

УДК 571.27

<https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-8-2.2024.25.388-393>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИММУНОРЕГУЛЯТОРНЫХ БЕЛКОВ В СЕКРЕТОРНО- ЭКСКРЕТОРНЫХ ПРОДУКТАХ ЦЕСТОД

Содномов Т. Ч.<sup>1</sup>,  
магистрант,  
sodnomov.tamir@bk.ru

Кутырев И. А.<sup>1,2</sup>,  
доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,  
ikutyrev@yandex.ru

### Аннотация

В данной статье были изучены секреторно-экскреторные продукты паразитических плоских червей, направленные на поиск потенциальных иммунорегуляторных белков. Иммунорегуляторные белки плохо изучены на данный момент. В последние годы возрос интерес к идентификации иммунорегуляторных молекул, вырабатываемых паразитическими червями. Потенциальные иммунорегуляторные белки внесут существенный вклад в развитие медицины, биотехнологии и позволят эффективно лечить аллергические и другие аутоиммунные заболевания. В ходе работы использовали методы биоинформатики, протеомики и транскриптомики. Были идентифицированы потенциальные иммунорегуляторные белки в белках секрета *Ligula interrupta* и составлен их список. Был проведён анализ каждого белка на возможное выполнение иммунорегуляторных функций в системе «паразит – хозяин». На основании данных по идентификации белков СЭП с использованием транскриптомов паразитов была проведена аннотация белков секрета (СЭП) по международным базам NCBI и Swissprot. Была составлена таблица с идентифицированными потенциальными иммунорегуляторными белками. Был проведён функциональный анализ каждого белка. Функции белков определялись на основе анализа научных статей, патентов и публикаций. Сравнивая различные белки, можно выделить схожие по доменной структуре, филогении и описанию. Найденные потенциальные иммунорегу-

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В, стр. 1)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук (670047, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6)

ляторные белки вносят существенный вклад в развитие медицины, биотехнологии и позволяют эффективно лечить аллергические и другие аутоиммунные заболевания.

**Ключевые слова:** *Ligula interrupta*, потенциальные иммунорегуляторные белки

## STUDY ON POTENTIAL IMMUNOREGULATORY PROTEINS IN THE EXCRETORY-SECRETORY PRODUCTS OF CESTODES

Sodnomov T. C. <sup>1</sup>,

Master's Student,  
sodnomov.tamir@bk.ru

Kutyrev I. A. <sup>1,2</sup>,

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher,  
ikutyrev@yandex.ru

### Abstract

This article studied excretory-secretory products of parasitic flatworms aimed at searching for potential immunoregulatory proteins. Immunoregulatory proteins are poorly studied at the moment. Recent years have showed increased interest in identifying immunoregulatory molecules produced by parasitic worms. Potential immunoregulatory proteins will make a significant contribution to the development of medicine and biotechnology and will make it possible to effectively treat allergic and other autoimmune diseases. The study used methods of bioinformatics, proteomics, and transcriptomics. Potential immunoregulatory proteins were identified in the *Ligula interrupta* secretome proteins and listed. Each protein was analyzed for possible immunoregulatory functions in the parasite-host system. Based on identification data of SEP proteins using parasite transcriptomes, annotation of secretome proteins (SEP) was made in the NCBI and Swissprot international databases. A table was compiled with identified potential immunoregulatory proteins. A functional analysis of each protein was performed. Protein functions were determined based on analysis of scientific articles, patents and publications. By comparing different proteins, it is possible to identify those that are similar in domain structure, phylogeny, and description. The discovered potential immunoregulatory proteins will make a significant contribution to the development of medicine

---

<sup>1</sup> East Siberia State University of Technology and Management (40V, Klyuchevskaya st., Bldg. 1, Ulan-Ude, 670013, Russia)

<sup>2</sup> Institute of General and Experimental Biology Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia)

and biotechnology and will make it possible to effectively treat allergic and other autoimmune diseases.

**Keywords:** *Ligula interrupta*, potential immunoregulatory proteins

**Введение.** Иммунорегуляторы паразитических плоских червей разнообразны как по функциональным свойствам, так и по химической природе. Наиболее важная группа иммунорегуляторных веществ паразитов – белки. К ним относятся: гомологи цитокинов и гомологи аллергенов ядов (VAL), гликолитические энзимы и лектины, ингибиторы протеаз, ацетилхолинэстеразы, антиоксиданты и др. Поэтому большой интерес представляет исследование белков секреторно-эксcretорных продуктов паразитов, вырабатываемых ими в ответ на взаимодействие с тканями хозяина.

Целью настоящего исследования была идентификация потенциальных иммунорегуляторных белков в секреторно-эксcretорных продуктах паразитических плоских червей современными методами протеомики, транскриптомики и биоинформатики.

Для достижения цели необходимо было выполнить следующие задачи: 1) Идентифицировать белки в секреторно-эксcretорных продуктах (СЭП) *Ligula interrupta* на основании биоинформатического анализа имеющихся данных о транскриптоме и результатов хромато-масс-спектрометрического анализа СЭП. 2) Составить список потенциальных иммунорегуляторных белков *L. interrupta* и описать их биологические функции. Описать наиболее важные иммунорегуляторные белки.

**Материалы и методы.** Первым этапом была идентификация потенциальных иммунорегуляторных белков в продуктах секрета *L. interrupta* и составление их списка. После составления списка белков был проведен анализ каждого белка на возможное выполнение иммуномодулирующих функций в системе «паразит-хозяин». Для этого в поисковой системе Google Академия (<https://scholar.google.com/>) был проведен список научных статей с ключевыми словами: 1) «<наименование белка секрета>», «parasite», «host», «immune»; 2) «<наименование белка секрета>», «parasite», «immunoregulatory».

