УДК: 639.3:597.432

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ (*ACIPENSERIDAE, ACIPENSERIFORMES*) РАЗНОГО ВОЗРАСТА, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Л. Я. Куровская, kurovskajal@mail.ru, Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН, г. Киев
В. Н. Лысенко, lisenko14@mail.ru, Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН, г. Киев
С. И. Неборачек, neborachek@mail.ru, Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН, г. Киев

Цель. *Изучить некоторые морфометрические показатели, содержание белка и лизоцима в органах и сыворотке крови у ряда видов осетровых рыб, выращиваемых в аквакультуре, возрастом 3, 8 и 18 мес., а также исследовать видовое и возрастное распределение лизоцима в органах рыб.*

Методика. *В экспериментах использовали осетровых рыб разного возраста, выращиваемых в рыбоводном хозяйстве «Фортуна XXI», расположенном в Галерном заливе р. Днепр. Объектами исследований служили: бестер «бурцевский» (Huso huso×Acipenser ruthenus) возрастом 3, 8 и 18 мес., русский осетр Acipenser gueldenstaedtii – 3 мес., сибирский осетр A. baeri и стерлядь A. ruthenus – 8 мес. У исследуемых рыб определяли морфометрические показатели: массу (г), длину (см), абсолютную массу печени, почек, селезенки (мг), рассчитывали коэффициент упитанности рыб и относительную массу (индекс, ‰) органов. В сыворотке крови и экстрактах тканей органов рыб определяли содержание лизоцима диффузионным методом на агаре и белка методом Лоури.*

Результаты*. Установлены достоверные различия морфометрических показателей, содержания белка и лизоцима в органах и сыворотке крови бестера и русского осетра возрастом 3 мес. Показаны видовые различия относительной массы органов, уровня белка и лизоцима в органах и сыворотке крови сибирского осетра, бестера и стерляди возрастом 8 мес. При сравнении исследуемых показателей бестера возрастом 3, 8 и 18 мес. показано увеличение коэффициента упитанности с ростом рыб, достоверные изменения содержания белка в органах рыб разного возраста, высокий уровень лизоцима в почках и сыворотке крови рыб возрастом 18 мес., перераспределение содержания лизоцима в органах рыб в зависимости от возраста.*

Научная новизна. *Впервые проведено сравнение ряда морфофизиологических показателей осетровых рыб (стерлядь, русский осетр, сибирский осетр, бестер) возрастом 3, 8, 18 мес., выращиваемых в аквакультуре.*

Практическая значимость*. Учитывая высокую промысловую ценность осетровых рыб, проведенные исследования показали, что в условиях садкового выращивания с использованием живых и качественных гранулированных кормов молодь и двухлетние товарные осетровые сохраняют высокий уровень общего неспецифического иммунитета, присущего осетровым рыбам, обитающим в естественных условиях.*

Ключевые слова: *осетровые рыбы, возраст рыб, морфометрические показатели, белок, лизоцим, аквакультура.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В аквакультуре Украины в настоящее время осетровые рыбы представлены следующими видами: белуга, стерлядь, осетр русский, севрюга, осетр сибирский и их гибриды. Разработаны технологии воспроизводства осетровых рыб и их выращивания в прудах, бассейнах, садках, установленных в морях, реках, озерах,

сбросных каналах тепловых электростанций, а также в емкостях замкнутых систем водообеспечения. Все эти технологии предусматривают повышенную плотность посадки рыб, при которой увеличивается риск возникновения инфекционных и паразитарных заболеваний. При защите от инфекций, а также в процессе адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды важную роль играют неспецифические механизмы системы резистентности. Одним из таких факторов является лизоцим (фермент группы гликозидаз НФ 3.2.1.17) – важная защитная молекула врожденной иммунной системы рыб [1–5]. Этот фермент присутствует в различных тканях, биологических жидкостях, секреторных выделениях. Лизоцим вовлечен в общую стрессовую реакцию, действуя в качестве белка острой фазы как очень чувствительный показатель [3, 6, 7]. Изучение уровня лизоцима у разных видов рыб в зависимости от их систематического положения показало, что наиболее высокий уровень лизоцима свойственен представителям отряда *Acipenseriformes* [2, 8]. Исследование содержания лизоцима у осетровых рыб проводилось в основном на объектах, выловленных из естественных водоемов. Известны предположения некоторых авторов о том, что сходство по активности лизоцима может быть обусловлено и генетическими связями между видами рыб [9]. Влияние различных факторов (температура, pH среды, тяжелые металлы) на содержание лизоцима изучали у амурского, русского и сибирского осетров [6, 10, 11]. Межгодовая изменчивость активности лизоцима в различные периоды жизненного цикла исследованы у русского осетра, стерляди, белуги и севрюги [12, 13].

ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННЫХ РАНЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В настоящее время существует немало информации, касающейся неспецифических механизмов системы резистентности (в частности лизоцима) у осетровых рыб, выловленных из естественных водоемов [2, 8, 13, 14]. Установлена закономерность распределения лизоцима по органам у осетровых рыб [13]. Такие данные, касающиеся молоди и старших возрастных групп осетровых рыб, выращиваемых в аквакультуре, отсутствуют. Нет данных о зависимости, или ее отсутствии, содержания лизоцима в органах рыб от массы самих органов.

