

УДК 593.5:597.5

**ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ
MYXOBOLUS PRONINI LIU ET AL., 2016 (CNIDARIA, MYXOZOA) –
КАРАСЬ СЕРЕБРЯНЫЙ (*CARASSIUS AURATUS GIBELIO*)**

© 2024 г. М. Д. Батуева^а, *, Р. Ю. Абашеев^б

^аИнститут общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения РАН,
Улан-Удэ, 670047 Россия

^бБурятский государственный университет,
Улан-Удэ, 670000 Россия
*e-mail: badmm@rambler.ru

Поступила в редакцию 27.02.2024 г.

После доработки 28.03.2024 г.

Принята к публикации 30.03.2024 г.

Приведены сведения об особенностях локализации *Myxobolus pronini* у карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*). Нами проведен анализ взаимоотношений в системе паразит–хозяин. В полости тела карася обнаружены большие массы спор, окруженные соединительнотканной капсулой. Развитие вегетативных форм *M. pronini* начинается в экзокринной ткани панкреаса серебряного карася.

Ключевые слова: *Myxobolus*, гистология, карась серебряный, панкреас, брюшная полость

DOI: 10.31857/S0031184724040070, **EDN:** BMWRTS

Микоспоридии – широко распространенные у рыб паразиты, насчитывающие свыше 2000 видов. Наиболее разнообразен род *Myxobolus* (1255 видов) (Eiras et al., 2021), представители которого являются преимущественно специфичными тканевыми паразитами всех органов хозяина (Fiala et al., 2015). Кроме того, среди хозяев–карповых рыб отмечено наибольшее количество видов этого рода (более половины) (Liu et al., 2019).

Фауна микоспоридий серебряного карася хорошо исследована и составляет 48 видов (Eiras et al., 2005, 2014, 2021). Это широко распространенный инвазионный вид в Евразии из Китайско-Амурской фауны (Molnár et al., 2018). *C. a. gibelio* давно попал в водосбор Байкала через естественные водоемы, связанные с р. Амур. Карио-тип серебряного карася в бассейне оз. Байкал неизвестен.

В озере Байкал у серебряного карася найдены виды: *Myxobolus pronini* Liu, Batueva, Zhang, Zhang, Li, Li, 2016; *M. zhaltzanovae* Batueva, Liu, Zhang, Voronin, Naydanov, Abasheev, 2023; *M. nekrasovae* Batueva, Vlasenko, Solovyev, Abasheev, 2023. При описании *M. pronini* нами были представлены только морфология миксоспор и молекулярные данные 18S rDNA *M. pronini* (Liu et al., 2016), нет гистологического описания локализации *M. pronini* в хозяине и характера патогенеза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Нами проведено ихтиопаразитологическое исследование 125 экз. карася серебряного (*C. a. gibelio*) из р. Баргузин (бассейн оз. Байкал, Россия) (53°62'60" с.ш., 109°68'32" в.д.) в марте, июне, июле, августе 2015–2021 гг. Проводилось полное и специальное паразитологическое вскрытие (Быховская-Павловская, 1985) рыб в возрасте от 3+ до 6+.

Плазмодии выделяли из печени и брюшной полости рыб. Миксоспоры заключали в глицерин-желатин для дальнейшей микроскопии (Донец, Шульман, 1973).

Зараженные фрагменты тканей фиксировали в 10% формалине и растворе Буэна, заливали в парафин, делали срезы, окрашивали гематоксилином, эозином и трихромом по Маллори для выявления соединительнотканых волокон. Гистологическое описание плазмодиев и морфологический анализ спор выполнены с помощью светового микроскопа (Axio Imager M.2, Carl Zeiss; Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Плазмодии *M. pronini* отмечены в брюшной полости и панкреасе серебряного караса (рис. 1; 2а). Панкреас карповых представлен скоплением специализированных клеток, локализующихся в печени, брыжейке, жировой ткани кишечника и селезенке. Экзокринная часть представлена ацинусами в виде долек, упакованных в соединительнотканную капсулу (Mokhtar, 2015).

Экстенсивность инвазии паразитом в полости тела караса в течение года составляла 15–25%, а в панкреасе плазмодии *M. pronini* были найдены только летом при зараженности 6%.

Ранние стадии развития *M. pronini* локализовались в секреторных ацинусах панкреаса (рис. 2б). Паразит постепенно разрушает экзокриноциты и ацинусы, что приводит к скоплению зрелых спор в соединительнотканых капсулах долек. Воспалительная реакция выражается в генерации большого числа коллагеновых волокон фибробластами вокруг спор (рис. 2в). В последующем происходят гипертрофия соединительнотканых долек панкреаса и отторжение инцистированных скоплений спор в брюшную полость. Цисты достигали размеров 1.5 см, были достаточно эластичными, устойчивыми к механическому воздействию (рис. 2г).

