

Ribogospod. nauka Ukr., 2016; 1(35): 88-101  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/fsu2016.01.088>  
УДК 639.3.09

## ВЛИЯНИЕ pH ВОДНОЙ СРЕДЫ НА УРОВЕНЬ ЗАРАЖЕНИЯ ЭКТОПАРАЗИТАМИ, СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И ЛИЗОЦИМА У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КАРПОВЫХ РЫБ (CYPRINIDAE)

Л. Я. Куровская, [kurovskajal@mail.ru](mailto:kurovskajal@mail.ru), Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена  
НАН, г. Киев

Г. А. Стрилько, [kurovskaja@izan.kiev.ua](mailto:kurovskaja@izan.kiev.ua), Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена  
НАН, г. Киев

---

**Цель.** Изучить влияние pH водной среды на уровень заражения эктопаразитами, содержание белка и лизоцима в органах и сыворотке крови у некоторых видов карповых рыб в экспериментальных условиях.

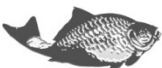
**Методика.** Объектами исследований служили годовики карпа, серебряный карась и амурский чебачок, выловленные из прудов рыбного хозяйства «Нивка» (Киевская обл.) в весенний период. Рыб содержали в экспериментальных условиях при нейтральных значениях pH воды (6,8–7,2) и температуре 17–18°C. Для изучения изменений уровня заражения рыб эктопаразитами при разных значениях pH использовали годовиков карпа, как объект, наиболее зараженный паразитами. Рыб помещали в аквариумы с водой при pH 5,0–5,5 (слабокислая среда) и 8,5–9,0 (слабощелочная среда) на 5 сут. После этого подсчитывали количество эктопаразитов на поверхности тела и жабрах. В сыворотке крови и экстрактах тканей органов (печень, почки, селезенка) серебряного карася и амурского чебачка, зараженных и незараженных эктопаразитами, после выдерживания их в слабокислой или слабощелочной среде в течение 8 сут. определяли содержание белка методом Лоури и лизоцима диффузионным методом на агаре.

**Результаты.** Дана сравнительная оценка количества эктопаразитов (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp.) на поверхности тела и жабрах рыб, содержания белка и лизоцима в сыворотке крови и органах при разных значениях pH водной среды. Показано, что количество эктопаразитов на поверхности тела и жабрах значительно уменьшается при выдерживании рыб в слабокислой или слабощелочной среде. У зараженного серебряного карася по сравнению с незараженными особями наблюдалось снижение содержания белка и лизоцима в печени, почках и сыворотке крови только в нейтральной среде. В слабокислой или слабощелочной среде при значительном сокращении числа эктопаразитов уровень белка и лизоцима в органах и сыворотке крови рыб существенно не отличался от показателей незараженных особей, которые находились в воде с соответствующими значениями pH. У амурского чебачка при низком уровне заражения эктопаразитами не установлено изменений уровня белка и лизоцима в органах и сыворотке крови рыб в нейтральной среде. Влияние разных значений pH воды на исследуемые показатели амурского чебачка показали достоверные их изменения.

**Научная новизна.** Впервые показаны изменения уровня заражения эктопаразитами, содержание белка и лизоцима в сыворотке крови и органах рыб (каarp, серебряный карась, амурский чебачок), которые находились в слабокислой или слабощелочной водной среде.

**Практическая значимость.** Концентрация водородных ионов, или активная реакция водной среды (pH), играет важную роль как в жизни рыб, их развитии, так и в предрасположенности к различным заболеваниям. Проведенные исследования показали, что

© Л. Я. Куровская, Г. А. Стрилько, 2016



при изменении рН воды может существенно снизиться заражение эктопаразитами, что ведет к оздоровлению рыб и восстановлению их нормальных физиологических функций, нарушение которых вызывает токсическое воздействие паразитов.

**Ключевые слова:** карп, серебряный карась, амурский чебачок, слабокислая среда, слабощелочная среда, эктопаразиты, белок, лизоцим.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В современных условиях наблюдаются значительные колебания рН воды рыбохозяйственных водоемов, как в специализированных рыбоводных хозяйствах, так и в естественных акваториях. Это обстоятельство интересует биологов-рыбоводов, ветеринарных врачей-ихтиопатологов с точки зрения действия этого экологического фактора не только на физиологическое состояние рыб, но и на их паразитов, возникновение и течение болезней, вызываемых ими, а также на результаты проводимых ветеринарно-санитарных, рыбоводно-мелиоративных и противозооценозных мероприятий. По данным отечественных и зарубежных исследователей, пресноводные рыбы могут выживать в пределах колебаний рН воды от 4,5–5,0 до 9,5–10,5. Оптимальными условиями для многих видов рыб являются нейтральная, слабокислая или слабощелочная среда [1, 2]. Не обладающие физиологическим эффектом на рыб величины рН находятся в пределах 6,5–8,5. Эта закономерность распространяется и на паразитов пресноводных рыб на тех фазах их развития, когда они непосредственно находятся в воде (яйца, свободноживущие личинки) или паразитируют на поверхности тела и жабрах, постоянно омываемых водой. Паразитическая инфузория *Ichthyophthirius multifiliis* активно размножается при рН 7–8. При отклонении этих величин в ту или иную сторону замедляется скорость деления паразитов внутри цисты, паразит не прикрепляется, циста не образуется, деление не наступает. Другая паразитическая инфузория — *Costia necatrix* встречается в больших количествах в зимовальных карповых прудах при рН воды 4,5–6,0 и вызывает гибель зимующих двухлетков карпа. В то же время, в прудах с нейтральной и слабощелочной средой *C. necatrix* регистрируется в незначительных количествах. Численность инфузорий *Chilodonella piscicola* у карпа нарастает быстрее в слабокислой среде и чаще наблюдается в прудах, снабжаемых водой из болотных массивов. Нейтральная среда наиболее благоприятна для развития простейших *Apiosoma piscicolum* у карпа, а молодь налима была значительно заражена *A. lotae* в слабощелочной среде (рН 8) [3]. Эпизоотии дактилогироза (возбудитель — моногенеи *Dactylogyrus* sp.) обычно случаются в прудах с нейтральной и слабокислой средой, а в прудах с повышенной рН (до 9) гибель рыб от дактилогироза не наблюдалась [4]. Этими данными практически исчерпываются сведения о влиянии рН водной среды на эктопаразитов рыб.

