

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Государственное научное учреждение Институт зоологии

УДК 594.1:577.482(043.3)

**МАСТИЦКИЙ**  
**Сергей Эдуардович**

**ЭНДОСИМБИОНТЫ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *DREISSENA*  
*POLYMORPHA* (PALLAS) В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ**

03.00.18 – гидробиология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Минск, 2004

Работа выполнена на кафедре общей экологии и методики преподавания биологии биологического факультета Белорусского государственного университета (БГУ)

**Научный руководитель: Макаревич Т. А.**, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии БГУ

**Официальные оппоненты: Байчоров В. М.**, доктор биологических наук, заведующий лабораторией гидроэкологии, ГНУ Институт зоологии НАН Беларуси

**Трифонов О. В.**, кандидат биологических наук, инженер-микробиолог УП «Минскводоканал»

**Оппонирующая организация:** Институт гидробиологии НАН Украины, отдел санитарной и технической гидробиологии

Защита состоится 25 мая 2004 года в 14.00 часов на заседании Совета Д 01.32.01 при Институте зоологии НАН Беларуси по адресу: 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27; тел. (017) 284-21-91, факс 284-10-36, e-mail: sergmast@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в Совете при Институте зоологии НАН Беларуси

Автореферат разослан « 22 » \_\_\_\_\_ апреля \_\_\_\_\_ 2004 г.

Ученый секретарь Совета  
кандидат биологических наук

Н. Н. Рощина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Происходящее в наши дни интенсивное распространение моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) по водоемам Европы и Северной Америки приводит к значительным экологическим и экономическим последствиям. Исследованию особенностей биологии и экологии дрейссены были посвящены многочисленные работы, однако до недавнего времени крайне мало внимания уделялось эндосимбионтам моллюска, т.е. организмам, населяющим его мантийную полость и внутренние органы (*термин «симбиоз» в настоящей работе употребляется в широком смысле*). Между тем при распространении по новым регионам дрейссена выступает в качестве переносчика тесно ассоциированных с ней организмов. Эколого-паразитологические последствия подобного синхронизированного расселения моллюска и его симбионтов изучены очень слабо. Часто дрейссена становится дополнительным хозяином и для различных симбиотических организмов, обитавших в водоеме до ее вселения. Примером могут быть трематоды, знание видового состава и особенностей биологии которых необходимо для прогнозирования эпизоотической ситуации в водоемах. Изучение симбионтов дрейссены является перспективным также в связи с возможностью разработки биологического способа борьбы с ее обрастаниями. Наконец, необходимо отметить, что эффекты, вызываемые дрейссеной в том или ином водоеме, напрямую зависят от численности ее популяции. Неоднократно было показано, что плотность популяций моллюска может претерпевать значительные изменения во времени. В этой связи крайне важно выяснить роль, которую играют в колебаниях численности дрейссены ее эндосимбионты.

Связь с крупными научными программами, темами. Материалы, представленные в диссертации, получены при выполнении следующих научно-исследовательских работ: «Изучить закономерности распространения паразитов двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) в различных регионах Беларуси» (БРФФИ, 1999-2001 г., № 19992354), «Изучить сезонную динамику заражения двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) трематодами семейства Echinostomatidae» (Белгосуниверситет, 2002 г., № 20022471), «Структурные особенности сообществ эндосимбионтов дрейссены в водоемах различного трофического типа» (Белгосуниверситет, 2003 г., № 2003912), а также «Изучить закономерности взаимоотношений «паразит-хозяин» и «комменсал-хозяин» на примере двустворчатого моллюска дрейссены и эндосимбиотических инфузорий» (Белгосуниверситет, 2001-2003 г., № 20012832).

Цель работы: Дать эколого-биологическую характеристику комплекса эндосимбионтов дрейссены в водоемах Беларуси.

Основные задачи исследований:

1. Определить таксономический состав эндосимбионтов и степень инвазии ими дрейссены в водоемах Беларуси;
2. Изучить сезонную динамику инвазии дрейссены эндосимбионтами;
3. Изучить особенности пространственного распределения (степень агрегированности) эндосимбионтов в популяции моллюска;
4. Изучить закономерности эмиссии инфузории-комменсала *Conchophthirus acuminatus* Clap. et Lachm. из дрейссены;
5. Определить продолжительность стадий жизненного цикла паразитической инфузии *Ophryoglena* sp. и дать их морфологическую характеристику.

Объект и предмет исследований. *Объект исследования* – комплекс эндосимбионтов двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* в водоемах республики Беларусь. *Предмет исследования* – таксономический состав эндосимбионтов и степень инвазии ими дрейссены в водоемах Республики, особенности экологии и биологии эндосимбионтов.

