

Полоз С.В., кандидат ветеринарных наук, доцент¹
Бекиш В.Я., доктор медицинских наук, профессор²
Дегтярик С.М., кандидат биологических наук, доцент¹
Стрельчenea И.И., кандидат ветеринарных наук, доцент³

¹РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

²УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

³РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ИНФУЗОРИЙ РОДА *CHILODONELLA* НА УСТОЙЧИВОСТЬ *CYPRINUS CARPIO* (СПОНТАННОЕ ИНВАЗИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАРАЖЕНИЕ)

Резюме

Исследовано влияние спонтанного инвазирования паразитическими инфузориями рода *Chilodonella* в составе паразитокомплекса, а также экспериментального заражения *Chilodonella* spp. на устойчивость *Cyprinus carpio*. Показано наличие взаимосвязи между спонтанным инвазированием паразитоценоотическим комплексом с доминирующей ролью *Chilodonella* spp. и снижением устойчивости организма рыб. Установлено влияние экспериментального заражения паразитическими инфузориями *Chilodonella* spp. на показатели резистентности *Cyprinus carpio*.

Ключевые слова: паразитические инфузории рода *Chilodonella*, паразитокомплекс, спонтанное инвазирование, экспериментальное заражение, показатели резистентности.

Summary

We investigated the effect of natural invasion by parasitic ciliates of the genus *Chilodonella* as part of a parasite complex, as well as experimental infection with *Chilodonella* spp. on the resistance of *Cyprinus carpio*. We found a relationship between natural invasion by a complex of parasites with a dominant role of *Chilodonella* spp. and a decrease in the resistance of the fish organism. We found that experimental infection with the parasitic ciliates *Chilodonella* spp. has a negative effect on the resistance indices of *Cyprinus carpio*.

Keywords: parasitic ciliate of the genus *Chilodonella*, complex of parasite, natural invasion, resistance indexes.

Поступила в редакцию 06.05.2025 г.

ВВЕДЕНИЕ

Пресноводное рыбоводство обеспечивает более 2/3 мирового производства аквакультуры. Аквакультура является эффективным способом производства белка для потребления человеком. Однако выращивание рыбы в прудах часто сопровождается паразитарным воздействием, что приводит к значительным экономическим потерям и потенциальным угрозам безопасности пищевых продуктов и экологической безопасности [8, 16, 19].

Паразиты представляют собой серьезную проблему для индустрии разведения карпа, нанося значительный экономический ущерб. Например, ресничные инфузории,

гельминты и ракообразные легко заражают выращиваемого карпа [6, 9, 10, 14, 15, 20].

Некоторые виды данного рода способны приводить к гибели рыб, особенно в условиях аквакультуры [12]. Они могут вызывать эпизоотии с летальностью в течение двух-трех дней после заражения [13]. Хилоденеллез вызывают патогенные виды рода *Chilodonella* (*Phyllopharyngea: Chilodonellidae*), в основном *Chilodonella hexasticha* и *Chilodonella piscicola* (син. *C. cyprini*) [7]. Виды *Chilodonella* широко распространены и могут поражать широкий спектр пресноводных рыб без специфичности хозяина.

Инфузории сем. *Chilodonellidae* имеют уплощенное листовидное тело. Вен-

тральная сторона покрыта ресничками, имеются места с наличием редукции цилиатуры. Справа и слева по периферии идут сохранившиеся кинеты. Глотка снабжена палочковым аппаратом. У представителей рода *Chilodonella* тело сплющено в дорсо-вентральном направлении. Выпуклая дорсальная сторона почти лишена ресничек. На вогнутой или плоской вентральной стороне справа и слева сохранились две полосы соматокинет, из которых некоторые идут от передней до задней части тела. Они сходятся к предротовому и послеротовому швам. Соматокенеты с правой стороны длиннее, чем с левой. Это происходит в результате того, что задний шов сдвинут влево, а передний – вправо, что определяет асимметричность тела представителей рода *Chilodonella*. Посторальные кинеты отсутствуют. К периферии от правых и левых рядов соматических кинет сохраняется несколько фрагментов других кинет. Предротовая цилиатура состоит из трех рядов кинет: два фрагмента над ртом и длинный ряд вдоль шва. Все ряды несут мембраны. Макронуклеус один, имеет центральную сферу с ДНК. У большинства представителей имеется две сократительные вакуоли, поры которых открываются в полосах кинет: справа, сверху, слева, снизу [3].

