,1±0,82	4,12±0,87	0,29±0,17
полихроматофильные эритроциты	18,4±1,26	11,5±0,76	2,54±0,68
Всего молодых эритроцитов	25,0±1,56	15,6±1,3	2,83±0,78
Общее число лейкоцитов, тыс./мкл	73,4±6,4	40,57±5,34	36,5±2,69
Нейтрофилы:			
%	13,6±2,11	25,5±2,65	24,1±2,76
шт/мкл	9982	10345	8800
Эозинофилы:			
%	9,7±1,26	9,7±1,26	5,67±1,39
шт/мкл	7119	3935	2069
Моноциты:			
%	1,8±0,25	3,4±0,75	3,89±0,59
шт/мкл	1321	1379	1420
Лимфоциты:			
%	74,7±2,1	65,9±2,87	66,4±3,54
шт/мкл	54830	26735	24236

по нашим наблюдениям, отмечено повышение содержания гемоглобина в крови до 53,3 г/л, а у двухлетков — до 87,9 г/л. Концентрация общего белка в сыворотке крови у сеголетков увеличилась в 2 раза, а у двухлетков — в 3 раза.

Более высокая оснащенность организма белками создает благоприятные предпосылки для оптимизации обменных процессов и гарантирует высокую неспецифическую резистентность организма. За счет комплекса фракций, входящих в спектр белка, обеспечивается функциональное состояние гуморальных факторов иммунитета — лизоцима, белков комплемента, лейкоцинов, антител [12]. Кроме того, известно, что белки плазмы выполняют функцию резерва пластического и энергетического материала [8].

Наши исследования показали, что у молоди ленского осетра уровень сахара в крови с возрастом не меняется и составляет 100–120 мкг/л.

В мальковый период и у сеголетков ленского осетра в периферическом русле отмечается ещё достаточно много молодых форм эритроцитов (эритробласты, базофильные и полихроматофильные эритроциты). Их доля составляет от 15 до 25% от общего объема клеток эритроидного ряда, что указывает на интенсивное кроветворение. В дальнейшем у двухлетков наблюдается снижение количества молодых форм эритроцитов до 2,8% (рис. 1), что характерно для многих видов рыб старшего возраста, выращиваемых в аквакультуре [5].

Общее количество лейкоцитов с возрастом падает. В целом, для ленского осетра характерен лимфоцитарный профиль (65–75% — лимфоциты). С возрастом увеличивается количество фагоцитирующих форм лейкоцитов (нейтрофилов и моноцитов), что усиливает неспецифическую резистентность рыбы (рис. 2).

Полученные нами результаты согласуются с данными исследований других авторов [2, 4, 6].