Изменения рН водной среды в сторону увеличения или уменьшения от нейтрального значения возникают в результате растворения в воде различных химических веществ, изменении парциального давления углекислого газа в воде. В этих условиях у рыб в той или иной степени наблюдаются изменения физиологического состояния, в частности изменения ионной концентрации и рН внутренней среды рыб [5]. Это ведет к нарушению метаболических реакций и

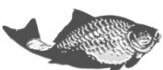


переноса кислорода от жабр к тканям. Стресс, вызванный действием, например, пониженной pH (ниже 6,5) воды является причиной увеличения секреции слизи жаберным эпителием и разрушения его структуры, что влечет за собой тканевую гипоксию. Повышенные значения pH (8,7–11,2) водной среды вызывают значительные изменения в крови рыб. Как резкое, так и постепенное повышение pH воды приводит к изменениям уровня глюкозы и гемоглобина в крови годовиков карпа [6]. Исследованиями по влиянию повышенного уровня pH (8,5–8,9) на показатели крови форели установлено изменение концентрации гемоглобина, числа эритроцитов, гематокрита, а нарушение поверхностных зон эритроцитов в крови рыб может служить даже информативным показателем для мониторинга качества воды [7]. Лизоцим (фермент группы гликозидаз НФ 3.2.1.17) — важный компонент врожденной защиты — широко распространен в организме рыб (ткани, биологические жидкости, секреторные выделения) [8]. Исследователи, изучавшие влияние различных видов стресса на содержание сывороточного лизоцима рыб, пришли к выводу, что активность этого фермента отражает модулирующее действие защитной системы организма, зависящие не только от природы, но и от силы стрессора [9, 10]. Данные о влиянии pH водной среды на содержание или активность лизоцима у рыб немногочисленны. Японские исследователи изучали влияние pH воды на активность лизоцима в плазме тилапии и установили повышение активности лизоцима при pH 4 [11]. Исследование влияния pH на бактериологическую активность лизоцима плазмы крови русского осетра показало, что оптимальными параметрами для действия лизоцима были величины pH 6,0–6,4 [12]. Не менее важным является определение уровня белка в сыворотке крови и тканях рыб как информативных показателей состояния организма при заражении паразитами или действии стресс-факторов (токсиканты, повышенная температура, pH среды и др.) на рыб [2, 13–15]. Концентрацию сывороточных белков относят к основным параметрам физиологического состояния, что связано с их разносторонними функциями в организме рыб [16]. Они принимают непосредственное участие в метаболических процессах; имеются сведения о возможном использовании их в качестве энергетического субстрата, а также рекомендации использовать уровень белка в качестве одного из критериев упитанности рыб [17].

### ВЫДЕЛЕНИЕ НЕРЕШЕННЫХ РАНЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В настоящее время существует немало информации о заражении карпа, серебряного карася и других видов карповых рыб эктопаразитами в весенний период [1, 2, 18, 19]. Определение влияния слабокислой или слабощелочной среды на численность паразитических инфузорий *I. multifiliis* и моногеней *Dactylogyrus* sp. при смешанном заражении рыб имеет важное практическое значение, так как, изменяя pH воды, можно снизить уровень заражения рыб эктопаразитами. В литературе есть сведения об изменении физиологического состояния рыб при влиянии слабощелочной или слабокислой среды, однако исследования совместного воздействия эктопаразитов и pH водной среды на рыб отсутствуют [5–7].

Целью данной работы являлось изучение влияния разных значений pH водной среды на уровень заражения эктопаразитами, содержание белка и лизоцима в сыворотке крови и органах незараженных и зараженных рыб в экспериментальных условиях.



**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Опыты проводили в экспериментальных условиях при температуре воды 17–18°C и значениях pH воды: 6,8–7,2 (нейтральная среда), 5,0–5,5 (слабокислая) и 8,5–9,0 (слабощелочная среда). Измерение pH воды осуществляли высокоточным прибором pH-602. Для установления необходимых значений pH к водопроводной воде (pH 6,8–7,2) добавляли определенное количество 0,1 н раствора HCl или 0,1 н раствора NaOH. До начала опыта в аквариумы объемом 100 л заливали водопроводную воду и отстаивали 2 сут. для удаления хлора. По данным лаборатории ионного обмена и адсорбции химико-технологического факультета НТУУ «КПИ» за 2015 г., водопроводная вода в г. Киеве имеет следующие характеристики (усредненные данные по месяцам и районам города): цветность — 30 градусов, окисляемость — 4,8 млО<sub>2</sub>/л, жесткость — 3,5–4,2 мг-экв/л, сухой остаток — 280 мг/л, содержание железа — 0,07–0,08 мг/л, алюминия — 0,16 мг/л, сульфатов — 25 мг/л, хлоридов — 35 мг/л, марганца — 0,03 мг/л, нитратов — 1–7 мг/л.