Методология и методы проведенного исследования. Основой для диссертации послужили результаты полевых наблюдений и лабораторных экспериментов. Используются стандартные методы гидробиологических исследований, а также метод полного паразитологического вскрытия. Количественный учет эндосимбионтов проводили на живом материале путем прямого счета под микроскопом. Статистическая обработка данных выполнена с применением общепринятых методов.

Научная новизна и значимость полученных результатов. В результате обобщения литературных сведений и собственных исследований автора создана база данных по 32 водоемам Беларуси, содержащая информацию о таксономическом составе эндосимбионтов и о степени инвазии ими дрейссены. Впервые определен таксономический состав нематод и хирономид, инвазирующих моллюска в водоемах Республики. В ходе длительных исследований впервые установлено, что сезонные изменения степени инвазии дрейссены большинством ее эндосимбионтов определяются температурой воды; при этом выявлены примеры как положительной, так и отрицательной зависимости параметров инвазии от температуры. Впервые изучены особенности пространственного распределения эндосимбионтов в популяции хозяина. В результате исследования закономерностей эмиссии инфузии *C. acuminatus* из дрейссены раскрыт механизм, определяющий высокую экстенсивность инвазии простейшим большинства популяций моллюска. Получены новые данные о жизненном цикле слабо

изученной инфузории *Ophryoglena* sp., паразитирующей в печени дрейссены.

Практическая значимость полученных результатов. Полученные данные могут быть использованы санитарно-эпидемиологическими и природоохранными организациями для прогнозирования эпизоотической ситуации в водоемах, заселенных дрейссеной. Сведения о жизненном цикле паразитической инфузории *Ophryoglena* sp. потенциально могут лечь в основу разработки биологического способа борьбы с моллюском. Результаты работы можно использовать также в учебном процессе в курсах лекций по экологии и паразитологии, читаемых студентам биологических специальностей.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Комплекс эндосимбионтов дрейссены в водоемах Беларуси характеризуется высоким таксономическим богатством. В мантийной полости и внутренних органах моллюска отмечено 54 таксона ранга вида и выше, относящихся к 8 классам из 5 типов животных.
2. По характеру сезонной динамики инвазии эндосимбионты дрейссены образуют две группы: а) *организмы, параметры инвазии которыми претерпевают закономерные сезонные изменения* (инфузории *C. acuminatus*, *Ancistrumina limnica* Raabe, *Ophryoglena* sp., трематоды из сем. Echinostomatidae, *Vucephalus polymorphus* Baer и нематоды); б) *организмы, параметры инвазии которыми не зависят от сезона года* (олигохеты, пиявки, клещи и хирономиды).
3. По типу пространственного распределения в популяции хозяина эндосимбионтов дрейссены можно разделить на две группы: а) *организмы, распределенные агрегированно* (*C. acuminatus*, *A. limnica*, *Ophryoglena* sp., трематоды и нематоды); б) *организмы, распределенные случайно* (олигохеты, пиявки, клещи и хирономиды).
4. Процесс эмиссии инфузории *C. acuminatus* из дрейссены носит постоянный характер, что объясняет высокие величины экстенсивности инвазии этим простейшим большинства популяций моллюска. При этом интенсивность эмиграции инфузорий из хозяина положительно коррелирует с температурой воды.
5. Размножение паразитической инфузории *Ophryoglena* sp. происходит вне организма дрейссены и при 20°C завершается в течение 2,5-3 суток. Смертность простейших в ходе размножения, как правило, не превышает 40 %.

Личный вклад соискателя. Основной объем материалов, положенных в основу диссертации, собран, обработан и проанализирован автором самостоятельно. В планировании и

