

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

**Материалы VII Международного Балтийского морского форума
7-12 октября 2019 года**

Том 3

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

VII Международная научная конференция

Электронное издание

**Калининград
Издательство БГАРФ
2019**

УДК 001.89:57

Сост.: Кострикова Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Грунтов А.В., начальник БГАРФ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Яфасов А.Я., начальник Управления инновационной деятельности КГТУ; Бондарев В.А., декан судоводительского факультета БГАРФ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Мезенова О.Я., зав. кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: *материалы VII Международного Балтийского морского форума 7-12 октября 2019 года* [Электронный ресурс]: в 6 томах. Т. 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VII Международная научная конференция. - Электрон. дан. - Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. - 1 электрон. опт. диск.

Балтийский морской форум является ежегодным масштабным международным научно-практическим мероприятием, объединяющим под своей эгидой ряд научных конференций, круглых столов и мастер-классов, посвященных тематике развития науки и образования в морской отрасли, промышленности, сельском хозяйстве Балтийского региона и РФ в целом. Целью форума является обмен научно-техническими достижениями, расширение научно-технического сотрудничества и выработка эффективных алгоритмов реализации новаторских идей в области судостроения, информационных технологий, аквакультуры, экологии, сельского хозяйства, пищевой биотехнологии, водных биоресурсов и технологий продуктов здорового питания. Международный Балтийский морской форум предоставляет уникальную возможность расширить научные и деловые связи, представить экспертному сообществу результаты научного поиска.

В рамках VII Международного Балтийского морского форума состоятся конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2019»**, XVII Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VII Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VII Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VIII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, VI Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, V Международная научная конференция;
- **«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»**, V Международная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии на транспорте»**, Круглый стол;
- **«Инновационное предпринимательство – 2019»**, V Международная конференция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков П.И. Рыбы: Популярный энциклопедический справочник (Животный мир Белоруссии). – Минск, 1989. – 311 с.
2. Ихтиология / Пономарев С.В, Боканева Ю.М, Федоровых Ю.В. – М.: Моркнига, 2014. – 568 с.
3. Eel Biology / Aida, K., Tsukamoto, K., Yamauchi, K. – Tokio: Springer-Verlag, 2012. – 484 p.
4. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных животных / С.С.Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский // Сб. науч. тр. Ин-та экологии растений и животных. – Л.: УФАН СССР, 1968. – Вып.58. – С. 459 – 466.
5. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 142 с.
6. Silvering of European eel (*Anguilla anguilla*L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters / Van Ginneken V., C. Durif, S.P. Balm and et al. // Biology, 2007. – Т.57. – pp. 63-77.
7. Preliminary investigation on morphometric and biometric characteristics of female and male silver and yellow *Anguilla anguilla*, from eastern Mediterranean (Goksu delta/Turkey) / F. Rad , M. Barış, S. A. Bozaoğlu and et al.// Faculty of Fisheries: University Journal of Fisheries Sciences, 2013. – 89 p.

MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FINGERLINGS EEL

Kurapova Tatyana Mikhailovna, PhD, Associate Professor of AK;
Khrustalev Evgeny Ivanovich, PhD, Professor, Department of AK

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tkurapova@inbox.ru, chrustaqua@rambler.ru

Currently, eel is one of the most interesting aquaculture sites. Under natural conditions, a sharp decline in population numbers is noted. However, the literature data are few and mainly reflect the condition of the fish in natural populations or data on parasitological studies. The aim of the work was to study the morphological and physiological indices when grown under the conditions of a closed cycle of water supply (RAS). As a result, morphophysiological indicators were determined when grown in eel fingerlings

УДК 639.3

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИЗОЦИМА ВО ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ СЕГОЛЕТКОВ УГРЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УЗВ

Курапова Татьяна Михайловна, канд. биол. наук, доцент кафедры АК;
Молчанова Ксения Андреевна, канд. биол. наук, вед. инженер кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tkurapova@inbox.ru, kseniya.elfimova@klgtu.ru

При выращивании рыб в искусственных условиях уделяют особое внимание физиологическому состоянию как показателю «здоровья» рыбы, позволяющему вовремя откорректировать биотехнические процессы выращивания. Особое место в оценке физиологического статуса принадлежит иммунологическим показателям. В работе была поставлена цель оценить концентрацию лизоцима, как показателя неспецифического иммунитета, у сеголетков угря, выращиваемых в бассейнах установки замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ)

Обзор литературы

Европейский угорь (*Anguilla anguilla*) катадромный вид рыб, имеющий сложный жизненный цикл, который и делает его, по мнению ряда ученых, вероятно, одним из наиболее уязвимых видов рыб [1].