В опытах использовали такие виды рыб: годовики карпа (*Cyprinus carpio*), серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*), амурский чебачок (*Pseudorasbora parva*), выловленные из прудов рыбного хозяйства «Нивка» (Киевская обл.) в весенний период. Акклиматизация рыб к экспериментальным условиям составляла 3–5 сут. Перед опытом рыб содержали в лотках объемом 2 м<sup>3</sup> в отстоянной водопроводной воде с аэрацией и кормлением живым кормом.

Паразитологическое исследование рыб проводили по общепринятой методике [20]; учет простейших (*Trichodina* sp.) — подсчетом среднего от общего числа обнаруженных особей в десяти полях зрения микроскопа (8×20) с одного мазка соскоба с поверхности тела и жабр рыб. Количество *I. multifiliis*, *Dactylogyrus* sp. и *Gyrodactylus* sp. подсчитывали отдельно на поверхности тела рыбы и жабрах или определяли как общее количество с одной особи. Рассчитывали индекс обилия (ИО, экз.) заражения рыб эктопаразитами.

Для биохимических исследований из сердца рыб отбирали кровь для получения сыворотки, готовили гомогенаты тканей печени, почек, селезенки в разведении 1:50, в которых определяли содержание лизоцима (мурамидаза) диффузионным методом на агаре и белка методом Лоури [21, 22].

У незараженных и зараженных рыб определяли морфометрические показатели: массу (г), длину рыб (l, см), рассчитывали коэффициент упитанности.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по общепринятой методике. Отличия между контрольными и опытными рыбами считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Проведено три серии опытов. В первой серии изучали влияние разных значений pH воды на численность эктопаразитов у годовиков карпа (масса рыб — 20–30 г, длина — 9–11 см) при значительном смешанном заражении рыб моногенными *Dactylogyrus* sp. и паразитическими инфузориями *I. multifiliis*. Рыб содержали в аквариумах в течение 5 сут. в нейтральной, слабокислой и слабощелочной средах, после чего проводили подсчет эктопаразитов отдельно на



поверхности тела и жабрах. Рыб, находившихся в нейтральной среде, считали контрольными (табл. 1).

*Таблица 1. Количество эктопаразитов на поверхности тела и жабрах годовиков карпа при экспериментальном содержании в воде с разными значениями pH в течение 5 сут (M±m, n=10)*

Вид паразита	Количество паразитов, экз.		
	pH 6,8–7,2 (контроль)	pH 5,0–5,5	pH 8,5–9,0
Поверхность тела			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	99±10*	2±1*	13±3*
<i>Dactylogyrus sp.</i>	14±3*	7±1	2±1*
Жабры			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	145±19*	8±3*	63±8*
<i>Dactylogyrus sp.</i>	258±21*	106±10	87±8

Примечание. Здесь и далее: \* — различия между контрольными и опытными рыбами достоверны (пояснения в тексте).

На поверхности тела карпов в воде с pH 5,0–5,5 количество *I. multifiliis* снизилось в 49,5 раза, в воде с pH 8,5–9,0 — в 7,6 раза по сравнению с контрольными рыбами ( $p < 0,001$ ). Численность *Dactylogyrus sp.* уменьшилась в слабокислой среде в 2 раза, слабощелочной — в 7 раз ( $p < 0,01$ ). На жабрах рыб в воде с pH 5,0–5,5 количество *I. multifiliis* снизилось в 8,1 раза, в воде с pH 8,5–9,0 — 2,3 в раза ( $p < 0,001$ ). Численность *Dactylogyrus sp.* на жабрах уменьшилась в слабокислой среде в 2,4 раза, в слабощелочной — в 3 раза ( $p < 0,001$ ).

В нейтральной (контрольной) среде наблюдалась самая высокая степень заражения годовиков карпа *I. multifiliis* и *Dactylogyrus sp.* Опыты, проведенные в экспериментальных условиях, показали снижение количества эктопаразитов на поверхности тела и жабрах годовиков карпа при содержании рыб в слабокислой или слабощелочной среде. Снижение численности *I. multifiliis* было значительнее в слабокислой среде, а количество *Dactylogyrus sp.*, наоборот, уменьшилось в слабощелочной среде. Полученные результаты не противоречат литературным данным, указывающим на оптимальные значения pH водной среды для развития *I. multifiliis* (pH 7–8) и *Dactylogyrus sp.* (pH 6–7) [2, 23]. Отклонения от этих значений в ту или иную сторону приводят к нарушению развития паразитов и их гибели.

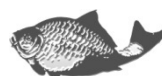
Так как высокий уровень заражения годовиков карпа эктопаразитами *I. multifiliis* и *Dactylogyrus sp.* привел к возникновению заболеваний рыб ихтиофтириозом и дактилогирозом, рыбы погибали через 7–8 сут, находясь в нейтральной среде. Как видим из предыдущего опыта, содержание рыб в слабокислой или слабощелочной среде хоть и приводит к значительному снижению количества эктопаразитов, однако полностью незараженную рыбу получить не удалось. Поэтому для опытов второй серии был взят серебряный карась, который также имел смешанную инвазию эктопаразитами, но количество паразитов было меньше, а число видов больше. В исследуемой популяции серебряного карася были найдены незараженные особи, что дало возможность во



второй серии опытов изучить влияние разных значений рН водной среды на содержание белка и лизоцима в сыворотке крови и внутренних органах рыб, незараженных и зараженных эктопаразитами (табл. 2).