Поселяясь в огромных количествах на жабрах, коже и плавниках рыб и питаясь клетками эпителия хозяина, хилодонеллы вызывают раздражение покровов, усиленное слизеотделение, а в случае слабой упитанности хозяина – разрушение эпителия и нарушение дыхательной функции кожи и жаберных лепестков. Наиболее подвержены заболеваниям истощенные рыбы, т.к. голодание вызывает отмирание кожного эпителия, а отмирающая ткань является благоприятным субстратом для размножения паразитов [3, цит. Бауер, Никольская, 1957].

Хилодонеллез сопровождается такими клиническими признаками, как анорексия, депигментация кожи, изъязвления, потеря чешуи, чрезмерное выделение слизи и повреждение жабр [5].

Цель исследований – изучить показатели резистентности, характеризующие устойчивость организма *Cyprinus carpio* при спонтанном инвазировании и экспери-

ментальном заражении паразитическими инфузориями рода *Chilodonella*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен паразитологический анализ: компрессионная микроскопия соскобов с поверхности тела, жабр, хрусталика глаз, содержимого кишечника *Cyprinus carpio* [1]. Для определения иммунобиологических показателей проведен отбор проб крови из хвостовой артерии. Исследования проведены в два этапа. На первом этапе по результатам паразитологических исследований были сформированы две группы: 1-я – *Cyprinus carpio*, спонтанно инвазированные паразитическими инфузориями рода *Chilodonella*, входящими в состав сложного паразитокомплекса (n=23); 2-я – свободная от инвазий (n=23). На втором этапе проведено экспериментальное заражение *Cyprinus carpio* паразитическими инфузориями рода *Chilodonella*. Были сформированы две группы: 1-я – *Cyprinus carpio*, экспериментально инвазированные паразитическими инфузориями рода *Chilodonella* (n=16); 2-я – контрольная группа, интактные рыбы (n=16). Культуру *Chilodonella* spp. получали от больных рыб. Заражение проводили в дозе 160 ± 5 экз. путем аппликации на жабры.

Сыворотка крови получена центрифугированием. В крови определены следующие показатели: количество эритроцитов, уровень гемоглобина, фагоцитарная активность лейкоцитов (ФА), в сыворотке крови – общий белок, лизоцимная активность (ЛАСК) и β -лизины [2, 11].

Статистическую обработку проводили в программе Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На первом этапе результаты паразитологических исследований показали наличие у спонтанно инвазированных рыб сложного паразитокомплекса, в состав которого входят представители *Chilodonella* spp., *Dactylogyrus* sp., *Trichodina* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, а также *Diplostomum* spp. с доминирующей ролью *Chilodonella* spp. (таблица 1).

В результате исследований наблюдали реакцию организма на инвазию со стороны показателей крови и сыворотки крови рыб (таблица 2).

Таблица 1 – Интенсивность паразитарной инвазии *Cyprinus carpio*

Группа	Интенсивность инвазии, min-max, экз.				
	<i>Chilodonella</i> spp.	<i>Dactylogyrus</i> sp.	<i>Trichodina</i> sp.	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	<i>Diplostomum</i> spp.
1	148–1232	3–8	0–5	0–2	0–4
2	–				

Таблица 2 – Иммунобиологические показатели *Cyprinus carpio*, спонтанно инвазированных паразитокомплексом с доминирующей ролью *Chilodonella* spp.

Показатели	Группа 1	Группа 2
	M±m	
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,60±0,05*	1,20±0,07
Гемоглобин, г/л	98,00±2,26*	91,20±1,93
ФА, %	16,10±1,06*	24,20±1,42
Общий белок, г/л	6,60±0,15*	12,10±0,34
ЛАСК, %	6,90±0,67*	17,50±0,99
β-лизины, %	16,30±1,46*	29,60±2,18

Примечание – M – среднее значение; m – ошибка среднего; *p<0,05

При этом нами установлено увеличение количества эритроцитов в группе спонтанно инвазированных рыб на 25 % по сравнению с интактными животными, а также наличие большого количества патологически измененных эритроцитов (уменьшение размера и неправильная форма). У спонтанно инвазированных животных уровень гемоглобина составил 91,2±1,93 г/л, что достоверно выше, чем у интактных животных.