обсуждении результатов исследований принимали участие доктор биологических наук А. Ю. Каратаев, кандидаты биологических наук Л. Е. Бурлакова (Stephen F. Austin State University, USA) и Т. А. Макаревич (БГУ), а также доктор Daniel P. Molloy (New York State Museum, USA). В отборе и/или обработке проб участвовали сотрудники лаборатории гидроэкологии (Г. Г. Вежновец, И. Г. Тищиков) и студенты биологического факультета БГУ. Определения видового состава нематод выполнены доктором биологических наук В. Г. Гагариным (Институт биологии внутренних вод, Россия). Всем перечисленным коллегам автор выражает свою искреннюю признательность.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены на Международной конференции по водным экосистемам «Итоги и перспективы гидроэкологических исследований» (Минск, 1999); 56-й Научной конференции студентов и аспирантов Белгосуниверситета (Минск, 2000); VII Студенческой конференции (Мозырь, 2000); I и II Региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Экологической науке – творчество молодых» (Гомель, 2001, 2002); Международной конференции ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2001, 2002, 2003); XII Международной конференции молодых ученых «Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия» (Борок, Россия, 2002); Международном симпозиуме «Перифитон континентальных вод: состояние изученности и перспективы дальнейших исследований» (Тюмень, Россия, 2003); II международной конференции «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» (Минск – Нарочь, 2003); XXXII Международном семинаре научных студенческих групп (Ольштын, Польша, 2003).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 печатных работ общим объемом 64 страницы. Из них: 2 статьи в рецензируемых журналах, 1 – в сборнике и 13 – в материалах конференций, 3-ое тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, выводов, списка использованных источников и 2 приложений. Общий объем работы составляет 208 машинописных страниц. Работа иллюстрирована 51 рисунком и 30 таблицами. Список использованных источников включает 241 название, из которых 130 на иностранных языках.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Полевой материал получен автором на 22 разнотипных водоемах республики Беларусь, обследованных в течение 1998-2003 гг. Кроме

того, были использованы данные А. Ю. Каратаева и соавт. (Karataev et al., 2000), что позволило расширить указанный список водоемов до 32. В целом проанализированы сведения по эндосимбионтам дрейссены 4 рек, 5 водохранилищ, 22 озер и 1 канала. Исследованные водные объекты различались по географическому положению, морфометрическим параметрам, трофическому статусу и времени с момента колонизации моллюском.

Пробы дрейссены отбирали с глубины 0,5-1,5 м вручную или при помощи скребка. В зависимости от величины водоема и поставленной задачи моллюсков собирали на 1-3 станциях в количестве 100-500 экз. В лабораторных условиях животных рассортировывали по размерным группам (длина раковины) с величиной классового промежутка в 5 мм. В зависимости от наличия необходимого количества моллюсков и задачи исследования из каждого размерного класса вскрывали от 15 до 50 экз. При вскрытиях определяли экстенсивность инвазии (процент инвазированных особей) и интенсивность инвазии (количество особей симбионта в одной особи хозяина) дрейссены тем, или иным эндосимбионтом. Пробы обрабатывались в течение 72 ч. Моллюсков хранили в холодильнике при температуре 10-15°C. За весь период исследований вскрыто около 10500 особей дрейссены.

Исследования сезонной динамики инвазии дрейссены эндосимбионтами выполнены на двух водохранилищах, расположенных на р. Свислочь – Дрозды и Комсомольское. Наблюдения на водохранилище Дрозды проводили в течение 19 месяцев – с апреля 2001 г. по ноябрь 2002 г. На 3 постоянных станциях ежемесячно отбирали моллюсков с длиной раковины 15-20 мм. Для определения параметров инвазии с каждой станции вскрывали по 50 моллюсков. На водохранилище Дрозды изучены также сезонные изменения размеров инфузории *S. acuminatus*. Для этого в пробах с каждой станции ежемесячно у 30 простейших измеряли длину и ширину клеток. На Комсомольском водохранилище период исследований составил 7 месяцев – с апреля по октябрь 2002 г. Дрейссены на этом водоеме также отбирали с трех постоянных станций, однако вскрытиям подвергали моллюсков из всех имевшихся размерных классов (по 15 из каждого).

Для выявления особенностей пространственного распределения эндосимбионтов в популяции дрейссены были использованы данные по 9 водоемам: 6 озерам, 2 водохранилищам и 1 реке. В качестве индекса, отражающего степень агрегированности организмов, рассчитывали коэффициент дисперсии.

Изучение закономерностей эмиссии инфузории *S. acuminatus* из дрейссены проведено в ходе следующего эксперимента. Сорок восемь моллюсков с длиной раковины 15-20 мм были рассажены по одному в небольшие чашки Петри (25 мл). В течение 24 суток

половину чашек экспонировали при температуре  $14(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ , а вторую половину – при  $21(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ . Каждые 2-3 дня воду в чашках просматривали для подсчета инфузорий, покинувших хозяина. После учета простейших воду в чашках заменяли свежей и проводили подкормку моллюсков монокультурой водоросли *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod. var. *acuminatus*. В конце эксперимента моллюсков из чашек вскрыли для учета интенсивности инвазии конхофтирусом.