**Таблица 2. Содержание белка и лизоцима у серебряного карася, незараженного и зараженного эктопаразитами, при экспериментальном содержании в воде с разными значениями рН в течение 8 сут ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )**

Показатель	рН 6,8–7,2 (контроль)	рН 5,0–5,5	рН 8,5–9,0
Масса рыб, г	14,3±2,4	13,0±1,7	13,1±0,9
Длина рыб (l), см	8,8±0,5	8,7±0,5	8,8±0,2
Коэффициент упитанности	2,10±0,07	1,97±0,09	1,93±0,08
<b>Незараженные рыбы</b>			
Содержание белка, г/100 г ткани			
Печень	2,5±0,4	2,9±0,2	2,4±0,1
Почки	2,8±0,2*	4,2±0,2*	2,8±0,1
Селезенка	2,8±0,3*	5,2±0,3*	3,0±0,1
Сыворотка крови, г/л	24,3±0,9*	41,0±2,5*	27,8±0,9*
Содержание лизоцима, мкг/г ткани			
Печень	154,3±27,0*	28,4±5,3*	30,2±2,9*
Почки	316,0±34,2*	49,2±1,0*	53,6±2,6*
Селезенка	58,7±12,7	67,0±7,0	61,2±5,6
Сыворотка крови, мкг/мл	4,3±1,0*	3,4±0,9	8,1±1,3*
<b>Зараженные рыбы</b>			
Заражение паразитами (ИО), экз.			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	12	2	3
<i>Trichodina sp.</i>	8	0	0
<i>Dactylogyrus sp.</i>	27	3	2
<i>Gyrodactylus sp.</i>	5	0	0
Содержание белка, г/100 г ткани			
Печень	2,0±0,3*	3,0±0,3*	2,6±0,2
Почки	2,1±0,3*	4,2±0,4*	2,9±0,1*
Селезенка	2,9±0,4*	5,3±0,4*	3,3±0,3
Сыворотка крови, г/л	15,0±0,7*	35,0±2,0*	25,2±0,8*
Содержание лизоцима, мкг/г ткани			
Печень	53,7±8,0*	29,5±3,9*	28,2±2,8*
Почки	82,3±12,2*	48,7±1,8*	51,6±2,5*
Селезенка	58,2±10,6	66,3±5,7	59,2±4,6
Сыворотка крови, мкг/мл	1,5±0,5*	2,2 ±0,6	4,0±0,7*



Рыб содержали в аквариумах в слабокислой и слабощелочной средах в течение 8 сут. У незараженных рыб, содержащихся в слабокислой среде, отмечено достоверное повышение содержания белка в почках в 1,5 раза, селезенке — в 1,9 раза, сыворотке крови — в 1,7 раза по сравнению с показателями рыб из нейтральной среды ( $p < 0,001$ ). У рыб, которые находились в слабощелочной среде, достоверные изменения уровня белка отмечены только в сыворотке крови ( $p < 0,05$ ). Содержание лизоцима у незараженных рыб достоверно ниже в печени и почках: в слабокислой среде в 5,4 и 6,4 раза, слабощелочной — в 5,1 и 5,9 раза соответственно ( $p < 0,01-0,001$ ). Незначительное снижение содержания лизоцима (в 1,3 раза) отмечено в сыворотке крови рыб из слабокислой среды. В сыворотке крови рыб из слабощелочной среды, наоборот, отмечено увеличение содержания лизоцима в 1,9 раза ( $p < 0,05$ ).

У серебряного карася, которого содержали в нейтральной (контрольной) среде, на поверхности тела и жабрах были найдены такие виды паразитов: простейшие *I. multifiliis*, *Trichodina* sp. и моногенеи *Dactylogyru* sp., *Gyrodactylus* sp. После выдерживания в воде с pH 5,0–5,5 и 8,5–9,0 у рыб были зарегистрированы только *I. multifiliis* и *Dactylogyru* sp., количество эктопаразитов уменьшилось соответственно в 6 и 9 раз (слабокислая среда), а также в 4 и 13,5 раза (слабощелочная среда).

У зараженных рыб из нейтральной среды отмечено снижение содержания белка в печени в 1,2 раза, почках — в 1,3 раза и сыворотке крови — в 1,6 раза по сравнению с данными у незараженных особей ( $p < 0,001$ ). В слабощелочной или слабокислой среде, где количество паразитов значительно уменьшилось, содержание белка в исследуемых органах равнялось значениям у незараженных рыб, которые находились в среде соответствующего значения pH. В сыворотке крови зараженных рыб из слабокислой среды содержание белка снизилось на 12,5%, из слабощелочной — на 9,4%. Уровень лизоцима у зараженных рыб из нейтральной среды уменьшился в печени и сыворотке крови в 2,9 раза, почках — в 3,8 раза по сравнению с незараженными особями ( $p < 0,05-0,001$ ). В органах слабозараженных рыб, которые находились в воде с pH 5,0–5,5 и pH 8,5–9,0, содержание лизоцима не отличалось от данных у незараженных особей, которых содержали в воде таких же значений pH. Однако, в сыворотке крови рыб при незначительном количестве эктопаразитов содержание лизоцима, как и содержание белка, снизилось: в слабокислой среде в 1,5 раза, в слабощелочной — в 2 раза ( $p < 0,05$ ).

В третьей серии опытов изучали влияние pH водной среды на содержание белка и лизоцима в сыворотке крови и внутренних органах амурского чебачка, незараженного и зараженного эктопаразитами (табл. 3).

Амурский чебачок — рыба-вселенец в водоемы Украины — часто встречается в прудах рыбных хозяйств. Этот вид карповых рыб довольно устойчив к заражению паразитами, его паразитофауна насчитывает всего 14 видов [24]. В нашем эксперименте заражение рыб небольшим количеством эктопаразитов не отразилось на показателях уровня белка и лизоцима во внутренних органах амурского чебачка, поэтому в таблице 3 приведены данные только для зараженных рыб, которые не отличались от показателей незараженных особей.