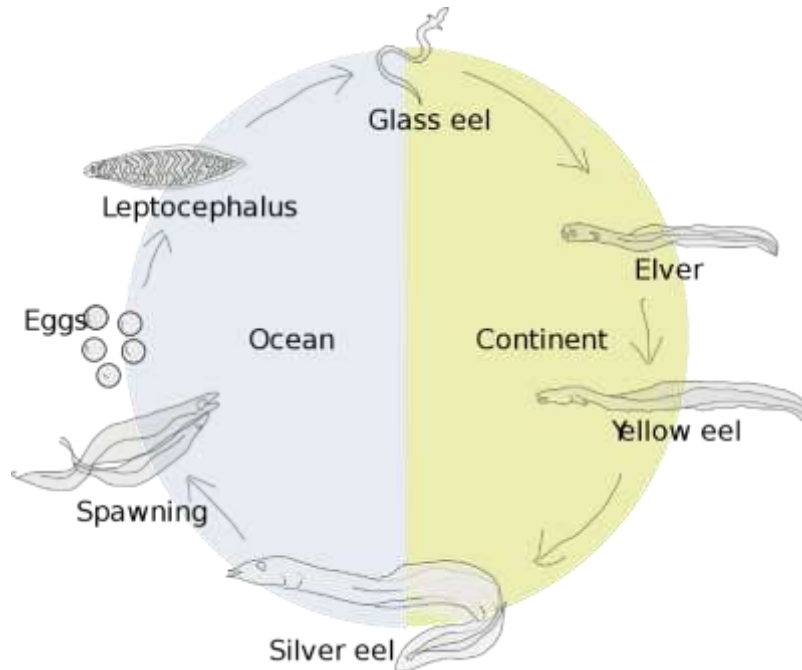


Рис. 1. Жизненный цикл европейского угря [2]

С начала 80-х годов прошлого столетия резко снизилось количество «стекловидных» личинок угря, заходящих в континентальные воды Европы. Причины такого снижения неопределенны, но могут быть вызваны рядом факторов – чрезмерным прессом рыболовства, хищничеством, загрязнением водоемов, прессом паразитов и перекрытием миграционных маршрутов [3].

Резкое снижение численности популяций привело к возрастанию интереса к этому виду со стороны рыбоводов и в последние годы европейский угорь относится к перспективным объектам аквакультуры. Выращивание угрей основано на использовании выловленных в естественных условиях стекловидных личинок. Биотехника выращивания угря в промышленных условиях была разработана еще в 20 веке, но постоянно подвергается совершенствованию. Наряду с несомненными преимуществами при выращивании в промышленных условиях есть и отрицательные – высокие плотности посадки могут негативно повлиять на иммунитет угря, в результате полиэтиологического стресса, увеличивающего восприимчивость к инфекционным и алиментарным заболеваниям [4].

Одной из защитных реакций организма является **иммунитет** (от лат. *immunitas* — освобождение, избавление) — невосприимчивость организма к патогенным возбудителям, их ядам или каким-либо инородным для организма веществам. Иммунологические реакции рыб — пойкилотермных животных — иные, чем у теплокровных животных. Проявление иммунитета у рыб зависит от температуры их тела, которая тесно связана с температурой воды [5].

Различают врожденный и приобретенный иммунитет. *Врожденный*, или видовой, иммунитет — это невосприимчивость к заболеванию, характерная для данного вида рыб и передающаяся по наследству из поколения в поколение. Видовым иммунитетом обладает каждое животное. Его проявление в значительной мере зависит от возраста и индивидуальных особенностей организма.