Активность клеточного неспецифического иммунитета характеризует показатель фагоцитарной активности лейкоцитов крови рыб. Установлено, что у спонтанно инвазированных животных данный показатель был ниже, чем у интактных, на 33,3 %. В результате исследований выявлено, что в сыворотке крови спонтанно инвазированных рыб уровень белка составил 6,6±0,15 г/л, что на 45,4 % ниже по сравнению с интактными животными, у которых данный показатель находился в пределах 12,1±0,34 г/л.

Установлено, что активность лизоцима в группе спонтанно инвазированных рыб была ниже, чем в группе интактных животных, на 60,6 %. Выявлено снижение уровня β-лизинов в сыворотке крови спонтанно инвазированных рыб на 44,9 % в сравнении с показателями интактных животных.

На втором этапе наблюдение вели в течение пяти дней после эксперименталь-

ного заражения. Исследования показали наличие изменений в поведении рыб опытной группы. Регистрировали изменение двигательной активности, усиление активности движений жаберных крышек, на поверхности тела регистрировали избыточное выделение слизи.

Результаты исследований показали, что экспериментальное заражение *Chilodonella* spp. негативно сказывается на устойчивости организма рыб. Нами установлено, что при экспериментальном заражении *Chilodonella* spp. уровень эритроцитов в крови рыб опытной группы составил 2,2±0,27×10¹²/л, что на 40,9 % выше по сравнению с контрольной группой. Уровень гемоглобина в крови рыб опытной группы был выше на 20,2 % и составил 104,4±6,16 г/л. Результаты исследований показали, что при экспериментальном заражении уровень белка сыворотки крови рыб опытной группы снижался на 35,6 % по сравнению с контрольной, в которой этот показатель составил 10,1±1,53 г/л. В результате исследований крови и сыворотки крови рыб опытной и контрольной групп наблюдали реакцию организма на инвазию со стороны лизоцимной активности сыворотки крови. Так, в опытной группе в сыворотке крови рыб активность лизоцима была ниже, чем в контрольной, и составила, соответственно, 8,4±2,16 % и 18,1±2,89 %. Фагоцитарная активность лейкоцитов крови, характеризующая кле-

точную резистентность, у рыб опытной группы находилась на уровне $15,0 \pm 1,87$ %, что в 2 раза ниже, чем у рыб контрольной группы. Показатели β -лизинов в опытной

группе имели тенденцию к увеличению по сравнению с контрольной группой, однако различия были статистически не значимы (таблица 3).

Таблица 3 – Иммунобиологические показатели *Cyprinus carpio* при экспериментальном заражении *Chilodonella* spp.

Показатели	Группа 1	Группа 2
	M±m	
Эритроциты, $10^{12}/л$	$2,20 \pm 0,27^*$	$1,30 \pm 0,31$
Гемоглобин, г/л	$100,40 \pm 6,16^*$	$80,10 \pm 6,75$
ФА, %	$15,00 \pm 1,87^*$	$31,10 \pm 4,52$
Общий белок, г/л	$6,50 \pm 0,55^*$	$10,10 \pm 1,53$
ЛАСК, %	$8,40 \pm 2,16^*$	$18,10 \pm 2,89$
β -лизины, %	$19,40 \pm 4,87$	$13,60 \pm 2,58$

Примечание – M – среднее значение; m – ошибка среднего; * $p < 0,05$

Аналогичные данные были получены рядом авторов при изучении влияния на организм рыб моногеней и цестод. При изучении потенциальной связи между паразитизмом и иммунитетом хозяина Rohlenová K. с соавторами было установлено, что «хорошее» физиологическое состояние отражает способность хозяина избегать паразитизма, особенно в отношении моногеней, ракообразных и цестод. Более того, паразитизм был связан с иммунитетом, что может указывать на то, что, несмотря на сильное влияние условий среды на иммунитет рыб, эта система (или по крайней мере некоторые иммунные пути) активируется при повышении уровня заражения паразитами. Высокая зараженность цестодами приводит к активации фагоцитов [4]. Была обнаружена связь между моногенями и состоянием рыб, причем установлено, что высокая зараженность этими паразитами может вызывать гибель рыб. Также наблюдали связь между концентрацией гемоглобина и теми же паразитами [18]. Sitja-Bobadilla A. and Alvarez-Pellitero P. предположили, что даже низкая интенсивность заражения моногенями может вызывать активацию гематопоэза у рыб, приводящую к увеличению незрелых эритроцитов [17].