Целью данной работы являлось изучение некоторых морфометрических показателей, содержания белка и лизоцима в органах и сыворотке крови у ряда видов осетровых рыб, выращиваемых в аквакультуре, возрастом 3, 8 и 18 мес., а также исследование видового и возрастного распределения лизоцима в их органах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В экспериментах использовали осетровых рыб разного возраста, выращиваемых в рыбоводном хозяйстве «Фортуна XXI», расположенном в Галерном заливе р. Днепр, куда сбрасываются теплые воды ТЭЦ-5 (г. Киев). Это полносистемное хозяйство, занимающееся выращиванием осетровых видов рыб от личинки до производителей. Объектами исследований служили: бестер «бурцевский» (*Huso huso*×*Acipenser ruthenus*), возрастом 3, 8 и 18 мес., русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii* – 3 мес., сибирский осетр *Acipenser baeri* и стерлядь *Acipenser ruthenus* – 8 мес.

Годовая динамика температуры воды в зоне расположения садков составляет 5–28°С, температура воды на момент исследования рыб – 16–18°С. Плотность

посадки рыб возрастом 3 мес. составляла 150 экз./м^2, 8 мес. – 70 экз./м^2, 18 мес. – 35 экз./м^2.

В условиях данного хозяйства первым кормом личинок осетровых рыб, перешедших на экзогенное питание, в течение 7 дней являются науплии *Artemia salina*. Затем подросшая молодь в предыдущие годы получала микрогранулы для осетровых рыб Ste Co Pre Grover-14 фирмы Coppens.

В дальнейшем рыба выращивалась на продукционном корме низкой жирности Ste Co SUPREME-10. Этот корм был выбран потому, что рыба дополнительно получала рубленную замороженную тюльку *Clupeonella cultriventris.* На протяжении последнего времени из-за отсутствия на украинском рынке кормов фирмы Coppens, стали использовать корма Aller aqua. Суточный рацион кормления для рыб возрастом 3 мес. составляет 4–5%, 8 мес. – 2%, 18 мес. – 1,5% от массы тела.

У исследуемых рыб определяли морфометрические показатели: массу (г), длину (L, см), абсолютную массу печени, почек, селезенки (мг), рассчитывали коэффициент упитанности рыб и относительную массу (индекс, ‰) органов.

Для биохимических исследований у рыб отбирали кровь из сердца (особи возрастом 3 мес.) или из хвостовой вены – у рыб старших возрастов для получения сыворотки. Использовали гомогенаты тканей печени, почек, селезенки в разведении 1:50, в которых определяли содержание лизоцима (мурамидаза) диффузионным методом на агаре и белка методом Лоури [15, 16].

Статистическую обработку результатов исследований проводили общепринятой методикой. Отличия между разными видами осетровых рыб или группами рыб разного возраста считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено три серии экспериментов. В первой серии исследовали морфофизиологические показатели бестера и русского осетра возрастом 3 мес. (табл. 1). Как видно из таблицы, русский осетр по массе и длине достоверно больше, чем бестер, однако его упитанность была ниже на 25,5% ($p<0,05–0,01$).

Таблица 1. **Морфофизиологические показатели бестера и русского осетра возрастом 3 мес., выращиваемых в аквакультуре (M±m, n=5)**

Показатель	Бестер	Русский осетр
Масса рыб, г	17,2±1,2*	28,4±3,7*
Длина рыб (L), см	15,0±0,2*	19,4±1,3*
Коэффициент упитанности	0,51±0,01*	0,38±0,04*
Абсолютная масса, мг		
Печень	193,5±22,4*	358,2±36,7*
Почки	32,7±10,1*	95,3±12,6*
Селезенка	29,2±6,4	45,7±7,1
Относительная масса (индекс), ‰		
Печень	12,2±1,4	13,5±2,1
Почки	2,2±0,3*	4,2±0,8*
Селезенка	1,9±0,1*	1,5±0,05*
Содержание белка, г/100 г ткани		
Печень	2,7±0,1*	3,1±0,1*
Почки	2,7±0,3	2,9±0,1
Селезенка	2,6±0,2	2,8±0,1
Сыворотка крови, г/л	17,8±1,6*	22,5±0,4*

Продолжение табл. 1

Показатель	Бестер	Русский осетр
Содержание лизоцима, мкг/г ткани		
Печень	27,4±2,1	28,2±1,0
Почки	231,7±39,7*	494,9±65,5*
Селезенка	138,7±16,5*	47,1±6,3*
Сыворотка крови, мкг/мл	29,7±3,1*	7,1±1,1*

**Примечание*. Здесь и далее: * – различия между данными осетровых рыб достоверны (пояснения в тексте)

Сравнение абсолютной массы внутренних органов у бестера и русского осетра возрастом 3 мес. показало, что масса печени и почек у последнего достоверно выше, чем у первого ($p<0,01$), а масса селезенки у русского осетра хоть и выше, но достоверного различия не установлено из-за довольно большого разброса показателей массы органа. Относительная масса печени достоверно не различалась у рыб обоих видов; индекс почек выше у русского осетра в 1,9 раза, индекс селезенки – у бестера – в 1,3 раза ($p<0,05–0,01$). Эти показатели свидетельствуют о неодинаковом увеличении массы почек и селезенки к 3-х месячному возрасту русского осетра и бестера. Анализ показателей абсолютной и относительной массы печени, почек и селезенки является важным, так как в этих органах содержится лизоцим, являющийся одним из факторов естественной резистентности или врожденного иммунитета рыб [6].

