

УДК 576.89:591.69-9:611.3:575.8

<https://doi.org/10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.285-289>

**О ПРИНЦИПЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ФУНКЦИЙ
СЕВЕРЦОВА-ПЛАТЕ НА ПРИМЕРЕ КИШЕЧНИКА
ГЕПАТОТРЕМАТОДЫ *PARAFASCIOLOPSIS*
FASCIOLAEMORPHA EJSMONT, 1932
(PLATHELMINTHES, TREMATODA)**

Маниковская Н. С.¹,

кандидат биологических наук,

доцент кафедры генетики и фундаментальной медицины,

manikovskaya_ns@mail.ru

Начева Л. В.²,

доктор биологических наук, профессор,

заведующий кафедрой биологии с основами генетики и паразитологии

Аннотация

В работе рассматриваются морфофункциональные особенности кишечника трематоды *Parafasciolopsis fasciolaemorpha* в контексте его эндостации — желчных протоках печени лося европейского *Alces alces* (среде 1-го порядка), которые раскрывают механизмы, обеспечивающие приспособление паразита. Кишечник *P. fasciolaemorpha* выстлан эпителием, при этом его апикальная часть представлена тонкими микроворсинками, а базальная часть содержит ядра и сетевидную цитоплазму; эпителий отграничен от паренхимы базальной мембраной, имеющей коллагеновую природу; интенсивная бромфенолофилия и толуидинофилия, проявляющаяся на апикальном конце микроворсинок, указывает на скопления гликопротеинов и участие в расщеплении пищи, а также в усилении устойчивости энтероцитов к антигенному воздействию хозяина и проявлению антикоагуляционных свойств; энтероциты функционируют по типу микроапокриновой секреции, а пищеварение носит в основном пристеночный (и частично полостной) характер; наличие микроворсинок в апикальной части эпителия кишечника увеличивает площадь рабочей поверхности и ускоряет процессы пристеночного пищеварения, уси-

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6)

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а)

ливая трофические процессы гельминта *P. fasciolaemorpha* для выживания в организме хозяина, что помогает паразитам маленьких размеров адаптироваться в эндостации. Результаты исследования служат наглядной иллюстрацией принципа интенсификации функций Северцова-Плате.

Ключевые слова: трематоды, кишечный эпителий, энтероцит, щеточная кайма, принцип интенсификации функций

**ON THE SEVERTSOV-PLATE FUNCTION INTENSIFICATION
PRINCIPLE BY THE EXAMPLE OF THE INTESTINES
OF HEPATIC TREMATODE *PARAFASCIOLOPSIS
FASCIOLAEMORPHA* EJSMONT, 1932 (PLATHELMINTHES,
TREMATODA)**

Manikovskaya N. S.¹,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
of the Department of Genetics and Fundamental Medicine,
manikovskaya_ns@mail.ru

Nacheva L. V.²,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department
of Biology with Fundamentals of Genetics and Parasitology

Abstract

The study considers morphological and functional features of the intestine of the trematode *Parafasciolopsis fasciolaemorpha* in the context of its endostation, namely, the bile ducts in the liver of the moose *Alces alces* (1st order environment), which reveal mechanisms that ensure the parasite adaptation. The intestine of *P. fasciolaemorpha* is covered with epithelium, while its apical part is represented by thin microvilli, and the basal part contains nuclei and reticular cytoplasm. The epithelium is delimited from parenchyma by a basal membrane of a collagenous nature. Intense bromphenolophilia and toluidinophilia manifested at the apical end of the microvilli indicate the accumulated glycoproteins and involvement in the breakdown of food, as well as in the increase in the enterocyte resistance to antigenic effects of the host and the manifestation of anticoagulant properties. Enterocytes function in analogy with microapocrine secretion, and digestion is mainly parietal (and partially abdominal).

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State University" (6, Krasnaya st., Kemerovo, 650000, Russia)

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State Medical University" of the Ministry of Healthcare of Russian Federation (22a, Voroshilova st., Kemerovo, 650056, Russia)

The microvilli in the apical part of the intestinal epithelium increase the working surface area and accelerate the processes of parietal digestion with enhancing the trophic processes of the helminth *P. fasciolaemorpha* to survive in the host organism, which helps small parasites to adapt in the endostation. The study results serve as a clear illustration of the Severtsov-Plate function intensification principle.

Keywords: trematodes, intestinal epithelium, enterocyte, brush border, function intensification principle

Введение. Одним из принципов функциональной эволюции является принцип интенсификации функций Северцова-Плате (1934): при интенсификации функций усиливается главная функция органа, которая качественно остается без изменений, однако, при этом совершенствуется механизм, обеспечивающий выполнение этой функции, за счет усложнения морфологических структур или прогрессивного изменения клеток данного органа. При изучении микроморфологических особенностей пищеварительной системы трематод мы не раз замечали, что в ходе приспособления к своей эндостации у гельминтов развивается сложный комплекс компенсаторно-приспособительных реакций, обеспечивающих постоянное динамическое равновесие системы «паразит-хозяин» [1, 4, 5]. Одним из органов, морфофункциональные особенности которого следует рассматривать в контексте экологической ниши паразита, и который в эволюционном отношении демонстрирует нам принцип интенсификации функций, является кишечник [2].

Цель исследования: изучение морфофункциональных особенностей кишечника *Parafasciolopsis fasciolaemorpha* для обоснования принципа интенсификации функций Северцова-Плате.

Материалы и методы. Для работы были взяты зрелые особи *P. fasciolaemorpha* (Ejmont, 1932) из желчных протоков печени лося европейского *Alces alces*. Фиксацию паразита, гистологическую и гистохимическую окраску осуществляли по общепринятым методикам.