Приобретенный иммунитет в отличие от врожденного вырабатывается в течение жизни и делится на естественный, развивающийся в результате перенесенной болезни и искусственный, вызванный введением в организм убитых или живых вакцин. Следует помнить, что приобретенный иммунитет в значительной степени зависит от состояния организма и от тяжести течения бо-

лезни. Чем острее протекает болезнь, тем лучше выражен иммунитет, и наоборот, при хроническом течении заболевания он выражен очень слабо и не всегда обнаруживается.

Организм любого живого существа, в том числе и рыб, обладает рядом защитных механизмов, препятствующих проникновению патогенных организмов, их размножению и влиянию выделяемых ими в процессе жизнедеятельности токсинов. К основным факторам иммунологической защиты у рыб, по мнению ряда исследователей, относятся кожные и слизистые барьеры, фагоцитоз и гуморальные факторы, действующие совокупно с друг с другом [6].

К гуморальным неспецифическим факторам относятся бактерицидные сложные белковые вещества кровяной сыворотки — *комплемент*, *пропердин* и *лизоцим*. Гуморальные факторы иммунитета были впервые обнаружены в 1922 американским ученым А. Флемингом в слизи из носовой полости человека, затем во многих тканях (хрящи, селезёнка, лейкоциты, слёзы), а также у растений (капуста, репа, редька, хрен). В 1934 г. Ермольева З. В. впервые обнаружила лизоцим в икре осетровых и костистых рыб. При дальнейшем изучении концентрации лизоцима в икре рыб, оказалось, что он присутствует не у всех рыб. Так согласно данным В. И. Лукьяненко лизоцим был обнаружен только у 35% изученных видов рыб [6].

В связи с выше изложенным была поставлена цель изучить концентрацию тканевого лизоцима во внутренних органах сеголетков угря.

Материал и методика

Исследования проводились на предприятии ООО «ТПК Балтптицепром» в течение 2015 - 2016 годов. Исходным материалом служил стекловидный угорь массой 0,35 мг, завезенный из Англии в марте 2015 г. Биомасса закупленных личинок составляла 5 кг.

На выращивание были посажены пигментированные личинки угря. Выращивание угря проводили в 4 бассейнах УЗВ.

Проведение сортировок угря принято с периодичностью через четыре недели. В результате удавалось снимать пресс давления рыб с опережающим ростом над отстающими. Пресс давления проявляется в эффекте каннибализма и в оттеснении более мелких рыб от задаваемого корма. На этапах выращивания сортировку рыб на три и более модальных групп проводили с помощью сортировальных ящиков. Принцип работы их основан на подборе расстояния между трубками на дне ящика.

Для контроля за температурным и газовым режимами использовали термооксиметр. На протяжении всего цикла выращивания температура воды поддерживалась в диапазоне 25 – 26 °С, что соответствует диапазону оптимальных значений для европейского угря. В течение периода исследований величина рН изменялась в диапазоне 6,9 - 7,4, что соответствовало оптимальным значениям. Концентрация кислорода колебалась от 8 до 12 мг/л, что поддерживалось за счет работы напорного оксигенатора. Концентрация нитратов варьировала от 0,06 до 0,23 мг/л, нитратов от 20 до 220 мг/л.

Для кормления применяли 2 вида корма в зависимости от возраста рыб. С момента повышения температуры воды до 15-16 °С приступали к приучению стекловидных личинок к корму. В первые 5-7 суток их кормили икрой трески из расчета 10% массы тела. Икра раскладывается на кормовые столики или решетки. Икру задают на кормовые столики с интервалом 4 часов. Несъеденную в течение получаса мороженную икру удаляют. На 5-7 сутки в рацион начинали добавлять искусственный стартовый корм. На этом этапе начали использовать корм Aller Futura.

Для анализа отбирали рыб в возрасте сеголетков. Для исследований репрезентативно отбирали среднеразмерных угрей, помещали в контейнер со льдом и перевозили в лабораторию кафедры Аквакультуры, где проводили исследования. Вначале определяли массу и длину тела, затем рыбу вскрывали, извлекали внутренние органы и взвешивали их и порку. Из извлеченных органов готовили гомогенаты. по стандартным методикам [7], в которых определяли концентрацию лизоцима нефелометрическим методом [8]. По окончании исследований проводили статистическую обработку данных по стандартным методикам. Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований

Для исследования из бассейна репрезентативно выбирали средне размерных особей. Средняя масса сеголетков угря составляла $94,2 \pm 2,83$ г.