Поскольку защитные соединения, присутствующие в сыворотке крови и тканях органов, как правило, имеют белковую природу, активность гуморальных неспецифических факторов тесно связана с уровнем содержания белка в сыворотке крови и тканях органов (почки, печень, селезенка) [17]. В органах и сыворотке крови русского осетра содержание белка выше, чем у бестера, однако достоверные различия установлены только для печени и сыворотки крови ($p<0,05$).

Уровень лизоцима в печени бестера и русского осетра отличается незначительно, в почках этот показатель выше у русского осетра в 2,1 раза, в селезенке и сыворотке крови ниже в 2,9 и 4,2 раза ($p<0,01–0,001$).

Распределение лизоцима от максимального значения к минимальному по органам у бестера таково: почки – селезенка – сыворотка крови – печень, у русского осетра: почки – селезенка – печень – сыворотка крови, однако абсолютные значения лизоцима у двух исследуемых видов рыб существенно различаются, кроме показателей их в печени. Возможно, существует зависимость между относительной массой органов у исследуемых осетровых рыб данного возраста и содержанием лизоцима в них. Уровень лизоцима в печени одинаков при равной относительной массе органа. В почках и селезенке русского осетра и бестера уровень лизоцима больше в том органе, у которого выше относительная масса. В данной серии опытов не установлена прямая зависимость между содержанием белка в органах и сыворотке крови и уровнем лизоцима у исследуемых осетровых рыб, хотя в литературе имеются сведения о такой зависимости, в частности у судака [17].

Во второй серии опытов сравнивали морфофизиологические показатели сибирского осетра, бестера и стерляди возрастом 8 мес. (табл. 2).

Масса сибирского осетра была наименьшей и достоверно отличалась от показателей других видов рыб ($p<0,01–0,001$). Однако по длине и упитанности исследуемые виды рыб достоверных различий не показали.

Таблица 2. **Морфофизиологические показатели некоторых видов осетровых рыб возрастом 8 мес., выращиваемых в аквакультуре (M±m, n=5)**

Показатель	Сибирский осетр	Бестер	Стерлядь
Масса рыб, г	406,7±15,1*	586,3±17,7*	496,3±12,2*
Длина рыб (L), см	38,5±2,0	42,7±1,9	39,7±1,8
Коэффициент упитанности	0,70±0,07	0,75±0,10	0,79±0,12
Абсолютная масса, мг			
Печень	8903±636*	9613±558*	4707±257*
Почки	782±48	907±65	927±57
Селезенка	1077±40*	1308±32*	910±21*
Относительная масса (индекс), ‰			
Печень	21,9±1,1*	16,4+0,8*	9,5±0,6*
Почки	1,9±0,1*	1,5±0,05*	1,8±0,1*
Селезенка	2,6±0,2*	2,2±0,3	1,8±0,1*
Содержание белка, г/100 г ткани			
Печень	3,1±0,1*	5,0±0,6*	12,7±2,3*
Почки	3,1±0,2*	5,3±0,8*	12,3±1,7*
Селезенка	3,0±0,04*	5,3±0,7*	9,0±1,7*
Сыворотка крови, г/л	20,3±2,3	17,7±2,2	19,0±2,1
Содержание лизоцима, мкг/г ткани			
Печень	23,9±1,2*	119,2±10,9*	27,3±3,9*
Почки	26,8±1,3*	72,9±8,4*	1242,9±20,5*
Селезенка	27,1±1,5*	27,7±1,8*	61,3±6,3*
Сыворотка крови, мкг/мл	35,7±2,2*	5,9±1,2*	36,1±3,6*

По абсолютной массе печень стерляди в 1,9 и 2,0 раза меньше печени сибирского осетра и бестера ($p<0,001$). Масса почек у трех исследуемых видов осетровых рыб достоверно не различалась между собой, однако, у стерляди она оказалась наивысшей. У бестера отмечена наиболее высокая абсолютная масса селезенки, а у стерляди она самая низкая ($p<0,01–0,001$). У последней установлена низкая относительная масса печени и селезенки по сравнению с органами сибирского осетра и бестера ($p<0,05–0,001$).

Таким образом, среди трех исследуемых видов осетровых рыб у стерляди, масса которой занимала среднее положение к 8-месячному возрасту, печень и селезенка имели самые низкие значения по массе. У сибирского осетра, масса которого была наименьшей, показатели относительной массы органов были самыми высокими.