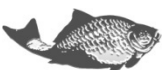


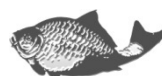
Таблица 3. Содержание белка и лизоцима у амурского чебачка при экспериментальном содержании в воде с разными значениями рН в течение 8 сут ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Показатель	рН 6,8–7,2 (контроль)	рН 5,0–5,5	рН 8,5–9,0
Масса рыб, г	4,4±0,2	4,3±0,4	4,2±0,8
Длина рыб (l), см	6,9±0,2	6,8±0,3	6,8±0,5
Коэффициент упитанности	1,34±0,03	1,37±0,07	1,34±0,05
Заражение паразитами (ИО), экз:			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	2	0	0
<i>Trichodina</i> sp.	2	0	0
<i>Dactylogyrus</i> sp.	2	0	0
Содержание белка, г/100 г ткани			
Печень	2,5±0,1	2,1±0,2	2,8±0,2
Почки	2,2±0,1*	5,9±0,5*	3,5±0,3*
Селезенка	2,9±0,1*	4,2±0,3*	3,7±0,2*
Сыворотка крови, г/л	28,0±2,0*	28,6±1,3	35,4±2,4*
Содержание лизоцима, мкг/г ткани			
Печень	30,0±1,1*	69,8±7,8*	95,4±12,5*
Почки	51,0±3,0*	53,0±2,1	59,0±1,5*
Селезенка	57,0±4,1	62,0±4,0	64,0±3,7
Сыворотка крови, мкг/мл	1,9±1,0*	2,6±0,7	7,4±2,2*

Проведенные исследования показали, что амурский чебачок был заражен паразитическими инфузориями *I. multifiliis*, *Trichodina* sp. и моногенейми *Dactylogyrus* sp., но индекс обилия заражения этими видами паразитов низкий. Это существенно не повлияло на содержание белка и лизоцима в органах и сыворотке крови рыб, которые находились в нейтральной среде.

Однако влияние разных значений рН воды на исследуемые показатели в органах и сыворотке крови амурского чебачка было существенным, с достоверной разницей изменений. Так, содержание белка в печени рыб, находившихся в слабокислой среде, снизилось в 1,2 раза, но повысилось в почках в 2,7 раза и селезенке в 1,4 раза ( $p < 0,01-0,001$ ). У рыб из слабощелочной среды отмечено увеличение уровня белка в почках в 1,6 раза, селезенке и сыворотке крови в 1,3 раза ( $p < 0,01$ ). Проведенные исследования показали увеличение содержания лизоцима в органах и сыворотке крови рыб, содержащихся в средах, отличных от нейтральной. Достоверные различия установлены для печени рыб из обеих сред, почек и сыворотки крови рыб из слабокислой среды ( $p < 0,05-0,001$ ).

Таким образом, изменение концентрации водородных ионов в водной среде приводит к увеличению содержания белка в органах и тканях амурского чебачка, содержащих лизоцим, и соответственно увеличению концентрации лизоцима, одной из функций которого, как указано выше, является противодействие влиянию стресса на рыб, каким является изменение рН среды.





## ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Количество эктопаразитов на поверхности тела и жабрах годовиков карпа при содержании рыб в слабокислой или слабощелочной среде снижается. Более значительное снижение численности паразитической инфузории *I. multifiliis* наблюдалось в воде с pH 5,0–5,5, а количество моногеней *Dactylogyrus* sp. — в воде с pH 8,5–9,0.

Отмечены достоверные изменения содержания белка в почках, селезенке и сыворотке крови при выдерживании незараженного серебряного карася в слабокислой среде, в сыворотке крови — в слабощелочной среде. Достоверные изменения содержания лизоцима наблюдались в печени, почках и сыворотке крови рыб, содержащихся в средах, которые отличались от нейтральной. У зараженного серебряного карася по сравнению с незараженными особями установлено снижение содержания белка и лизоцима в печени, почках и сыворотке крови только в нейтральной среде. В воде с pH 5,0–5,5 и pH 8,5–9,0, при значительном сокращении числа эктопаразитов, уровни содержания белка и лизоцима существенно не отличались от таких у незараженных рыб, которые находились в средах соответствующих pH.

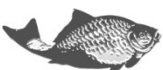
При слабом заражении амурского чебачка эктопаразитами достоверные изменения уровня белка и лизоцима в органах и сыворотке крови установлены только при изменении pH водной среды. Отмечено увеличение содержания белка в почках и селезенке, лизоцима в печени рыб из слабокислой или слабощелочной среды. В воде с pH 8,0–8,5 установлено увеличение уровня лизоцима в почках и сыворотке крови.

Отмечены видовые различия в содержании белка и лизоцима у серебряного карася и амурского чебачка. У серебряного карася достоверных изменений содержания белка в органах и сыворотке крови отмечено больше в слабокислой среде, чем слабощелочной, в отличие от амурского чебачка. По содержанию лизоцима у обоих видов исследуемых карповых рыб большее число изменений отмечено в слабощелочной среде.

Параметры изменений содержания белка и лизоцима в тканях и органах рыб (в частности карповых) могут рассматриваться в качестве перспективных биоиндикаторов для оценки физиологического состояния этих рыб при изменении среды обитания и уровня заражения паразитами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов О. Н. Болезни пресноводных рыб / О. Н. Давыдов, Ю. Д. Темниханов. — К. : Ветинформ, 2004. — 544 с.
2. Экология паразитов рыб водоемов Украины / [Давыдов О. Н., Неборачек С. И., Куровская Л. Я., Лысенко В. Н.]. — К. : Вестник зоологии, 2011. — 492 с.
3. Чернышева Н. Б. Влияние абиотических и биотических факторов среды на паразитов молоди хищных рыб / Н. Б. Чернышева // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — 1979. — Вып. 140. — С. 143—156.
4. Васильков Г. В. Гельминтозы рыб / Васильков Г. В. — М. : Колос, 1983. — 208 с.
5. Soivio Antti. Happamoitumisen fysiologisista vaikutuksista kaloissa = Acidification physiological effects in fish / Soivio Antti // Luonnon Tutkija = Natural Researcher. — 1982. — Vol. 86, № 1. — P. 52—54.