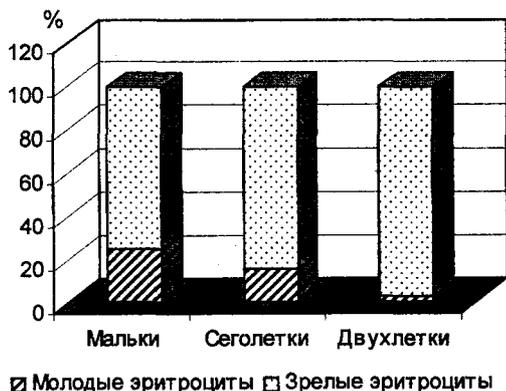


Рис. 1. Интенсивность эритропоэза

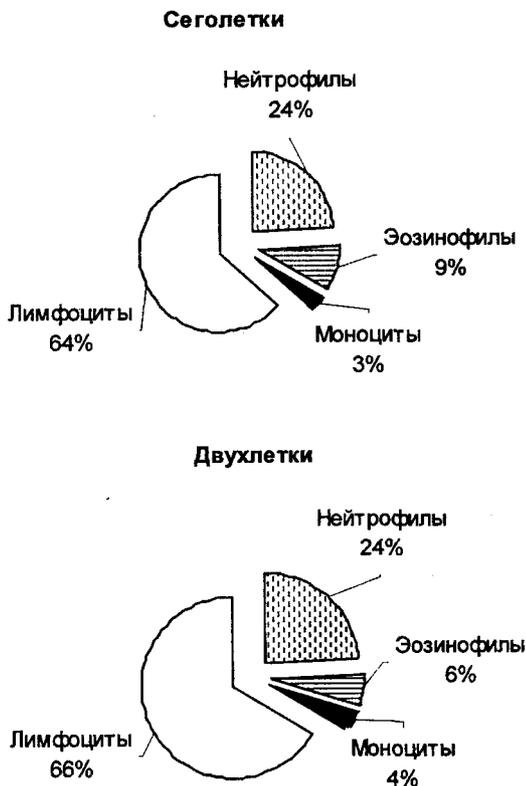


Рис. 2. Соотношение различных групп лейкоцитов в периферической крови у ленского осетра

## Заключение

Использование экспресс-метода позволило нам прижизненно определить в слизи рыб глюкозу, билирубин, кетоны, удельную массу, гемоглобин (эритроциты), рН, белок, уробилиноген, нитриты и лейкоциты (табл. 2).

Таблица 2  
Биохимический состав слизи  
ленского осетра

Показатель	Возраст	
	сеголетки	двухлетки
Глюкоза, ммоль/л	5,5	0
Билирубин, у.е.	—+	++
Кетоны, ммоль/л	0,5	0
Удельная масса, г/м <sup>3</sup>	1,025-1,030	1,015-1,025
Гемоглобин, эр/мкл		80-200
Белок, г/л	0,1-1,0	0-0,3
рН	5,0-6,0	5,0-6,5
Уробилиноген, ммоль/л	3,2	3,2
Нитриты, у.е.	—+	—+
Лейкоциты, лк/мкл	0-15	1-15

Наиболее существенными для ленского осетра оказались возрастные изменения уровня билирубина, гемоглобина и белка в слизи. Содержание билирубина наблюдалось только к концу первого года выращивания. В то же время у двухлетков отмечалось увеличение концентрации гемоглобина в слизи, которая в среднем у этой возрастной группы в 3 раза превысила показатель сеголетков. Кроме того, проведенные исследования показали, что почти у 80% двухлеток ленского осетра отмечался очень высокий уровень гемоглобина в слизи, который достигал 200 эр/мкл, тогда как у сеголетков таких особей было не более 15-20%. С увеличением возраста рыб отмечено снижение содержания белка в слизи до его следов (0-0,3 г/л). Кроме того, у двухлеток наблюдалось уменьшение удельной массы слизи, что мы объясняем снижением концентрации белка. В слизи сеголетков ленского осетра нами обнаружена глюкоза и кетоны (5,5 и 0,5 ммоль/л).

Рост и развитие ленского осетра в первый и второй годы жизни в условиях Конаковского завода товарного осетроводства соответствует общим направлениям онтогенеза этого вида рыб. Полученные нами показатели крови и кожной слизи могут быть использованы для определения границ колебаний констант гомеостаза этого вида рыб. В целом биохимический состав крови ленского осетра на первом и втором году жизни отличается низкой концентрацией сывороточного белка, глюкозы и гемоглобина в цельной крови. Для осетровых рыб нами впервые в нативной слизи был выявлен билирубин. Образование билирубина является нормальным физиологическим процессом, способствующим выведению из организма продуктов обмена гемоглобина и миоглобина. Его концентрация определяется интенсивностью процессов распада эритроцитов, функциональной активностью ретикуло-эндотелиальной системы, а также взаимодействием других факторов, связанных с функциями печени, накоплением в крови этого пигмента и выброса его через поры кожи в наружную слизь. Билирубин у молоди ленского осетра появляется только к концу первого года выращивания и его содержание остается достаточно стабильным у двухлеток. Морфологический состав крови характеризуется выраженным полиморфизмом красных и белых клеток. Ленского осетра отличает лимфоцитарный профиль и возрастные изменения фагоцитирующих форм лейкоцитов.

Изучение биохимического состава кожной слизи ленского осетра следует продолжить, поскольку биохимия слизи может служить объективным основанием для прижизненной оценки состояния гомеостаза и адаптационных возможностей рыбы, что чрезвычайно важно при выращивании особо ценных видов рыб.