Содержание белка в тканях исследуемых органов зависело от вида рыбы: у бестера этот показатель выше в 1,6–1,8 раза, у стерляди – в 3,0–4,1 раза по сравнению с уровнем белка в органах сибирского осетра ($p<0,05–0,001$). В сыворотке крови разных видов осетровых рыб не установлено достоверных различий в содержании белка. Отличия уровня белка в сыворотке крови исследуемых рыб составили от 6,4 до 12,8%.

Максимальное содержание белка в сыворотке крови наблюдалось у сибирского осетра, минимальное – у бестера. Если в органах каждого вида исследуемых осетровых рыб возрастом 8 мес. отмечено приблизительно одинаковое содержание белка, то в отношении концентрации лизоцима такого

сказать нельзя, кроме сибирского осетра, у которого содержание лизоцима в органах низкое, а в сыворотке крови несколько выше.

У бестера отмечена высокая концентрация лизоцима в печени, ниже – в почках и совсем низкая – в сыворотке крови. Самый высокой уровень лизоцима установлен в почках стерляди, в селезенке и сыворотке крови этот показатель намного ниже первого, однако его абсолютные значения в этих тканях превышают или почти равны показателям у бестера и сибирского осетра ($p<0,001$).

Распределение лизоцима по органам рыб по мере убывания следующее: сибирский осетр – сыворотка крови – селезенка – почки – печень; бестер – печень – почки – селезенка – сыворотка крови; стерлядь – почки – селезенка – сыворотка крови – печень.

В этой серии опытов показано, что у сибирского осетра возрастом 8 мес., по сравнению с другими видами рыб этого возраста, наблюдались низкие значения массы, коэффициента упитанности, уровня белка и лизоцима в тканях органов при более высоком их индексе, показывающем отношение массы органа к массе тела рыбы данного возраста. Самое высокое содержание лизоцима отмечено в органах (почки и селезенка) и сыворотке крови стерляди. Ранее проведенные исследования содержания лизоцима в органах и сыворотке крови осетровых рыб (стерлядь, русский осетр, севрюга, белуга), отловленных в р. Волге, показали высокий уровень лизоцима именно у стерляди [13, 14].

Авторы установили следующую закономерность распределения содержания лизоцима у осетровых рыб по убыванию значений: почки – селезенка – печень – сыворотка крови, и указали, что такое распределение фермента не зависит от видовой принадлежности рыб. В нашем опыте ни один из видов исследованных осетровых рыб возрастом 8 мес. не отвечал такой закономерности. Возможно, выращивание осетровых рыб в аквакультуре при использовании искусственных кормов, повышенной температуре воды и плотности посадки изменяет закономерность распределения лизоцима в органах и сыворотке крови рыб в отличие от той, которая имеется у осетровых, обитающих в естественных условиях.

В третьей серии опытов исследовали морфофизиологические показатели бестера возрастом 18 мес. и провели сравнительный анализ изменений этих показателей у рыб возрастом 3, 8 и 18 мес. (табл. 3).

Масса рыб возрастом 18 мес. увеличилась в 93,8 раза, длина в 3,9 раза, упитанность в 1,5 раза по сравнению с показателями рыб возрастом 3 мес. ($p<0,01$).

Абсолютная масса печени увеличилась в 49,7 и 123,3 раза, почек – 27,7 и 112,5 раз, селезенки – 44,8 и 149,0 раз по сравнению с массой органов рыб возрастом 3 и 8 мес. соответственно. Следует отметить отставание в увеличении массы почек у бестера возрастом 8 мес. по сравнению с другими органами. Относительная масса печени была наивысшей у рыб возрастом 8 мес., почек и селезенки – у рыб возрастом 18 мес. ($p<0,05–0,01$).

Определение содержания белка в тканях органов у рыб возрастом 3 и 18 мес. показало одинаковые значения, а у бестера возрастом 8 мес. по сравнению с этими данными уровень белка был выше в 1,9–2,0 во всех органах ($p<0,05–0,01$). В сыворотке крови содержание белка не различалось у рыб меньших возрастных

групп; у бестера возрастом 18 мес. уровень белка увеличился в 1,2 раза.

Таблица 3. **Морфофизиологические показатели бестера разного возраста, выращиваемого в аквакультуре (M±m, n=5)**

Показатель	Возраст рыб		
	3 мес.	8 мес.	18 мес.
Масса рыб, г	17,2±1,2	586,3±17,7	1613,3±35,5
Длина рыб (L), см	15,0±0,8	42,7±1,9	58,8±3,6
Коэффициент упитанности	0,51±0,01*	0,75±0,10*	0,79±0,04*
Абсолютная масса, мг			
Печень	193,5±22,4	9613±558	23860±239
Почки	32,7±10,1	907±65	3680±64
Селезенка	29,2±6,4	1308±32	4353±136
Относительная масса (индекс), ‰			
Печень	12,2±1,4*	16,4+0,8*	14,8±0,2
Почки	2,2±0,3*	1,5±0,05*	2,3±0,2*
Селезенка	1,9±0,1*	2,2±0,3	2,7±0,4*
Содержание белка, г/100 г ткани			
Печень	2,7±0,1*	5,0±0,6*	2,6±0,1*
Почки	2,7±0,3*	5,3±0,8*	2,8±0,1*
Селезенка	2,6±0,2*	5,3±0,7*	2,6±0,2*
Сыворотка крови, г/л	15,8±1,6	15,7±2,2	19,3±1,5
Содержание лизоцима, мкг/г ткани			
Печень	27,4±2,1*	119,2±10,9*	28,4±1,8*
Почки	231,7±39,7*	72,9±8,4*	462,9±59,0*
Селезенка	138,7±16,5*	27,7±1,8*	30,4±2,1*
Сыворотка крови, мкг/мл	29,7±3,1*	5,9±1,2*	30,0±2,2*