Таким образом, при спонтанном инвазировании паразитоценозическим комплексом, состоящим из представителей *Chilodonella* spp., *Dactylogyrus* sp., *Trichodina* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, а также *Diplostomum* spp. с доминирующей ролью *Chilodonella* spp., а также при экспериментальном заражении *Chilodonella* spp. Уста-

новлено значительное снижение устойчивости организма рыб, что подтверждается изменениями со стороны иммунобиологических показателей. Повышение количества эритроцитов и уровня гемоглобина является компенсаторным механизмом гипоксии, которая развивается в результате патогенного воздействия *Chilodonella* spp. на жаберный аппарат *Cyprinus carpio*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования выявили наличие взаимосвязи между спонтанным инвазированием *Chilodonella* spp. в составе паразитокомплекса, а также экспериментальным заражением *Chilodonella* spp. и снижением устойчивости организма *Cyprinus carpio*.

В результате исследований установлено, что спонтанное и экспериментальное инвазирование *Cyprinus carpio* *Chilodonella* spp. приводит к снижению уровня белка сыворотки крови, соответственно, на 45,4 % и 35,6 %. Выявлено снижение активности лизоцима, соответственно, на 60,6 % и 53,6 %, фагоцитарной активности лейкоцитов – на 33,3 % и в 2 раза. Зарегистрировано снижение уровня β -лизинов на 44,9 % при спонтанном инвазировании. Установлено увеличение содержания эритроцитов, соответственно, на 25 и 40,9 %, гемоглобина – на 7 и 20,2 %, что является компенсаторным механизмом гипоксии, которая развивается в результате патогенного воздействия *Chilodonella* spp. на жаберный аппарат *Cyprinus carpio*.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Быховская-Павловская, И. Е. *Паразиты рыб : руководство по изучению* / И. Е. Быховская-Павловская. – Л. : Наука, 1985. – 121 с.
2. Пищенко, Е. В. *Гематология пресноводной рыбы: учеб. пособие* / Е. В. Пищенко. – Новосибирск, 2002. – 48 с.
3. *Определитель пресноводных рыб фауны СССР*. – Л. : Наука, 1984. – Т. 1 : Паразитические простейшие. – С. 258–259.
4. *Are fish immune systems really affected by parasites? an immunoeological study of common carp (Cyprinus carpio)* / K. Rohlenová, S. Morand, P. Hyršl [et al.] // *Parasites&Vectors*. – 2011. – Vol. 4. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com>.
5. *Bowater, R. O. An epizootic of chilodonelliasis in farmed barramundi Lates calcarifer (Bloch), a case report* / R. O. Bowater, P. J. O'Donoghue // *Journal of Fish Diseases*. – 2015. – Vol. 38 (10). – P. 931.
6. *Current status of parasitic ciliates Chilodonella spp. (Phyllopharyngea: Chilodonellidae) in freshwater fish aquaculture* / G. B. Gomes, D. R. Jerry, T. L. Miller, K. S. Hutson // *J. of Fish Diseases*. – 2017. – Vol. 40 (5). – P. 703–715.
7. *Epidemiology and identification of two species of Chilodonella affecting farmed fishes in China* / M. Li, R. Wang, G. B. Gomes, H. Zou // *Veterinary Parasitology*. – 2018. – Vol. 264. – P. 8–17.
8. *External parasite infection of common carp (Cyprinus carpio) and big head (Hypophthalmichthys nobilis) in fish farms of Mashhad, northeast of Iran* / A. Nematollahi, A. Ahmadi, H. Mohammadpour, M. Ebrahimi // *Journal of parasitic diseases*. – 2013. – Vol. 37. – P. 131–133.