Таким образом, определенные нами параметры крови и слизи у ленского осетра разного возраста можно рассмат-

ривать как физиологическую норму для рыб, выращиваемых в условиях данного хозяйства, т.е. технологическую норму.

### Библиографический список

1. *Бекина Е.Н., Нефедова И.В.* Динамика физиолого-биохимических показателей сеголетков ленского осетра в условиях тепловодного хозяйства / Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. Межд. науч. конф., март 2005 г. Саранск, 2005. С. 26–27. — 2. *Гаркави Л.Х., Квакуна Е.Б., Уколова М.А.* Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-на-Дону, 1977. — 3. *Гербильский Н.Л.* Теория биологического прогресса осетровых и ее применение в практике осетрового хозяйства / Учен. зап. ЛГУ // Сер. биол. наук. Изд-во ЛГУ, 1962. Вып. 48. С. 8–28. — 4. *Головина Н.А.* Морфологический анализ клеток крови карпа в норме и при заболеваниях: Автореф. канд. дис. М., 1977. — 5. *Головина Н.А.* Морфофункциональная характеристика крови рыб — объектов аквакультуры: Автореф. докт. дис. М., 1996. — 6. *Житенева Л.Д., Рудницкая О.А., Калюжная Т.И.* Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб // Справочник. Ростов-на-Дону: Молот, 1997. — 7. *Житенева Л.Д., Крылова В.Д., Рудницкая О.А.* Оценка здоровья осетровых рыб по основным тест-показателям крови. Межд. науч.-практ. конф. Рациональное использование пресноводных экосистем — перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК». М., 2007. С. 386–391. — 8. *Иванов А.А.* Физиология рыб. М.: Мир, 2003. — 9. *Лебедева Н.Е.* Слизь кожи рыб — индикаторная система их физиологического состояния // Рыбн. хоз-во. Сер.: Болезни гидробионтов в аквакультуре. Аналит. и реф. инф. М.: ВНИЭРХ, 2001. Вып. 2. С. 1–23. — 10. *Лукьяненко В.И., Кулик П.В.* Физиолого-биохимическая и ры-

боводная характеристика разновозрастных производителей волго-каспийских осетровых рыб в связи с проблемой их искусственного воспроизводства. Рыбинск, 1994. — 11. *Лукьяненко В.И., Гераскин П.П.* Количественная характеристика гемоглобина крови у осетровых в морской и речной периоды жизни // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ, 22–25 февраля 1996 г. Астрахань, 1996. С. 41–42. — 12. *Микряков В.Р., Балабанова Л.В., Заботкина Е.А. и др.* Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды. М.: Наука, 2001. — 13. *Мусселиус В.А.* Лабораторный практикум по болезням рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 14. *Попов А.В.* Зависимость белкового состава сыворотки крови заводской молоди белуги от условий ее выращивания. Матер. объединенной сессии ЦНИОРХ и АзНИИРХ. Астрахань, 1971. С. 94–95. — 15. *Романова Н.Н.* Оценка стресс-реактивности рыб — объектов аквакультуры и ее коррекция психином. Автореф. канд. дис. М., 2005. — 16. *Серпухин Г.Г., Савина Л.В., Хрусталева Е.И., Величко М.С.* Гематологические показатели сеголетков стерляди при выращивании в бассейнах и садках на корме «ALLER FUTURA» в Калининградской обл. // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Матер. докл. Межд. науч.-практ. конф., 13–15 марта 2006 г., Астрахань. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 270–272. — 17. *Федосеева Е.А., Астафьева С.С.* Гематологическая норма молоди осетровых при выращивании в различных технологических режимах // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Матер. докл. Межд. науч.-практ. конф., 13–15 марта 2006 г., Астрахань. — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 273–275. — 18. *Lebedeva N.* // Advance in Fish Biology. Hindustan press, 1999. P. 177–193.

Рецензент — д. б. н. В.П. Панов

### SUMMARY

The evaluation of the river Lena sturgeon (*Acipenser baeri*, Brant 1869) physiological state, bred on industrial fish farm in Konakovo, has been made. Most informative indices of both blood and mucus have been detected — main reactive liquids which correlate with physiological status of fish organism. Principle values of homeostasis constants have been determined for the river Lena (in Siberia) sturgeon.