При определении содержания лизоцима у бестера разного возраста установлена большая амплитуда показателей. В печени рыб возрастом 8 мес., у которых высокие показатели индекса органа и концентрации белка, зарегистрировано самое высокое содержание лизоцима по сравнению с данными рыб других возрастов. В печени бестера возрастом 3 и 18 мес., у которых установлены низкий уровень белка и более низкая относительная масса органа, содержание лизоцима ниже в 4,4 и 4,2 раза соответственно по сравнению с показателями 8-месячных рыб ($p<0,001$). Однако такая закономерность отмечается только для печени бестера. В почках рыб возрастом 3 и 18 мес. при более высоком значении относительной массы и низком уровне белка отмечено повышенное содержание лизоцима, по сравнению с рыбами возрастом 8 мес. ($p<0,05–0,001$).

Наивысший уровень лизоцима отмечен в почках рыб возрастом 18 мес. В селезенке 3-месячного бестера при более низких значениях индекса органа и уровня белка, содержание лизоцима в 5 и 4,6 раза выше, чем у рыб старших возрастов, у которых наблюдался более высокий уровень относительной массы органа ($p<0,001$). В сыворотке крови концентрация лизоцима у рыб возрастом 3 и 18 мес. одинакова, а у рыб возрастом 8 мес. снижена в 5 раз ($p<0,001$). Распределение лизоцима по убыванию в органах бестера по возрастам следующее: 3 и 18 мес. – почки – селезенка – сыворотка крови – печень, 8 мес. – печень – почки – селезенка – сыворотка крови. Как видим, распределение лизоцима по органам у бестера возрастом 3 и 18 мес. совпадает, а у рыб возрастом 8 мес. наблюдается перераспределение концентрации лизоцима между печенью и сывороткой крови.

Известно, что печень у рыб, кроме пищеварительной и метаболической функций, выполняет еще и разнообразные иммунные функции, поэтому лизоцим присутствует в тканях этого органа [6]. Концентрация фермента в тканях определяется структурно-функциональной организацией исследуемых органов, а размах колебаний зависит от многих факторов. Так как у 8-месячного бестера установлена более высокая относительная масса печени, т.е. печень к этому возрасту рыб по массе увеличивалась быстрее по сравнению с рыбами других возрастов, то и структурно-функциональная организация органа рыб этого возраста имела свои отличия, что отразилось на содержании лизоцима. А вот уровень лизоцима в почках, селезенке и сыворотке крови рыб возрастом 8 мес. оказался ниже, чем в органах бестера других возрастов. В данном случае наблюдается возрастное перераспределение содержания лизоцима. Как показано выше (см. табл. 2), в печени сибирского осетра возрастом 8 мес., у которого установлена высокая относительная масса органа, уровень лизоцима низкий. В этом случае на первый план выходят видовые изменения уровня лизоцима в печени, которые отражают закономерно невысокое распределение лизоцима в этом органе у осетровых рыб [2].

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Установлены достоверные различия морфометрических показателей, содержания белка в печени и сыворотке крови, лизоцима в почках, селезенке и сыворотке крови бестера и русского осетра возрастом 3 мес.

Показаны видовые различия относительной массы органов, содержания белка и лизоцима в печени, почках, селезенке и сыворотке крови сибирского осетра, бестера и стерляди возрастом 8 мес.

При сравнении исследуемых показателей бестера возрастом 3, 8 и 18 мес. показано увеличение коэффициента упитанности с ростом рыб, достоверные изменения содержания белка в органах рыб разного возраста, высокий уровень лизоцима в почках и сыворотке рыб возрастом 18 мес., перераспределение содержания лизоцима в органах рыб в зависимости от возраста.

В результате проведенных исследований некоторых морфометрических показателей, уровня белка и лизоцима у осетровых рыб, выращиваемых в аквакультуре, показаны видовые и возрастные изменения исследуемых показателей. Распределение лизоцима в органах и сыворотке крови осетровых рыб не всегда зависит от относительной массы органа и содержания белка в нем.

В условиях садкового выращивания с использованием качественных гранулированных кормов молодь и двухлетние товарные осетровые сохраняют высокий уровень общего неспецифического иммунитета, присущего осетровым рыбам, обитающим в природных условиях. Естественный иммунитет или система неспецифической резистентности являются первым барьером на пути проникновения в организм рыбы возбудителей инфекции, поэтому разработка различных подходов, направленных на повышение устойчивости рыб (в частности, осетровых) к заболеваниям, является очень важной. Параметры иммунитета рыб, как особо чувствительной физиолого-биохимической системы, могут рассматриваться в качестве перспективных биоиндикаторов для оценки состояния рыб и их среды обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кольман Г. С. Влияние температуры и pH среды инкубации на бактериологическую активность лизоцима плазмы крови русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) / Г. С. Кольман, Р. В. Кольман //

Известия Калининградского технического университета. — 2004. — № 5 : Инновации в науке и образовании – 2003 : Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию высшего рыбохозяйственного образования в России : мат. — С. 23—27.