Изучение жизненного цикла паразитической инфузории *Ophryoglena* sp. выполнено в ходе трех серий наблюдений за простейшими, самостоятельно вышедшими из моллюсков для размножения («накормленные» трофонты,  $n = 91$ ) Простейших в капле воды рассаживали по одному в прозрачные пластиковые контейнеры (2x2x2 см), которые герметично закрывались во избежание испарения. Контейнеры содержали при комнатной температуре (около  $20^{\circ}\text{C}$ ). Состояние инфузорий отмечали на 24-й, 30-й, 47-й, 53-й и 70-й часы с начала опыта. Аналогичные опыты были выполнены также с трофонтами, которых искусственно выделяли из печени моллюсков при вскрытии (*собственно трофонты*,  $n = 96$ ).

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методам (Sokal, Rohlf, 2001) с помощью программ Excel и STATISTICA 6.0. Как правило, полученные данные не подчинялись закону нормального распределения и для их анализа использовали соответствующие непараметрические тесты.

### **СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЭНДОСИМБИОНТОВ, ИНВАЗИРУЮЩИХ ДРЕЙССЕНУ В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ**

В мантийной полости и внутренних органах дрейссены в настоящее время отмечено 44 вида и 10 таксонов ранга рода и выше, относящихся к 8 классам из 5 типов животных:

- 1) Тип Ciliophora: класс Ciliata (3 таксона);
- 2) Тип Plathelminthes: классы Trematoda (4 таксона) и Aspidogastrea (1 таксон);
- 3) Тип Nematelminthes: класс Nematoda (25 таксонов);
- 4) Тип Annelida: классы Oligochaeta (2 таксона) и Hirudinea (3 таксона);
- 5) Тип Arthropoda: классы Insecta (15 таксонов) и Arachnida (1 таксон).

Наиболее богатыми в таксономическом отношении оказались нематоды и личинки хирономид. Так, среди нематод выявлены представители 9 семейств из 6 отрядов. Чаще всего встречались черви сем. Chromadoridae, в частности *Chromadorina bioculata* (Schultze in Carus, 1857). Личинки хирономид представлены двумя подсемействами – Chironominae и Orthocladinae. Самым обычным видом среди хирономид был *Limnochironomus* gr. *nervosus* Staeger. Все найденные в дрейссене нематоды и хирономиды являются



распространенными организмами, в «норме» обитающими в составе перифитона и/или бентоса.

В число эндосимбионтов моллюска входят как паразиты (все трематоды, инфузория *Ophryoglena* sp., олигохета *Chaetogaster limnaei* Baer), так и комменсалы (инфузории *C. acuminatus* и *A. limnica*). Истинная природа взаимоотношений между дрейссеной и обнаруживаемыми в ней свободноживущими гидробионтами (нематоды, личинки хирономид, пиявки, олигохеты) на современном этапе исследований не известна.

Различна степень специфичности эндосимбионтов в отношении дрейссены. Так, инфузории *C. acuminatus* и *Ophryoglena* sp. являются облигатным симбионтами моллюска. Некоторые авторы считают, что к специфичным симбионтам дрейссены относятся также личинки трематод *Phyllodistomum folium* Olfers и *B. polymorphus* (Molloy et al., 1997). К факультативным симбионтам моллюска принадлежат инфузория *A. limnica*, трематоды сем. Echinostomatidae и *Aspidogaster* spp., олигохета *C. limnaei*, а также, возможно, свободноживущие нематоды. Наконец, личинки хирономид, олигохеты, пиявки, а также гидракарини, по всей вероятности, являются организмами, случайно попадающими в мантийную полость дрейссены. Наиболее вероятный путь проникновения перечисленных гидробионтов в мантийную полость – это вводной сифон моллюска, через который они проходят вместе с током воды при фильтрации.

### **ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ЭНДОСИМБИОНТОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ ДРЕЙССЕНЫ И СТЕПЕНЬ ИНВАЗИИ МОЛЛЮСКОВ**

Среди всех эндосимбионтов дрейссены по встречаемости в разных водоемах доминируют инфузории *C. acuminatus* и *A. limnica*, нематоды, олигохеты и трематоды из сем. Echinostomatidae (отмечены более, чем в 50 % исследованных водных объектов). Реже (25 % – 50 %) в популяциях моллюска отмечаются хирономиды, клещи, инфузория *Ophryoglena* sp. и пиявки. К числу редких видов (<25 %) относятся трематоды *P. folium*, *B. polymorphus* и *Aspidogaster* spp.