В лаборатории провели вскрытие особей, приготовили гомогенаты из внутренних органов, и после получасового настаивания, приступили к определению концентрации тканевого лизоцима.

Вначале, согласно методике, определяли начальную концентрацию тканевого лизоцима. Анализируя величину этого показателя отмечали, что во всех внутренних органах и коже сеголетков угря были отмечены специфическое распределение тканевого лизоцима. В кишечнике сеголетков угря отмечали наибольшее значение $5,88 \pm 1,26$ мкг/мл, а наименьшее в почке $0,98 \pm 0,05$ мкг/мл. Если сравнивать величину этого показателя во внутренних органах, то можно отметить, что в почке концентрация лизоцима была достоверно ниже, чем в печени и кишечнике ($p < 0,001$).

При сравнении концентрации лизоцима в слизистой кожных покровов отмечали достоверные различия с величиной изучаемого показателя в печени ($p < 0,01$) и кишечнике ($p < 0,001$) (рисунок 2), а достоверных различий в почке, селезенке и жабрах не обнаружено.

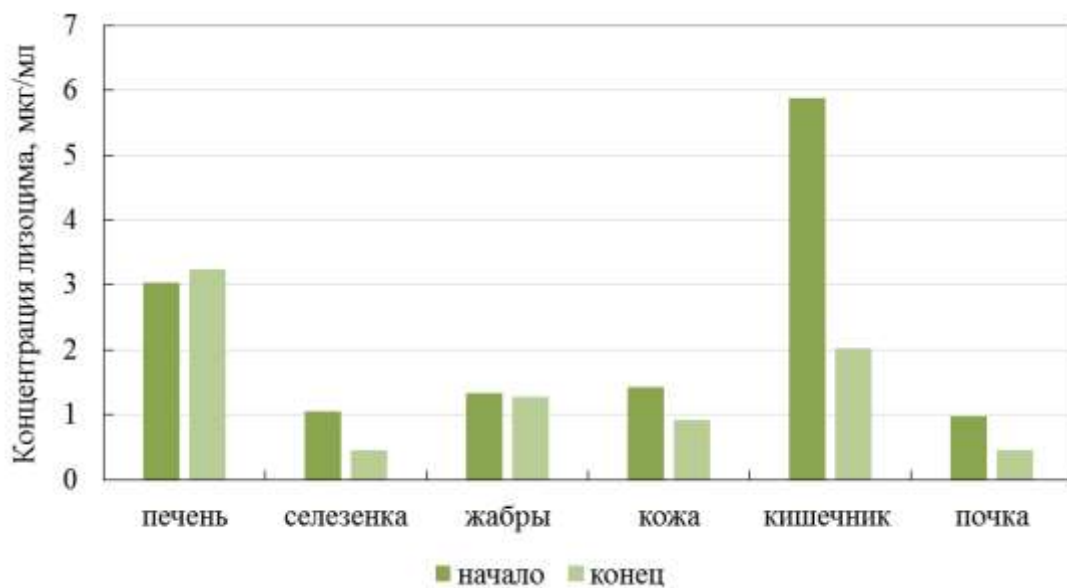


Рис. 2. Концентрация лизоцима в организме сеголетков угря

В печени сеголетков угря концентрация лизоцима была достоверно выше, чем в почке, селезенке, жабрах и коже ($p < 0,001$). Максимальная концентрация тканевого лизоцима обнаружена в кишечнике сеголетков угря – $5,88$ мкг/мл, что достоверно выше, чем селезенке, жабрах, почке и коже ($p < 0,001$).

Как известно слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта, занимают большую площадь и поэтому часто подвергаются воздействию патогенных микроорганизмов, поэтому, по нашему мнению, в этом органе сохраняется высокая концентрация лизоцима. В печени депонируются тканевые макрофаги, синтезирующие мурамидазу, которая с током крови распределяется в организме. По нашему мнению, это и было подтверждено в наших исследованиях.