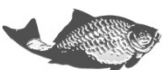
6. Краснова Т. Н. Влияние щелочных значений рН на физиологическое состояние карпа / Т. Н. Краснова // Сборник научных трудов Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства. — 1987. — Вып. 50. — С. 175—179.
7. Sordyl Holmer. Influence of exposure time on the effects of elevated water pH values on blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / Sordyl Holmer // Zoologische Jahrbücher. Abteilung für allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere. — 1990. — Vol. 94, № 1. — P. 31—41.
8. 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).
9. Mock A. Lysozyme activity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, stressed handling, transport and water pollution / A. Mock, G. Perers // Journal Fish Biology. — 1990. — Vol. 37, № 6. — P. 873—875.
10. Влияние сублетальных концентраций солей ртути, кадмия и меди на содержание лизоцима в тканях молоди ленского осетра *Asipenser baeri* / Т. Б. Лапирова, В. Р. Микряков, А. С. Маврин [и др.] // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. — 2000. — Т. 36, № 1. — С. 37—39.
11. Dominguez Miriam. Effects of changes in environmental factors on the non-specific immune response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. / Dominguez Miriam, Takemura Akihiro, Tsuchiya Makoto // Aquaculture Research. — 2005. — Vol. 36, № 4. — P. 391—397.
12. Кольман Г. С. Влияние температуры и рН 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.
13. Куровская Л. Я. Динамика численности эктопаразитов и содержания белков в сыворотке крови зараженных карпов в экспериментальных условиях / Л. Я. Куровская // Паразитология. — 1998. — Т. 32, № 6. — С. 530—537.
14. Куровская Л. Я. Влияние смешанной инвазии на содержание белка в органах годовиков карпа, выращиваемых на теплых водах / Л. Я. Куровская // Гидробиологический журнал. — 2000. — Т. 36, № 5. — С. 91—97.
15. Куровская Л. Я. Влияние стресс-факторов на заражение эктопаразитами и некоторые биохимические показатели рыб-вселенцев водоемов Украины / Л. Я. Куровская, В. Н. Лысенко // Современные проблемы зоологии и паразитологии. Чтения памяти проф. И. И. Барабаш-Никифорова : VI Междунар. науч. конф. : мат. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. — С. 80—84.
16. 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).
17. Берестовский Е. Г. Физиолого-биохимические особенности шук тундровых и лесотундровых озер Кольского полуострова / Е. Г. Берестовский, И. А. Ерохина // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов



- Европейского Севера. XXVIII Междунар. конф. : мат. — Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 2009. — С. 84—89.
18. Davydov O. N. Species diversity of carp, *Cyprinus carpio* (Cypriniformes, Cyprinidae), parasites in some cultivation regions / O. N. Davydov, V. N. Lysenko, L. Ja. Kurovskaya // Vestnik zoologii. — 2011. — Vol. 45, № 6. — P. 491—502.
  19. Анализ видового разнообразия паразитов карася серебряного южной Палеарктики / О. Н. Давыдов, В. Н. Лысенко, Л. Я. Куровская [и др.] // Рыбогосподарська наука України. — 2012. — № 3. — С. 63—72.
  20. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство к изучению / Быховская-Павловская И. Е. — Л. : Наука, 1985. — 121 с.
  21. Строев А. Е. Практикум по биологической химии / Е. А. Строев, П. П. Макарова. — М. : Высшая школа, 1986. — 231 с.
  22. Давыдов О. Н. Патология крови рыб / Давыдов О. Н., Темниханов Ю. Д., Куровская Л. Я. — К. : Украинский фитосоциологический центр, 2005. — 212 с.
  23. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / Под ред. О. Н. Бауера. Т. 1. Паразитические простейшие / [отв. ред. С. С. Шульман]. — Л. : Наука, 1984. — 428 с.
  24. Видовое разнообразие паразитов рыб, непреднамеренно интродуцированных в водоемы Украины / О. Н. Давыдов, Л. Я. Куровская, В. Н. Лысенко [и др.] // Збірник праць Зоологічного музею. — 2011. — № 42. — С. 3—12.

#### REFERENCES

1. Davydov, O. N., & Temnikhanov, Yu. D. (2004). *Bolezni presnovodnykh ryb*. Kiev : Vetinform.
2. Davydov, O. N., Neborachek, S. I., Kurovskaya, L. Ya., & Lysenko, V. N. (2011). *Ekologiya parazitov ryb vodoemov Ukrainy*. Kiev : Vestnik zoologii.
3. Chernysheva, N. B. (1979). Vliyanie abioticheskikh i bioticheskikh faktorov sredy na parazitov molodi khishchnykh ryb. *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaystva*, 140, 143-156.
4. Vasil'kov, G. V. (1983). *Gel'mintozy ryb*. Moskva : Kolos.
5. Soivio, Antti. (1982). Happamoitumisen fysiologisista vaikutuksista kaloissa = Acidification physiological effects in fish. *Luonnon Tutkija = Natural Researcher*, 86, 1, 52-54.
6. Krasnova, T. N. (1987). Vliyanie shchelochnykh znacheniy pH na fiziologicheskoe sostoyanie karpa. *Sbornik nauchnykh trudov Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta prudovogo rybnogo khozyaystva*, 50, 175-179.
7. Sordyl, Holmer. (1990). Influence of exposure time on the effects of elevated water pH values on blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere*, 94(1), 31-41.
8. 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 tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ryboe khozyaystvo*, 2, 140-147.
9. Mock, A. & Perers, G. (1990). Lysozyme activity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, stressed handling, transport and water pollution. *Journal Fish Biology*, 37(6), 873-875.