Степень инвазии дрейссены эндосимбионтами в разных водоемах значительно варьирует (табл. 1). Наибольшие величины показателей инвазии характерны для инфузории-комменсала *C. acuminatus*. Часто этим простейшим оказываются инвазированными все моллюски в исследуемой популяции. Среди трематод наибольшие величины параметров инвазии отмечены для червей сем. Echinostomatidae. Из свободноживущих организмов, проникающих в мантийную полость дрейссены, наиболее обычны нематоды, что, возможно, объясняется их мелкими размерами. В то же время более крупные олигохеты, хирономиды и пиявки проникают в моллюсков гораздо реже и встречаются в единичных экземплярах. Для ряда эндосимбионтов

отмечена положительная зависимость между параметрами инвазии и длиной раковины дрейссены (*C. acuminatus*, *Ophryoglena* sp., Echinostomatidae, нематоды).

Таблица 1

Параметры инвазии дрейссены эндосимбионтами в водоемах и водотоках Беларуси (размах средних величин)

| Таксон                           | Экстенсивность инвазии, % | Интенсивность инвазии, экз./особь |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| <b>Ресничные инфузории:</b>      |                           |                                   |
| <i>Conchophthirus acuminatus</i> | 10,9 – 100                | 5,2 – 3224                        |
| <i>Ancistrumina limnica</i>      | 0,7 – 71,3                | 1,0 – 95,6                        |
| <i>Ophryoglena</i> sp.           | 0,7 – 97,3                | 1,0 – 30,3                        |
| <b>Плоские черви:</b>            |                           |                                   |
| Echinostomatidae                 | 0,3 – 70,3                | 1,0 – 8,3                         |
| <i>Phyllodistomum folium</i>     | 0,3 – 12,3                | ≤ 200                             |
| <i>Vucephalus polymorphus</i>    | 0,3 – 10,2                | –                                 |
| <i>Aspidogaster</i> spp.         | 0,2                       | 1,0                               |
| <b>Нематоды</b>                  | 1,7 – 79,5                | 1,0 – 4,2                         |
| <b>Олигохеты</b>                 | 0,3 – 10,4                | 1,0 – 1,1                         |
| <b>Пиявки</b>                    | 0,05 – 4,0                | 1,0                               |
| <b>Членистоногие:</b>            |                           |                                   |
| Chironomidae                     | 0,1 – 9,1                 | 1,0                               |
| Hydracarina                      | 0,3 – 8,5                 | 1,0 – 1,9                         |

Характер распространения и таксономический состав эндосимбионтов в различных регионах Беларуси определяется такими факторами, как способ и путь попадания дрейссены в определенный водоем, возраст популяции моллюска, а также видовой состав свободноживущих и симбиотических организмов, обитавших в водоеме до вселения дрейссены.

Связь между таксономическим составом эндосимбионтов и способом проникновения дрейссены в конкретный водоем хорошо прослеживается на примере инфузории *C. acuminatus*. Это простейшее отмечено во всех исследованных популяциях моллюска. Конхофтирус обитает в мантийной полости дрейссены и, соответственно, инвазирует ее взрослых особей. Известно, что дрейссена по территории Беларуси распространялась преимущественно на взрослой стадии. Происходило это с участием человека, при перемещении с одного водоема на другой орудий рыбной ловли, к которым моллюск прикрепляется очень часто (Бурлакова, 1999). Очевидно, что одновременно с хозяином по новым водоемам расселялась и инфузория *C. acuminatus*.

В отличие от узкоспецифичного конхофтируса, встречаемость факультативных эндосимбионтов среди популяций дрейссены, по-видимому, мало зависит от способа ее расселения. Это обусловлено тем, что к факультативным эндосимбионтам моллюска

принадлежат широко распространенные организмы, которые после вселения дрейссены в водоем начинают использовать ее лишь в качестве дополнительного хозяина (например, инфузория *A. limnica*, трематоды Echinostomatidae и *B. polymorphus*).

Дрейссена проникла на территорию Беларуси около 200 лет назад, что было связано со строительством трех судоходных каналов, связавших бассейны Черного и Балтийского морей: Днепровско-Бугского, Днепровско-Неманского и Днепровско-Западно-Двинского (Бурлакова, 1999). Поскольку в различные регионы республики дрейссена проникала через разные каналы, логично предполагать, что и распространение ее эндосимбионтов могло идти неравномерно. Это предположение хорошо подтверждается на примере трематоды *P. folium*. Филлодистомум встречается у дрейссены преимущественно в водоемах бассейна Западной Двины. Считается, что паразит узкоспецифичен в отношении моллюска (Molloy et al., 1997). Из этого можно заключить, что червь проник на территорию Беларуси вместе с дрейссеной, причем именно по Днепровско-Западно-Двинскому каналу.