В случае нахождения статей, подтверждающих иммуномодуляторную функцию данного белка в других системах «паразит – хозяин», данному белку приписывалась потенциальная иммуномодуляторная функция в изучаемых нами системах.

**Результаты исследований.** Была проведена аннотация белков секрета (СЭП) по международным базам NCBI и Swissprot (рисунок). В данной таблице (рис.) для каждого транскрипта, имеющего совпадение с белком из секрета, указаны наименования гомологов (первые 10 хитов) в генетической базе NCBI (ГенБанк) и базе данных последовательностей белков Swissprot.

**Рис.** Результаты аннотации транскриптов, имеющих совпадение с белком из секрета паразитов *Ligula interrupta* (фрагмент итоговой таблицы)

Таблица 1

### Потенциальные иммунорегуляторные белки (фрагмент)

TRINITY_DN1093_c0_g1_i1.p1	безымянный белковый продукт [ <i>Dibothriocephalus latus</i> ]	VDK73649.1 unnamed protein product [ <i>Dibothriocephalus latus</i> ]	78.6	sp Q9QZW0 AT11C_MOUSE Phospholipid-transporting ATPase 11C OS=Mus musculus OX=10090 GN=Atp11c PE=1 SV=2	35.5
	фосфолипид, транспортирующий АТФазу IF [ <i>Echinococcus multilocularis</i> ]	CDI97044.1 phospholipid transporting ATPase IF [ <i>Echinococcus multilocularis</i> ]	59.0	sp Q9Y2G3 AT11B_HUMAN Probable phospholipid-transporting ATPase IF OS=Homo sapiens OX=9606 GN=ATP11B PE=1 SV=2	34.2

После составления списка белков в секрете был проведен функциональный анализ каждого белка.

Таблица 2

## Функции потенциальных иммунорегуляторных белков (фрагмент)

Наименование белка	Функция
Гельсолин	Данный белок встречается у <i>Echinococcus granulosus</i> и обладает иммунорегуляторными функциями, также он является антигеном. У <i>Dibothriocephalus latus</i> проявлял иммунорегулирующие свойства
Коллаген II типа В	Наблюдается понижающая регуляция ответов IgG-антител против коллагена II у животных, инфицированных паразитами. Живые паразиты могут оказывать иммуномодулирующее и защитное действие при коллаген-индуцированном артрите, при котором несколько механизмов могут работать параллельно, хотя почти полное подавление реакции антител против коллагена может само по себе объяснить защитный эффект при коллаген-индуцированном артрите. Данный коллаген присутствует у <i>Echinococcus multilocularis</i> и <i>Hymenolepis microstoma</i>

Функции белков определялись на основе анализа научных статей, патентов и публикаций. Сравнивая различные белки, можно выделить схожие по доменной структуре, филогении и описанию. Найденные потенциальные иммунорегуляторные белки внесут существенный вклад в развитие медицины, биотехнологии и позволят эффективно лечить аллергические и другие аутоиммунные заболевания.

**Заключение.** Идентифицированы белки в секреторно-эксcretорных продуктах (СЭП) *L. interrupta* на основании биоинформатического анализа имеющихся данных о транскриптоме и результатов хромато-масс-спектрометрического анализа СЭП. Составлены списки потенциальных иммунорегуляторных белков *L. interrupta* и описаны их биологические функции. Описаны наиболее важные иммунорегуляторные белки.

*Работа выполнена в рамках проекта (FWSM-2021-0002).*

**Список источников**

1. Бисерова Н. М., Кутырев И. А. Особенности локализации простагландина E2,  $\gamma$ -аминоасляной кислоты и других потенциальных иммуномодуляторов у плероцеркоида *Diphylobothrium dendriticum* (Cestoda) // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2014. № 3. С. 271-280.
2. Бисерова Н. М., Кутырев И. А., Малахов В. В. Ленточный червь *Diphylobothrium dendriticum* (Cestoda) продуцирует простагландин E2 – регулятор иммунитета хозяина // Доклады академии наук. 2011. Т. 441. № 1. С. 126-128.
3. Кутырев И. А. Морфофункциональные и иммунологические аспекты взаимоотношений в системе паразит-хозяин: цестоды-рыбы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2017. 44 с.
4. Adisakwattana P., Saunders S. P., Nel H. J., Fallon P. G. Helminth-Derived Immunomodulatory Molecules // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2009; 666: 95-107.
5. Lightowers M. W., Rickard M. D. Excretory-secretory products of helminth parasites: effects on host immune responses // *Parasitology*. 1988; 96(1): 123-166.

**References**

1. Biserova N. M., Kutyrev I. A. Localization of prostaglandin E2,  $\gamma$ -aminobutyric acid and other potential immunomodulators in the plerocercoid *Diphylobothrium dendriticum* (Cestoda). *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Biological Series*. 2014; 3: 271-280. (In Russ.)
2. Biserova N. M., Kutyrev I. A., Malakhov V. V. The tapeworm *Diphylobothrium dendriticum* (Cestoda) produces prostaglandin E2, a host immunity regulator. *Reports of the Academy of Sciences*. 2011; 441(1): 126-128. (In Russ.)
3. Kutyrev I. A. Morphofunctional and immunological aspects of relationships in the parasite-host system: cestodes-fish: Extended abstract of Doctor's thesis. Moscow, 2017. 44 p. (In Russ.)
4. Adisakwattana P., Saunders S. P., Nel H. J., Fallon P. G. Helminth-Derived Immunomodulatory Molecules. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2009; 666: 95-107.
5. Lightowers M. W., Rickard M. D. Excretory-secretory products of helminth parasites: effects on host immune responses. *Parasitology*. 1988; 96(1): 123-166.