9. *Four Myxobolus spp. (Myxosporea: Bivalvulida) from the gill lamellae of common carp (Cyprinus carpio) and Japanese silver crucian carp (Carassius langsdorfii) in the western part of Japan, with the description of three new species (M. tanakai n.sp., M. paratoyamai n.sp., and M. ginbuna n.sp.)* / E. Kato, A. Kasai, H. Tomochi [et al.] // *Parasitology Research*. – 2017. – Vol. 116. – P. 2427–2441.
10. *Khaj, H. Studying the prevalence of Chilodonella in fish ponds of Sistan region in Iran* / H. Khaj // *Advances in Environmental Biology*, 2014. https://www.researchgate.net/profile/HosseinKhaj/publication/291156838_Studying_the_prevalence_of_Chilodonella_in_fish_ponds_of_Sistan_region_in_Iran/links/5cc6b19a299bf12097875564/Studying-the-prevalence-of-Chilodonella-in-fish-ponds-of-Sistan-region-in-Iran.pdf.
11. *Kurbanov, A. Resistant Capabilities of the Stertet (Acipenser ruthenus) In Modeling the Impact of Stress Factors in the form of Increasing the Temperature of the Aquatic Environment, Decreasing Oxygen in the Aquatic Environment and Crowding* / A. Kurbanov, J. Nomonov, N. Titova // *Naturalisto campano*. – 2024. – Vol. 28 (1). – P. 1066–1076.
12. *Mitra, A. K. First Record of Chilodonella hexasticha (Kiernik, 1909) Kahl, 1931 (Ciliophora: Chilodonellidae) infesting a freshwater fish Nandus nandus (Hamilton) from Gangetic West Bengal, India* / A. K. Mitra, D. Haldar // *Animal biology*. – 2004. https://brill.com/view/journals/ab/54/2/article-p111_1.xml.
13. *Paperna, I. The pathology of Chilodonella hexasticha (Kiernik). Infections in cichlid fishes* / I. Paperna, J.G. Van As // *Journal of Fish Biology*. – 1983. – Vol. 23 (4). – P. 441–450.
14. *Parasitic infection alters haematology and immunity parameters of common carp, Cyprinus carpio, Linnaeus, 1758* / F. Panjvini, S. Abarghuei, H. Khara, H. M. Parashkoh // *Journal of parasitic diseases*. – 2016. – Vol. 40. – P. 1540–1543.
15. *Pharmaceutical contamination and biotic factors affecting parasitism in common carp (Cyprinus carpio)* / M. Pravdová, J. Kolářová, K. Grabicová [et al.] // *Aquaculture Research* <https://doi.org/10.1111/are.15913>
16. *Shah, R. B. M. Food security: saving our fish in E-book of extended abstract* / R. B. M. Shah // *UiTM International Conference on Law & Society 2023 4-5 July 2023 Shah Alam, Selangor Malaysia, 2023*. – P. 136–138. <https://konten.usu.ac.id/storage/satker/15/statis/arsip/Final-Ebook-Extended-Abstract-iCLas-2023.pdf#page=141>.
17. *Sitja-Bobadilla, A. Experimental transmission of Sparicotyle chrysophrii (Monogenea: Polyopisthocotylea) to gilthead seabream (Sparus aurata) and histopathology of the infection* / A. Sitja-Bobadilla, P. Alvarez-Pellitero // *Folia Parasitologica*. – 2009. – Vol. 56 (2). – P. 143–151.
18. *Smyth, J. D. The Physiology of Trematodes* / J. D. Smyth, D. W. Halton. – Cambridge : Cambridge University, 1983. – Press books.google.com.
19. *The effect of dietary immunostimulants on the susceptibility of common carp (Cyprinus carpio) to the white spot parasite, Ichthyophthirius multifiliis* / D. Herczeg, D. Sipos, Á. Dán [et al.] // *Acta Veterinaria Hungarica*. – 2017. – P. 517–530.
20. *The occurrence of the common European fish cestode Caryophyllaeus laticeps (Pallas, 1781) in the River Irtysh, China: a morphological characterization and molecular data* / B. W. Xi, D. Barčák, M. Oros [et al.] // *Acta Parasitologica*. – 2016. – Vol. 61 (3). <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/ap-2016-0065/html>.