Отметим, наконец, что богатство таксономического состава симбионтов дрейссены связано также с возрастом популяции моллюска в том или ином водоеме. Хорошим примером здесь служит паразитическая инфузория *Ophryoglena* sp. Вплоть до 1999 г. офриоглену находили только в Днепровско-Бугском канале и сообщающихся с ним реках Пина и Мухавец. Однако уже во время выполнения настоящей работы инфузория была обнаружена в реке Свислочь и расположенных на ней водохранилищах, где еще в 1996-1997 гг. не отмечалась (Karatajev et al., 2000). Свислочь была заселена дрейссеной в середине 1980-х гг. (Бурлакова, 1998). Следовательно, потребовалось около 15 лет, чтобы офриоглена смогла попасть в свислочскую популяцию моллюска.

### **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИНВАЗИИ ДРЕЙССЕНЫ ЭНДОСИМБИОНТАМИ**

Длительные наблюдения за сезонным ходом инвазии дрейссены эндосимбионтами выполнены нами впервые. Анализ полученных результатов показал, что по характеру сезонной динамики инвазии симбионты образуют две крупные группы. К *первой группе* принадлежат организмы, параметры инвазии которыми претерпевают закономерные сезонные изменения. При этом степень инвазии дрейссены инфузориями *C. acuminatus* и *A. limnica*, а также трематодами сем. Echinostomatidae и *B. polymorphus* достигает максимума летом – в июле-августе. Между параметрами инвазии моллюска этими организмами и температурой воды наблюдается статистически значимая положительная корреляция. Данная

положительная зависимость определяется стимулирующим воздействием повышенной температуры на интенсивность размножения симбионтов. Так, например, нами впервые выявлена тесная положительная корреляция ( $r_s = 0,70$ ,  $n = 63$ ,  $P < 0,001$ ) между температурой и интенсивностью размножения инфузории *C. acuminatus* (определялась как доля, которую составляли делящиеся простейшие от общей их численности в отдельных моллюсках (Beers, 1959)).

Впервые показано, что интенсивность размножения инфузории *C. acuminatus* определяет средние размеры ее тела. Наибольшие размеры простейших отмечались в марте, непосредственно перед максимальными величинами доли делящихся особей. Соответственно, между средней длиной клеток *C. acuminatus* и долей делящихся инфузурий выявлена значимая отрицательная корреляция ( $r_s = -0,34$ ,  $n = 63$ ,  $P = 0,007$ ). Длина простейших также отрицательно коррелировала с температурой воды ( $r = -0,53$ ,  $n = 63$ ,  $P < 0,001$ ), хотя для ширины клеток подобная зависимость не была отмечена ( $r = -0,02$ ,  $n = 63$ ,  $P = 0,90$ ). На основе более 1800 измерений рассчитано регрессионное уравнение, достоверно ( $P < 0,001$ ) описывающее связь между длиной ( $L$ , мкм) и шириной ( $W$ , мкм) клеток *C. acuminatus*:  $L = 1,12(\pm 0,2) W + 31,93(\pm 1,32)$ .

К первой группе относятся также симбионты, параметры инвазии которыми закономерно повышаются в холодное время года – это инфузория *Ophryoglena* sp. и нематоды. Имеющиеся данные пока не позволяют объяснить отрицательную корреляцию между температурой воды и степенью инвазии дрейссены офриогленой. В отношении же свободноживущих нематод, отмечаемых в дрейссене, известно, что численность их в перифитоне достигает максимума осенью (Гагарин, 2001). Соответственно, частота проникновения червей в моллюсков в это время года повышается.

Ко второй группе относятся организмы, динамика инвазии которыми не проявляет каких-либо выраженных сезонных закономерностей. Это личинки хирономид, олигохеты, пиявки и клещи. По-видимому, перечисленные организмы не имеют с дрейссеной обязательных взаимоотношений и, соответственно, проникают в моллюсков случайно (см. выше).

На основе данных о ходе инвазии дрейссены эндосимбионтами в водохранилище Дрозды в 2002 г. нами впервые исследованы особенности сезонной динамики разнообразия макросообщества симбионтов моллюска. Для оценки разнообразия был использован индекс Шеннона. Степень доминирования отдельных видов оценивали при помощи индекса Бергера-Паркера. Оказалось, что изменения обоих индексов определяются популяционной динамикой инфузории *C. acuminatus* – вида, доминирующего по численности

практически во всех сообществах эндосимбионтов дрейссены. Индекс Шеннона значительно повышался при снижении интенсивности инвазии *C. acuminatus* ( $r_s = -0,66$ ,  $n = 636$ ,  $P < 0,01$ ), тогда как индекс доминирования Бергера-Паркера с падением интенсивности инвазии *C. acuminatus* также понижался ( $r_s = 0,65$ ,  $n = 636$ ,  $P < 0,001$ ).