Хотя гепатопанкреас как место паразитирования ранее был отмечен для *Myxobolus wulii* от аллогенного карпа *Cyprinus carpio* (Zhang et al., 2010) и для *Myxobolus jialingensis* от касатки-скрипуна *Tachysurus fulvidraco* (Gao et al., 2010), подробного гистологического описания паразито-хозяинных взаимоотношений нет.

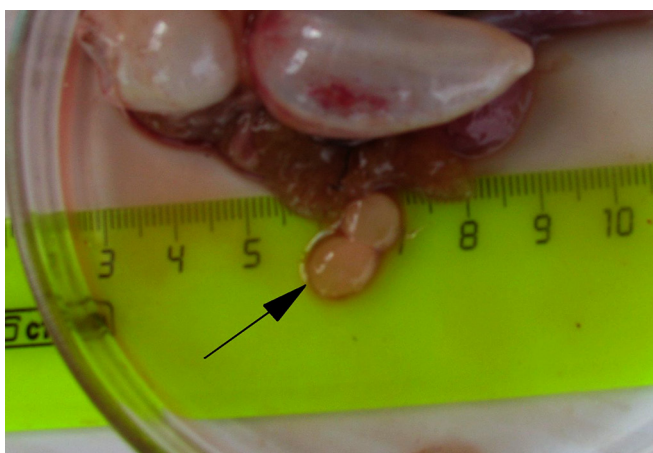


Рисунок 1. Плазмодии *Myxobolus pronini* (стрелка) в брюшной полости серебряного карася.
Figure 1. Plasmodia of *Myxobolus pronini* (arrow) in the abdominal cavity of the gibel carp.

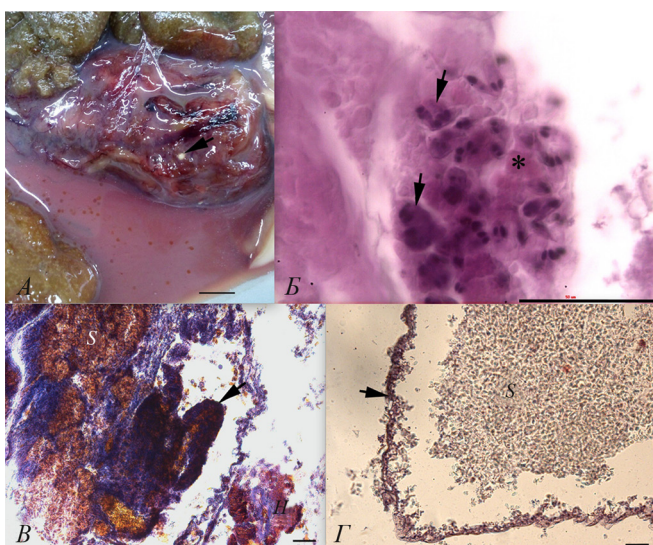


Рисунок 2. *А* – одиночная циста (стрелка) в гепатопанкреасе серебряного карася.
Б – гистологический срез экзокринной ткани панкреаса (звездочка) серебряного карася с развивающимися спорами *Myxobolus pronini* (стрелки). *В* – споры (*S*), окруженные коллагеновой капсулой долек экзокринных ацинусов панкреаса (стрелка), и панкреас (*H*), связанный с кровеносными сосудами. Окраска по Маллори. *Г* – споры (*S*) *Myxobolus pronini* в брюшной полости, окруженные слоем коллагеновых волокон (стрелка). Окраска по Маллори. Масштаб: *А* – 1 см; *Б–Г* – 50 мкм.

Figure 2. *A* – solitary cyst (arrow) in the hepatopancreus of the gibel carp. Scale 1 cm.
B – histological section of the pancreas exocrine tissue (arrow) of the gibel carp with developing spores of *Myxobolus pronini* (arrows). H&E. *Г* – pancreas (*H*), connected with blood vessels. Mallory staining. (*в*); Spores (*S*) of *Myxobolus pronini* in the abdominal cavity surrounded by a layer of collagen fibers (arrow). Mallory staining. Scale (*Б–Г*) 50 μm.

Представители рода *Myxobolus* – тканевые паразиты, поэтому находки в полости тела хозяина редки. В брюшной полости *Salminus maxillosus* ранее был отмечен *Myxobolus macroplasmoidal* Molnár, Ranzani-Paiva, Eiras et Rodrigues, 1998 (Molnár et al., 1998). Цисты *M. macroplasmoidal* также имели крупные размеры (свыше 1 см). Однако нет описания гистопатологии паразита. Авторы предположили, что развитие *M. macroplasmoidal* связано с тканями хозяина.