10. Lapirova, T. B., Mikryakov, V. R., Mavrin, A. S., & Vinogradov, G. A. (2000). Vliyanie subletal'nykh kontsentratsiy soley rtuti, kadmiya i medi na sodержanie lizotsima v tkanyakh molodi lenskogo osetra *Asipenser baeri*. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimi i fiziologii*, 36(1), 37-39.
11. 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.
12. Dominguez, Miriam, Takemura, Akihiro, & Tsuchiya, Makoto. (2005). Effects of changes in environmental factors on the non-specific immune response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 36(4), 391-397.
13. Kurovskaya, L. Ya. (1998). Dinamika chislennosti ektoparazitov i sodержaniya belkov v syvorotke krovi zarazhennykh karpov v eksperimental'nykh usloviyakh. *Parazitologiya*, 32(6), 530-537.
14. Kurovskaya, L. Ya. (2000). Vliyanie smeshannoy invazii na sodержanie belka v organakh godovikov karpa, vyrashchivaemykh na teplykh vodakh. *Gidrobiologicheskyy zhurnal*, 36(5), 91-97.
15. Kurovskaya, L. Ya., & Lysenko, V. N. (2014). Vliyanie stress-faktorov na zarazhenie ektoparazitami i nekotorye biokhimicheskie pokazateli ryb-vselentsev vodoemov Ukrainy. *Sovremennye problemy zoologii i parazitologii. Chteniya pamyati prof. I. I. Barabash-Nikiforova : VI Mezhdunar. nauch. konf. Voronezh : Izdatel'skiy dom VGU*, 80-84.
16. 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 tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo*, 1, 140-145.
17. Berestovskiy, E. G., & Erokhina I. A. (2009). Fiziologo-biokhimicheskie osobennosti shchuk tundrovykh i lesotundrovykh ozer Kol'skogo poluostrova. *Biologicheskie resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoemov Evropeyskogo Severa: XXVIII Mezhdunar. konf. Petrozavodsk : Izd-vo KarNTs RAN*, 84-89.
18. Davydov, O. N., Lysenko, V. N., & Kurovskaya, L. Ja. (2011). Species diversity of carp, *Cyprinus carpio* (Cypriniformes, Cyprinidae), parasites in some cultivation regions. *Vestnik zoologii*, 45(6), 491-502.
19. Davydov, O. N., Lysenko, V. N., Kurovskaya, L. Ya., & Neborachek, S. I. (2012). Analiz vidovogo raznoobraziya parazitov karasya serebryanogo yuzhnoy Palearktiki. *Rybohospodars'ka nauka Ukrainy*, 3, 63-72.
20. Bykhovskaya-Pavlovskaya, I. E. (1985). *Parazity ryb. Rukovodstvo k izucheniyu*. Leningrad : Nauka.
21. Stroev, A. E., & Makarova, P. P. (1986). *Praktikum po biologicheskoy khimii*. Moskva : Vysshaya shkola.
22. Davydov, O. N., Temnikhanov, Yu. D., & Kurovskaya, L. Ya. (2005). *Patologiya krovi ryb*. Kiev : Ukrainskiy fitosotsiologicheskyy tsentr.
23. Bauer, O. N. (Ed.). (1984). *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. V. I. Paraziticheskie prosteyshie*. Shul'man, S. S. (Ed.). Leningrad : Nauka.
24. Davydov, O. N., Kurovskaya, L. Ya., Lysenko, V. N., & Neborachek, C. I. (2011). Vidovoe raznoobrazie parazitov ryb, neprednamerennno introdutsirovannykh v vodoemy Ukrainy. *Zbirnyk prats' Zoologichnogo muzeyu*, 42, 3-12.



**ВПЛИВ pH ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА РІВЕНЬ  
ЗАРАЖЕННЯ ЕКТОПАРАЗИТАМИ, ВМІСТ БІЛКА ТА ЛІЗОЦИМУ  
У ДЕЯКИХ ВИДІВ КОРОПОВИХ РИБ (CYPRINIDAE)**

**Л. Я. Куровська**, [kurovskajal@mail.ru](mailto:kurovskajal@mail.ru), Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН,  
м. Київ

**Г. О. Стрілько**, [kurovskaja@izan.kiev.ua](mailto:kurovskaja@izan.kiev.ua), Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН,  
м. Київ

**Мета.** Вивчити вплив pH водного середовища на рівень зараження ектопаразитами, вміст білка та лізоциму в органах та сироватці крові у деяких видів коропових риб в експериментальних умовах.

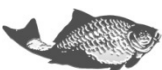
**Методика.** Об'єктами досліджень слугували однорічки коропа, сріблястий карась та амурський чебачок, виловлені зі ставків рибного господарства «Нивка» (Київська обл.) у весняний період. Риб утримували в експериментальних умовах за нейтральних значень pH води (6,8–7,2) та температури 17–18°C. Для вивчення змін рівня зараження риб ектопаразитами за різних значень pH використовували однорічок коропа, як об'єкт, найбільш заражений ектопаразитами. Риб поміщали в акваріуми з водою за pH 5,0–5,5 (слабокисле середовище) та 8,5–9,0 (слаболужне середовище) на 5 діб. Після цього підраховували кількість ектопаразитів на поверхні тіла та зябрах. У сироватці крові та екстрактах тканин органів (печінка, нирки, селезінка) сріблястого карася та амурського чебачка, заражених та незаражених ектопаразитами, після витримування їх в слабкокислому або слаболужному середовищі протягом 8 діб визначали вміст білка методом Лоурі та лізоциму дифузійним методом на агарі.