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИИ ЭНДОСИМБИОНТОВ ДРЕЙССЕНЫ**

Пространственное распределение эндосимбионтов в популяции дрейссены. Для оценки степени агрегированности эндосимбионтов в популяциях дрейссены нами использован один из наиболее простых и часто применяемых индексов, а именно коэффициент дисперсии ( $CD$ ). В анализ были включены данные по 9 водоемам Беларуси, обследованным в летнее время разных лет.

Анализ величин рассчитанных коэффициентов дисперсии позволил выделить следующие две группы организмов, различающиеся по характеру пространственного распределения в популяции дрейссены: а) *симбионты, распределенные агрегированно* ( $CD > 1$ ): инфузории *C. acuminatus*, *A. limnica* и *Ophryoglena* sp., нематоды и трематоды; б) *симбионты, распределенные случайно* ( $CD \approx 1$ ): олигохеты, хирономиды, пиявки и клещи.

Возможны несколько механизмов, обуславливающих агрегированное распределение эндосимбионтов в популяции дрейссены: способность симбионта размножаться в организме хозяина (*C. acuminatus*, *B. polymorphus*, *P. folium*); зависимость инвазированности от размеров моллюсков; различная вероятность повторных инвазий и др. Случайное же распределение, которое свойственно большинству свободноживущих организмов, проникающих в дрейссену, по-видимому, объясняется отсутствием какой-либо биологически обязательной их связи с моллюском и, следовательно, крайне низкой частотой повторных инвазий.

Показано, что агрегированное распределение эндосимбионтов дрейссены достоверно аппроксимируется негативной биномиальной функцией, в то время как случайное распределение соответствует закону Пуассона.

Сведения об особенностях пространственного распределения эндосимбионтов в популяциях дрейссены имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Так, установленный нами характер распределения трематод позволяет заключить, что в большинстве водоемов Беларуси моллюск не представляет угрозы с точки зрения вспышек трематодозов среди питающихся им водоплавающих птиц (*Echinostomatidae*) и рыб (*P. folium*). Это объясняется тем, что при агрегированном распределении паразиты в большом количестве заражают лишь немногих моллюсков в

популяции. Данное обстоятельство снижает вероятность поедания позвоночными животными таких высоко инвазированных моллюсков.

Эмиссия инфузории *C. acuminatus* из дрейссены. Механизмы, определяющие широкое распространение инфузории в европейских водоемах, не известны. Как и другие конхофтириды, *C. acuminatus* обладает простым циклом развития, при котором инвазия новых моллюсков осуществляется с помощью свободноплавающей стадии. Очевидно, что чем дольше свободноплавающие простейшие могут жить в открытой воде, тем больше их шансы достичь новых хозяев, в частности моллюсков, находящихся на значительном удалении от исходной инвазированной популяции. Нами впервые получены данные, характеризующие особенности эмиссии конхофтируса из дрейссены, а также его выживаемость вне хозяина.

Наблюдения за динамикой эмиссии инфузорий показали, что интенсивность этого процесса у различных моллюсков значительно варьирует как при 21°C, так и при 14°C. Обычными были случаи, когда во время учета в некоторых чашках Петри инфузории отсутствовали, но затем в тех же чашках появлялось большое количество простейших. Несмотря на подобный нерегулярный характер эмиграции инфузорий, следует полагать, что в природе создается некий средний по интенсивности уровень их выхода из моллюсков, который варьирует в более узких пределах.

По истечении периода экспозиции (24 сут) оказалось, что средняя интенсивность эмиссии инфузорий при 21°C ( $207,0 \pm 9,2$  экз./особь) была в 7 раз выше, чем при 14°C ( $29,4 \pm 0,8$  экз./особь). Более того, вскрытия моллюсков в конце эксперимента выявили значительно более высокую интенсивность их инвазии при 21°C ( $176,8 \pm 10,2$  экз./особь), чем при 14°C ( $48,5 \pm 14,0$  экз./особь). Таким образом, интенсивность эмиссии конхофтируса из дрейссены положительно коррелирует с температурой воды, что определяется положительной связью между температурой и интенсивностью размножения простейших.

Расчеты показали, что вне моллюсков может находиться до 17 % инфузорий от общей их численности в отдельных чашках Петри. Учитывая данный факт, а также высокую плотность популяций дрейссены во многих водоемах, можно заключить, что в естественных условиях в открытой воде формируется значительный пул простейших, готовых к инвазии новых хозяев. Это обстоятельство, наряду с тем, что *C. acuminatus* – комменсал, вероятно, является ключевым фактором, определяющим 100%-ную экстенсивность инвазии простейшим большинства популяций дрейссены.