Таким образом, обнаружение *M. pronini* в тканях подтверждает, что данная локализация характерна для видов *Myxobolus*.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена при поддержке гранта Бурятского госуниверситета №23-01-0502, а также базового проекта Минобрнауки РФ FWSM-2021-0002, № государственной регистрации 121030900141-8.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразитологическое исследование рыб. Руководство по изучению. Л., Наука, 121 с. [Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. 1985. Parasitological study of fish. Study Guide. L., Nauka, 121 pp. (in Russian)].
- Донец З.С., Шульман С.С. 1973. О методах исследования миксоспоридий. Паразитология 7: 191–193. [Donec Z.S., Shulman S.S. 1973. On methods of studies of myxosporidians (Protozoa, Cnidosporidia). Parazitologiya 7: 191–193. (in Russian)].
- Mokhtar D.M. 2015. Histological, histochemical and ultrastructural characterization of the pancreas of the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). European Journal of Anatomy 19 (2): 145–153.
- Eiras J.C., Cruz C.F., Saraiva A., Adriano E.A. 2021. Synopsis of the species of *Myxobolus* (Cnidaria, Myxozoa, Myxosporea) described between 2014 and 2020. Folia Parasitologica 68: 012. <https://doi.org/10.14411/fp.2021.012>
- Eiras J.C., Molnar K., Lu Y.S. 2005. Synopsis of the species of *Myxobolus* Butschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae). Systematic Parasitology 61: 1–46. <https://doi.org/10.1007/s11230-004-6343-9>
- Eiras J.C., Zhang J.Y., Molnár K. 2014. Synopsis of the species of *Myxobolus* Butschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) described between 2005 and 2013. Systematic Parasitology 88: 11–36. <https://doi.org/10.1007/s11230-014-9484-5>
- Fiala I., Bartošová-Sojčková P., Whipps C.M. 2015. Classification and Phylogenetics of Myxozoa. In: Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J.L. (eds). Myxozoan Evolution, Ecology and Development. Springer International Publishing, Switzerland, 85–110.
- Gao L., Zhang J., Yang C., Zhao Y. 2020. *Myxobolus jialingensis* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) infecting urinary bladder and hepatopancreas of yellowhead catfish *Tachysurus fulvidraco* from China. Zootaxa 4819 (1): 179–186. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4819.1.10>

- Liu X.H., Batueva M.D., Zhao Y.L., Zhang J.Y., Zhang Q.Q., Li T.T., Li A.H. 2016. Morphological and molecular characterization of *Myxobolus pronini* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) from the abdominal cavity and visceral serous membranes of the gibel carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in Russia and China. *Parasites & Vectors* 9: 562. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1836-3>
- Liu Y., Lövy A., Gu Z., Fiala I. 2019. Phylogeny of Myxobolidae (Myxozoa) and the evolution of myxospore appendages in the *Myxobolus* clade. *International Journal for Parasitology* 49: 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.02.009>
- Molnár K., Nyeste K., Székely C. 2018. Parasitology is a tool for identifying the original biotope of the gibel carp (*Carassius auratus gibelio* Berg, 1932). *Pisces Hungarici* 12: 87–94.
- Molnár K., Ranzani-Paiva M.J., Eiras J.C., Rodrigues E.L. 1998. *Myxobolus macropasmodialis* n. sp. (Myxozoa: Myxosporidia), a parasite of the abdominal cavity of the Characid Teleost, *Salminus maxillosus* in Brazil. *Acta Protozoologica* 37: 241–245.
- Zhang J.Y., Yokoyama H., Wang J.G., Li A.H., Gong X.N., Ryu-Hasegawa A., Iwashita M., Ogawa K. 2010. Utilization of tissue habitats by *Myxobolus wulii* Landsberg & Lom, 1991 in different carp hosts and disease resistance in allogynogenetic gibel carp: redescription of *M. wulii* from China and Japan. *Journal of Fish Diseases* 33: 57–68. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2009.01102.x>

FEATURES OF RELATIONSHIP BETWEEN *MYXOBOLUS PRONINI* LIU ET AL., 2016 (CNIDARIA, MYXOZOA) AND THE GIBEL CARP (*CARASSIUS AURATUS GIBELIO*)

M. D. Batueva, R. Yu. Abasheev

Keywords: *Myxobolus*, histology, gibel carp, pancreas, abdominal cavity

SUMMARY

Histological description of the location sites of *Myxobolus pronini* in the gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) is given, together with the analysis of host-parasite relations. It was revealed that large spore masses surrounded by a connective tissue capsule are found in the body cavity. The development of vegetative forms of *M. pronini* begins in the exocrine tissue of the pancreas of the Prussian carp.