Согласно методике, кюветы с гомогенатами оставляют на термостатирование в течение 1,5 часов. После термостатирования провели определение конечной концентрации тканевого лизоцима. Как видно по данным рисунка 2 концентрация лизоцима почти во всех исследованных органах снизилась, и только в печени возросла. Возрастание концентрации тканевого лизоцима отмечали в печени с $3,04$ до $3,25$ мкг/мл. По нашему мнению это подтверждает основную роль печени как депо тканевых макрофагов, синтезирующих лизоцим. В селезенке величина исследованного показателя снизилась с $1,05$ до $0,46$ мкг/мл (различия не достоверны). В жабрах величина исследованного показателя уменьшилась $1,33$ до $1,27$ мкг/мл, а в коже с $1,42$ до $0,93$ мкг/мл, различия не достоверны.

В кишечнике конечная концентрация лизоцима снизилась с 5,88 до 2,02 мкг/мл ($p < 0,05$), а в почке с 0,98 до 0,45 ($p < 0,01$) мкг/мл.

К сожалению, литературных данных о концентрации тканевого лизоцима у сеголетков угря не найдено. По данным польских ученых концентрация лизоцима в сыворотке крови варьировала в пределах 9,08 до 9,38 мг/л, что было выше, чем у нас [9].

В целом анализируя концентрацию тканевого лизоцима в организме сеголетков угря можно отметить, его специфическое распределение и активность. Как уже было указано в ряде наших работ, высокие начальные концентрации лизоцима, сопровождаются низкой активностью, что является проявлением компенсаторного механизма [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарев С.В, Боканева Ю.М, Федоровых Ю.В. Ихтиология. – М.: Моркнига, 2014. – 568 с.
2. Речной угорь // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 10.05.2019).
3. Preliminary investigation on morphometric and biometric characteristics of female and male silver and yellow *Anguilla anguilla*, from eastern Mediterranean (Goksu delta/Turkey) / F. Rad, M. Barış, S. A. Bozaoğlu and et.al // Faculty of Fisheries, University Journal of Fisheries Sciences, 2013. – 89 p.
4. Silvering of European eel (*Anguilla anguilla* L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters / Van Ginneken V., C. Durif, S.P. Balm and et. al. – Biology. – Т.57. 2007. – pp. 63-77.
5. Ройт А. Бростофф Дж, Мейл Д. Иммунология. – М.: Мир, 2000. – 592 с.
6. Лукьяненко В.И. Иммунобиология рыб. – М: Пищ. пром-сть, 1971. – 364 с.
7. Методические указания по определению уровня естественной резистентности и оценке иммунного статуса рыб (утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ от 25 ноября 1999 г. № 13-4-2/1795). – М.: Департамент ветеринарии Минсельхозпрода РФ. 1999. – 45 с.
8. Бухарин О. В. Лизоцим и его роль в биологии и медицине, Томск: ТГУ, 1974. – 208 с.
9. Influence of bacteriophages cocktail on European eel (*Anguilla anguilla*) immunity and survival after experimental challenge / P. Schulz, S. Robak, J. Astych, A. Krzysztofswic // Fish & Shellfish Immunology. V. 84, 2019. – pp. 28-37.
10. Оценка иммунофизиологического статуса некоторых объектов индустриальной аквакультуры (на примере стерляди и клариевого сома) / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко и др. // Рыбное хозяйство, 2011. - № 5. – С. 60-63.

CHARACTERISTICS OF THE CONCENTRATION OF LYZOCYM IN THE INTERNAL ORGANS OF FINGERLINGS EEK OF THE GROUND DURING CULTIVATION IN RAS

Kurapova Tatyana Mikhailovna, Cand. biol. Sciences, Associate Professor of AK;
Molchanova Kseniia Andreevna, Ph.D. by Biology, Lead engineer of Department of Aquaculture

Kalininsrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: tkurapova@inbox.ru, kseniya.elfimova@klgtu.ru

When growing fish under artificial conditions, a special place is given to the physiological state, as an indicator of the “health” of the fish, which makes it possible to correct biotechnical growth processes in time. A special place in the assessment of physiological status belongs to the immunological parameters. The aim of the work was to estimate the concentration of lysozyme as an indicator of nonspecific immunity in eel fingerlings grown in the pools of a closed-loop water supply (RAS) installation