**Результати.** Надана порівняльна оцінка кількості ектопаразитів (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp.) на поверхні тіла та зябрах риб, вмісту білка та лізоциму в органах та сироватці крові риб за різних значень pH водного середовища. Показано, що кількість ектопаразитів на поверхні тіла та зябрах значно зменшується за витримування риб у слабкокислому або слаболужному середовищі. У зараженого сріблястого карася в порівнянні з незараженими особинами спостерігалось зниження вмісту білка та лізоциму в печінці, нирках та сироватці крові тільки в нейтральному середовищі. У слабкокислому або слаболужному середовищі за значного скорочення числа ектопаразитів рівень білка та лізоциму в органах та сироватці крові риб суттєво не відрізнявся від показників незаражених особин, які знаходилися у воді з відповідними значеннями pH. У амурського чебачка за низького рівня зараження ектопаразитами не встановлено змін рівня білка та лізоциму в органах та сироватці крові риб в нейтральному середовищі. Вплив різних значень pH води на досліджувані показники амурського чебачка показали достовірні їх зміни.

**Наукова новизна.** Вперше показані зміни рівня зараження ектопаразитами, вміст білка та лізоциму у сироватці крові та органах риб (короп, сріблястий карась, амурський чебачок), які знаходилися в слабкокислому або слаболужному водному середовищі.

**Практична значимість.** Концентрація водневих іонів або активна реакція водного середовища (pH), відіграє важливу роль як в житті риб, їх розвитку, так і в схильності до різних хвороб. Проведені дослідження показали, що за зміни pH води може суттєво знизитися зараження ектопаразитами. Це приводить до оздоровлення риб та відновлення їх нормальних фізіологічних функцій, порушення яких спричинюється токсичною дією паразитів.

**Ключові слова:** короп, сріблястий карась, амурський чебачок, слабкокисле середовище, слаболужне середовище, ектопаразити, білок, лізоцим.



**EFFECT OF AQUATIC ENVIRONMENT pH ON THE LEVEL OF ECTOPARASITE INFESTATION, PROTEIN AND LYSOZYME CONTENT IN SOME CYPRINID SPECIES (CYPRINIDAE)**

**L. Kurovskaya**, [kurovskajal@mail.ru](mailto:kurovskajal@mail.ru), Schmalhausen Institute of Zoology, NAS, Kyiv  
**G. Stril'ko**, [kurovskaja@izan.kiev.ua](mailto:kurovskaja@izan.kiev.ua), Schmalhausen Institute of Zoology, NAS, Kyiv

**Purpose.** To study the effect of pH values of the aquatic environment on the level of ectoparasite infestation, protein and lysozyme content in organs and serum of some cyprinid species in experimental conditions.

**Methodology.** The objects of the study were yearlings of *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus gibelio* and *Pseudorasbora parva* caught in ponds of fish farm "Nyvka" (Kiev region) in spring. Fish were kept in experimental conditions at neutral pH water (6.8-7.2) and a temperature of 17-18°C. To study the changes in the level of fish parasite infestation at different pH values, we used carp yearlings, as an object, the most infected with parasites. Fish were placed in aquariums with water pH of 5.0-5.5 (slightly acidic environment) and 8.5-9.0 (slightly alkaline environment) for 5 days. Thereafter, the ectoparasites were counted on fish body surface and gills. The protein content in serum and tissue extracts of organs (liver, kidney, spleen) of *Carassius auratus gibelio* and *Pseudorasbora parva* infected and uninfected ectoparasites, after holding them in slightly acidic or slightly alkaline environment for 8 days, was determined by Lowry's method, while lysozyme content was determined by a diffusion method on agar.

**Findings.** A comparative assessment of the number of ectoparasites (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp.) on fish body surface and gills, the content of protein and lysozyme in serum and organs at different pH values of aquatic environment has been presented. It was demonstrated that the number of ectoparasites on fish body surface and gills was significantly reduced when keeping the fish in both slightly acidic and slightly alkaline environments. In infected *Carassius auratus gibelio*, a reduction in the protein and lysozyme content in liver, kidney and serum was observed only in the neutral pH environment compared to uninfected individuals. In the slightly acidic or slightly alkaline environments with a significant reduction in the number of ectoparasites, the protein and lysozyme levels in fish serum and organs were not significantly different from those of non-infected individuals that were kept in water of corresponding pH values. In *Pseudorasbora parva* with low level of parasite infestation, we did not detect any changes in the protein and lysozyme levels in fish serum and organs in a neutral pH environment. The effect of different pH levels of water on the studied parameters of *Pseudorasbora parva* showed their significant changes.

**Originality.** For the first time, we demonstrated the change in the level of ectoparasite infestation, protein and lysozyme contents in fish serum and organs (*Cyprinus carpio*, *Carassius auratus gibelio*, *Pseudorasbora parva*), which were kept in the slightly acidic or slightly alkaline aquatic environments.

**Practical value.** The concentration of hydrogen ions, or an aqueous active reaction (pH), plays an important role in the life of fish, their development and in the predisposition to various diseases. The performed studies showed that infestation of fish with parasites can be significantly decreased when changing water pH. This leads to the recovery and restoration of fish normal physiological functions, the impairment of which causes the toxic effects of parasites.

**Keywords:** *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus gibelio*, *Pseudorasbora parva*, slightly acidic environment, slightly alkaline environment, ectoparasites, protein, lysozyme.