2. Куровская Л. Я. Лизоцим – биомаркер физиологического состояния рыб при заражении эктопаразитами / Л. Я. Куровская // Паразитология в изменяющемся мире : V съезд Паразитологического общества при РАН : Всерос. конф. с междунар. участием : тезисы докл. — Новосибирск, 2013. — С. 101.
3. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований / Лабинская А. С. — М. : Медицина, 1978. — 178 с.
4. Лапирова Т. Б. Сравнительный анализ некоторых иммунологических параметров крови щуки *Esox lucius* (L.) и судака *Stizostedion lucioperca* (L.) / Т. Б. Лапирова, Е. А. Флерова // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2013. — № 1. — С. 140—145. — (Серия: Рыбное хозяйство).
5. Влияние сублетальных концентраций солей ртути, кадмия и меди на содержание лизоцима в тканях молоди ленского осетра *Acipenser baeri* / Т. Б. Лапирова, В. Р. Микряков, А. С. Маврин [и др.] // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. — 2000. — Т. 36, № 1. — С. 37—39.
6. Строев Е. А. Практикум по биологической химии / Е. А. Строев, П. П. Макарова. — М. : Высшая школа, 1986. — 231 с.
7. Субботкина Т. А. Лизоцим сыворотки крови и лейкоцитов русского осетра / Т. А. Субботкина // XIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб : тезисы докл. Т. 2. — Петрозаводск, 1992. — С. 121—122.
8. Субботкина Т. А. Межгодовая изменчивость активности лизоцима сыворотки крови севрюги в различные периоды жизненного цикла / Т. А. Субботкина, М. Ф. Субботкин // Осетровые на рубеже XXI века : Междунар. конф. : тезисы докл. — Астрахань, 2000. — С. 197—198.
9. Субботкина Т. А. Лизоцим четырех видов осетровых рыб сем. *Acipenseridae* р. Волги / Т. А. Субботкина, М. Ф. Субботкин // Биология внутренних вод. — 2002. — № 2. — С. 88—93.
10. Субботкина Т. А. Содержание лизоцима в органах и сыворотке крови у различных видов рыб р. Волги / Т. А. Субботкина, М. Ф. Субботкин // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. — 2003. — Т. 39, № 5. — С. 430—437.
11. Субботкина Т. А. Содержание лизоцима у различных видов рыб в зависимости от их систематического положения / Т. А. Субботкина, М. Ф. Субботкин // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов : Всерос. науч.-практ. конф. : тезисы докл. — М. : Россельхозакадемия, 2003. — С. 129—130.
12. Субботкина Т. А. Уровень лизоцима у рыб различного систематического положения / Т. А. Субботкина, М. Ф. Субботкин // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов : II науч. конф. с участием стран СНГ : тезисы докл. — Петрозаводск, 2007. — С. 149—150.
13. Субботкина Т. А. Лизоцим сыворотки крови объектов аквакультуры (отряды *Cypriniformes* и *Perciformes*) Центрального Вьетнама / Т. А. Субботкина, М. Ф. Субботкин // Вестник Астраханского государственного технического университета. — 2012. — № 2. — С. 140—147. — (Серия: Рыбное хозяйство).
14. Hua Yuping. Levels of a lysozyme in serum and other tissues of yearlings of the Amur sturgeon / Hua Yuping, Liu Hongbai, Zhang Ying // Dongbei linye daxue

xuebao = Journal Northeast Forestry University. — 2005. — Vol. 33, № 3. — P. 63—66.
15. Study on lysozyme activity fish species / O. Lie, O. Evensen, A. Sorensen [et al.] // Diseases Aquatic Organisms. — 1989. — № 6. — P. 1—5.
16. Saurabh Shailesh. Lysozyme: An important defense molecule of fish innate immune system / Saurabh Shailesh, Sahoo P. R. // Aquaculture Research. — 2008. — Vol. 39, № 3. — P. 223—239.
17. Tort L. Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses / L. Tort, J. C. Balasch, S. Mackenzie // Immunology. — 2003. — Vol. 22, № 3. — P. 277—286.
18. Zheng Qing-mei. Progress in researches of a lysozyme of aquatic organisms / Zheng Qing-mei, Wu Rui-quan, Ye Xing // Shanghai shichan daxue xuebao = Journal Shanghai Fish University. — 2006. — Vol. 15, № 4. — P. 483—487.