Результаты исследований. Кишечник *P. fasciolaemorpha* характеризуется следующими особенностями: прямые и сравнительно тонкие кишечные стволы без ответвлений, тянутся от пищевода до заднего конца тела, где слепо заканчиваются. Эпителиальная выстилка представлена плотно прилегающими энтероцитами, лежащими на базальной мембране, их апикальная часть имеет тонкие микроворсинки, которые образуют щеточную кайму. В базальной части клеток на разном уровне лежат крупные ядра. Со стороны паренхимы к кишечной стенке примыкают клетки – энтеротрофоциты, которые имеют вытянутую в ширину форму и светлую вакуолизированную цитоплазму [3].

Гистохимические методы в базальной части энтероцитов выявляют темно-синее окрашивание бромфеноловым синим (БФС) по Бонхеу и положительную ШИК-окраску вакуолей, расположенных в большом количестве в этой части. В апикальной части энтероцитов окрашивание БФС дает синий цвет, а ШИК-окраска выражена слабее. На конце микроворсинок, обращенном в просвет кишечника, отмечается сильное окрашивание при ШИК-реакции и бромфенолофилия [4]. Базальная мембрана кишечного эпителия при окраске по методу Маллори приобретает голубой цвет [3]. Результат гистохимических реакций энтероцитов обусловлен образованием белок-полисахаридного комплекса, благодаря чему некоторые кислые мукополисахариды (гепарин, гепарин-моносulfат) при соединении с белком проявляют антикоагуляционные свойства [4].

Пищеварение у *P. fasciolaemorpha* преимущественно носит пристеночный характер: около микроворсинок образуется комплекс пищевого материала, расщепляющийся под действием ферментов, выделяемых энтероцитами при микроапокриновой секреции [5]. Полостное пищеварение встречается на некоторых участках [4]. Питание *P. fasciolaemorpha* осуществляется доступными веществами, образующимися в ходе метаболических реакций хозяина. Например, глюкозой, которую паразит легко всасывает, накапливает в паренхиме и мышцах как трофический материал [4, 5]. Кроме этого, для трематод характерна клетомимикрия: гельминт, используя эндостацию, может всасывать («воровать») у хозяина микроэлементы, гормоны, витамины, аминокислоты, что косвенно подтверждается положительной ШИК-реакцией, бромфенолофилией и толудинофилией в органах пищеварения парафасциолопсиса. Наличие незначительного количества эритроцитов крови хозяина может быть косвенным доказательством того, что кровь в кишечнике паразита не сворачивается, а постепенно лизируется его ферментами. В тоже время содержание в эпителии кишечника кислых белков в комплексе с кислыми углеводами придает клеткам устойчивость к химическому воздействию крови хозяина [3].

Заключение. Выявленные морфологические, гистологические и гистохимические особенности кишечника *P. fasciolaemorpha* в целом и его структурно-функциональной единицы – энтероцита, указывают на наличие приспособительных возможностей паразита к существованию в своей эндостации, что является наглядной иллюстрацией принципа интенсификации функций Северцова-Плате.

Список источников

1. Маниковская Н. С. Сравнительная характеристика пищеварительной системы трематод, паразитирующих в разных отделах желудочно-кишечного тракта хозяина // Сборник научных трудов «Медико-биологические проблемы». 2003. С. 42-45.
2. Маниковская Н. С., Начева Л. В. Морфофункциональная организация кишечника трематод как иллюстрация принципа интенсификации функций Северцова-Плате // Материалы международной научно-практической конференции «Современный мир: природа и человек». 2022. С. 236-246.
3. Маниковская Н. С., Начева Л. В. Морфоэкологическая характеристика кишечника трематод // Сборник научных трудов «Проблемы медицины и биологии». 1999. С. 131.
4. Маниковская Н. С., Начева Л. В. Пищеварительная система гепатотрематоды *Parafasciolopsis fasciolaemorpha* Ejsmont, 1932 (Plathelminthes, Trematoda): морфофункциональная организация, гистологические и гистохимические особенности к адаптивной специализации // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 3. С. 263-273.
5. Начева Л. В., Маниковская Н. С. Сравнительная морфофункциональная характеристика щеточной каймы кишечника трематод разных эндостаций // Сборник научных трудов «Медико-биологические проблемы». 2002. С. 14-18.

References

1. Manikovskaya N. S. Comparative characteristics of the digestive system of trematodes parasitizing in different parts of the gastrointestinal tract of the host. *Collection of scientific works "Medical and biological problems"*. 2003; 42-45. (In Russ.)
2. Manikovskaya N. S., Nacheva L. V. Morphofunctional organization of trematode intestines as an illustration of the Severtsov-Plate function intensification principle. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Modern world: nature and man"*. 2022; 236-246. (In Russ.)
3. Manikovskaya N. S., Nacheva L. V. Morphological and ecological characteristics of intestines of trematodes. *Collection of scientific papers "Problems of medicine and biology"*. 1999; 131. (In Russ.)
4. Manikovskaya N. S., Nacheva L. V. Digestive system of the hepatic trematode *Parafasciolopsis fasciolaemorpha* Ejsmont, 1932 (Plathelminthes, Trematoda): morphofunctional organization, histological and histochemical features to adaptive specialization. *Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(3): 263-273. (In Russ.)
5. Nacheva L. V., Manikovskaya N. S. Comparative morphofunctional characteristics of the brush border in the intestines of trematodes in different endostations. *Collection of scientific works "Medical and biological problems"*. 2002; 14-18. (In Russ.)