REFERENCES

1. Kol'man, G. S., & Kol'man, R. V. (2004). Vliyanie temperatury i pH sredy inkubatsii na bakteriologicheskuyu aktivnost' lizotsima plazmy krovi russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833). Innovatsii v nauke i obrazovanii – 2003: Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 90-letiyu vysshego rybokhozyaystvennogo obrazovaniya v Rossii. *Izvestiya Kaliningradskogo tekhnicheskogo universiteta, 5,* 23-27.
2. Kurovskaya, L. Ya. (2013). Lizotsim – biomarker fiziologicheskogo sostoyaniya ryb pri zarazhenii ektoparazitami. *Parazitologiya v izmenyayushchemsya mire. Materialy V s'ezda Parazitologicheskogo obshchestva pri RAN: Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem.* Novosibirsk, 101.
3. Labinskaya, A. S. (1978). *Mikrobiologiya s tekhnikoy mikrobiologicheskikh issledovaniy*. Moskva: Meditsina.
4. Lapirova, T. B., & Flerova, E. A. (2013). Sravnitel'nyy analiz nekotorykh immunologicheskikh parametrov krovi shchuki *Esox lucius* (L.) i sudaka *Stizostedion lucioperca* (L.). *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo, 1,* 140-145.
5. Lapirova, T. B., Mikryakov, V. R., Mavrin, A. S., & Vinogradov, G. A. (2000). Vliyanie subletal'nykh kontsentratsiy soley rtuti, kadmiya i medi na soderzhanie lizotsima v tkanyakh molodi lenskogo osetra *Acipenser baeri*. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimii i fiziologii, 36(1),* 37-39.
6. Stroev, E. A., & Makarova, P. P. (1986). *Praktikum po biologicheskoy khimii.* Moskva: Vysshaya shkola.
7. Subbotkina, T. A. (1992). Lizotsim syvorotki krovi i leykotsitov russkogo osetra. *XIII nauch. konf. po ekologicheskoy fiziologii i biokhimii ryb, 2.* Petrozavodsk, 121-122.
8. Subbotkina, T. A., & Subbotkin, M. F. (2000). Mezhgodovaya izmenchivost' aktivnosti lizotsima syvorotki krovi sevryugi v razlichnye periody zhiznennogo tsikla. *Osetrovye na rubezhe XXI veka: Mezhdunar. konf.* Astrakhan', 197-198.
9. Subbotkina, T. A., & Subbotkin, M. F. (2002). Lizotsim chetyrekh vidov osetrovykh ryb sem. *Acipenseridae* r. Volgi. *Biologiya vnutrennikh vod, 2,* 88-93.
10. Subbotkina, T. A., &. Subbotkin, M. F. (2003). Soderzhanie lizotsima v organakh i syvorotke krovi u razlichnykh vidov ryb r. Volgi. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimii i fiziologii, 39(5),* 430-437.
11. Subbotkina, T. A., & Subbotkin, M. F. (2003). Soderzhanie lizotsima u razlichnykh vidov ryb v zavisimosti ot ikh sistematicheskogo polozheniya. *Problemy patologii,*

immunologii i okhrany zdorov'ya ryb i drugikh gidrobiontov: Vseros. nauch.-prakt. konf. Moskva: Rossel'khozakademiya, 129-130.

12. Subbotkina, T. A., & Subbotkin, M. F. (2007). Uroven' lizotsima u ryb razlichnogo sistematicheskogo polozheniya. *Sovremennye problemy fiziologii i biokhimii vodnykh organizmov: II nauch. konf. s uchastiem stran SNG.* Petrozavodsk, 149-150.
13. Subbotkina, T. A., & Subbotkin, M. F. (2012). Lizotsim syvorotki krovi ob'ektov akvakul'tury (otryady *Cypriniformes* i *Perciformes*) Tsentral'nogo V'etnama. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo*, *2*, 140-147.
14. Hua,Yuping, Liu, Hongbai, & Zhang, Ying. (2005). Levels of a lysozyme in serum and other tissues of yearlings of the Amur sturgeon. *Dongbei linye daxue xuebao = Journal Northeast Forestry University*, *33(3)*, 63-66.
15. Lie, O., Evensen, O., Sorensen, A., & Froysadal, E. (1989). Study on lysozyme activity fish species. *Diseases Aquatic Organisms*, *6*, 1-5.
16. Saurabh, Shailesh, & Sahoo, P. R. (2008). Lysozyme: An important defense molecule of fish innate immune system. *Aquaculture Research*, *39(3)*, 223-239.
17. Tort, L., Balasch, J. C., & Mackenzie, S. (2003). Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. *Immunology*, *22(3)*, 277-286.
18. Zheng, Qing-mei, Wu, Rui-quan, & Ye, Xing. (2006). Progress in researches of a lysozyme of aquatic organisms. *Shanghai shichan daxue xuebao = Journal Shanghai Fish University*, *15(4)*, 483-487.

МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДЕЯКИХ ВИДІВ ОСЕТРОВИХ РИБ (*ACIPENSERIDAE, ACIPENSERIFORMES*) РІЗНОГО ВІКУ, ЩО ВИРОЩУЮТЬСЯ В АКВАКУЛЬТУРІ

Л. Я. Куровська, kurovskajal@mail.ru, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН, м. Київ

В. М. Лисенко, lisenko14@mail.ru, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН, м. Київ

С. І. Неборачек, neborachek@mail.ru, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН, м. Київ

Мета. *Вивчити деякі морфометричні показники, вміст білка та лізоциму в органах і сироватці крові у ряду видів осетрових риб, що вирощуються в аквакультурі, віком 3, 8 та 18 міс., а також дослідити видовий та віковий розподіл лізоциму в органах риб.*

Методика. *В експериментах використовували різновікових осетрових риб, що вирощуються у рибницькому господарстві «Фортуна XXI», яке знаходиться у Галерній затоці р. Дніпро. Об'єктами досліджень слугували: бестер «бурцевський» (Huso huso×Acipenser ruthenus) віком 3, 8 та 18 міс., російський осетер Acipenser gueldenstaedtii – 3 міс., сибірський осетер A. baeri та стерлядь A. ruthenus – 8 міс. У дослідних риб визначали морфометричні показники: масу (г), довжину (см), абсолютну масу печінки, нирок, селезінки (мг), розраховували коефіцієнт вгодованості риб та відносну масу (індекс, ‰) органів. В сироватці крові та в екстрактах тканин органів риб визначали вміст лізоциму дифузійним методом на агарі та білка методом Лоурі.*

Результати*. Встановлено достовірні відмінності за морфометричними показниками, вмістом білка та лізоциму в органах і сироватці крові бестера та російського осетра віком 3 міс. Показані видові відмінності відносної маси органів, рівня білка та лізоциму в органах і сироватці крові сибірського осетра, бестера та стерляді віком 8 міс. При порівнянні досліджуваних показників бестера віком 3, 8 та 18 міс. показано збільшення коефіцієнта вгодованості з ростом риб, достовірні зміни вмісту білка в органах риб різного віку, високий рівень лізоциму в нирках та сироватці крові риб віком 18 міс., перерозподіл вмісту лізоциму*

в органах риб в залежності від віку.

Наукова новизна. *Вперше проведено порівняння ряду морфофізіологічних показників осетрових риб (стерлядь, російський осетер, сибірський осетер, бестер) віком 3, 8, 18 міс., що вирощуються в аквакультурі.*

Практична значимість*. Враховуючи високу промислову цінність осетрових риб, проведені дослідження показали, що в умовах садкового вирощування з використанням якісних гранульованих кормів молодь та дволітні товарні осетрові риби зберігають високий рівень загального неспецифічного імунітету, який притаманний осетровим рибам, що мешкають в природних умовах.*

Ключові слова: *осетрові риби, вік риб, морфометричні показники, білок, лізоцим, аквакультура.*

MORPHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF SOME STURGEON SPECIES (*ACIPENSERIDAE, ACIPENSERIFORMES*) OF DIFFERENT AGE GROUPS REARED IN AQUACULTURE

L. Kurovskaya, kurovskajal@mail.ru, Schmalhausen Institute of Zoology, NAS, Kyiv
V. Lysenko, lisenko14@mail.ru, Schmalhausen Institute of Zoology, NAS, Kyiv
S. Neborachek, neborachek@mail.ru, Schmalhausen Institute of Zoology, NAS, Kyiv

Purpose. *To study some morphometric parameters, protein and lysozyme content in organs and serum in several sturgeon species reared in aquiculture at the ages of 3, 8 and 18 months, and to investigate the specific and age distribution of lysozyme in fish organs.*

Methodology. *For the experiments we used sturgeon species of different age groups reared in the fish farm «Fortuna XXI» located in the Galerny Gulf of the Dnepr river. The study objects were: bester (Huso huso×Acipenser ruthenus), age of 3, 8 and 18 months; Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii), age of 3 months, Siberian sturgeon (A. baeri) and sterlet (A. ruthenus), age of 8 month. Following morphometric parameters were determined in the studied fish: weight (g), length (cm), absolute weight of liver, kidneys, spleen (mg), condition factor and relative weight (index, ‰) of organs. The lysozyme content was determined in serum and extracts of the tissues of fish organs by a diffusion method on the agar and protein content was determined by Louri's method.*

Findings. *We detected significant differences in morphometric parameters, protein and lysozyme content in organs and serum of 3-month bester and Russian sturgeon as well as specific differences of relative organ weight, protein and lysozyme levels in organs and serum of 8-month Siberian sturgeon, bester and sterlet. A comparison of the investigated parameters in 3, 8 and 18-month bester showed an increase in the condition factor with fish growth, significant changes of protein content in fish of different age groups, high level of lysozyme in kidneys and serum of 18-month fish, redistribution of lysozyme contents in fish organs depending on age.*

Originality. *First comparison of several morphophysiological parameters of 3, 8, 18-month sturgeon species (sterlet, Russian sturgeon, Siberian sturgeon, bester) reared in aquiculture.*

Practical value. *Taking into account the high commercial value of sturgeon species, the conducted studies showed that in the conditions of cage culture with the use of live and high quality granulated feeds, juveniles and age 2 commodity sturgeons maintain the high level of general nonspecific immunity inherent to sturgeon species living in natural conditions.*

Keywords: *sturgeons, fish age, morphometric parameters, protein, lysozyme, aquaculture.*