Установлено, что обычно инфузории *C. acuminatus* могут выживать вне дрейссены не более 48 ч. Этого времени достаточно для отыскания простейшими близко расположенных особей

дрейссены. Инвазия же моллюсков, находящихся на значительном удалении от исходных хозяев (например, популяция, сформированная в результате миграции велигеров), по-видимому, происходит медленными темпами, шаг за шагом.

Изучение жизненного цикла инфузории *Ophryoglena* sp. Особенности биологии офриоглены, паразитирующей в печени дрейссены, практически не изучены. В то же время, это простейшее, является, по-видимому, единственным узкоспецифичным паразитом дрейссены, способным вызывать ее гибель (Molloy et al., 1997). Следовательно, инфузория потенциально может быть использована для разработки биологического способа борьбы с моллюском (Molloy, 1998). До недавнего времени отсутствовали сведения о жизненном цикле *Ophryoglena* sp. Первые и достаточно скудные данные о нем требуют подтверждения (Molloy et al., 2004, *in press*). Нами проведены дополнительные исследования жизненного цикла инфузории, в ходе которых уточнена продолжительность и дана морфологическая характеристика отдельных его стадий.

Размножение инфузории происходит вне хозяина. Для этого простейшие (*трофонты*) покидают печень дрейссены и выходят в воду. При наших наблюдениях трофонты в течение 28 ч замедляли движение и приобретали более округлые очертания, превращаясь в *протомонтов*. Последние вскоре оседали на дно экспериментальных контейнеров и инцистировались, выделяя вокруг себя очень прозрачную оболочку. Внутри цисты инфузория отбрасывает реснички и переходит в стадию *томонта*. Первые инцистировавшиеся простейшие появлялись до истечения первых суток наблюдений, однако максимальное их число наблюдалось через 27-29 ч. Аналогично, уже через сутки можно было наблюдать цисты, в которых томонты приступили к делению. Максимальное количество делящихся инфузорий приходилось на 28-й ч, хотя иногда томонты приступали к делению лишь через 70 ч с начала опыта. В соответствии с динамикой деления томонтов, через сутки наблюдений отмечались и первые случаи выхода из цист *теронтов* – мелких подвижных простейших, которые, заражая новых моллюсков, замыкают жизненный цикл офриоглены. Чаще всего ( $55,2 \pm 20,8$  % случаев) в цистах от «накормленных» трофонов формировались 4 теронта. В то же время в экспериментах, в которых исходной стадией выступали трофонты, искусственно изолированные из моллюсков, томонты обычно делились лишь один раз с образованием 2 теронтов ( $56,5 \pm 27,7$  % случаев). Дальнейшее заражение моллюсков теронтами не проводилось, и они погибали в течение суток.

Как правило, гибель инфузорий происходила на стадии протомонтов, что выражалось в прекращении движения ресничек на поверхности клеток, опускании простейших на дно сосуда и отсутствии

каких-либо дальнейших превращений. В конце наблюдений число погибших инфузорий пополнялось томонтами, которые, хотя и инцистировались, но по невыясненным причинам не завершали деление. В отличие от экспериментов Д. Моллоя и соавт. (Molloy et al., 2004, *in press*), в которых наблюдалась очень высокая смертность инфузорий в ходе размножения (около 80 %), при наших исследованиях гибель простейших составляла от 14,3 % до 41,9 %.

Превращения трофонтов, выделенных из печени моллюсков искусственно, практически не отличались от описанных выше. Обобщение полученных данных показывает, что все трофонты в обоих вариантах экспериментов завершали размножение в течение 2,5-3 суток ( $t = 20 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

Слабая изученность *Ophryoglena* sp. требует получения сведений о морфологических особенностях стадий ее жизненного цикла. Подобные данные, в частности, необходимы для видовой идентификации *Ophryoglena* sp. Нами проведены измерения размеров тела трофонтов и теронтов инфузории, а также макронуклеуса у трофонтов. Трофонты были получены от моллюсков, отобранных в водохранилище Дрозды в ноябре 2001 г. Теронтов измеряли в ходе проведения одной из серий описанных выше опытов по изучению жизненного цикла офриоглены. Результаты выполненных измерений представлены в табл. 2-3.

Таблица 2

Результаты измерений трофонтов *Ophryoglena* sp. (в мкм)

| Показатель       | $L_b$             | $W_b$             | $L_b/W_b$          | $L_{ma}$          | $W_{ma}$          | $L_{ma}/W_{ma}$    | $L_{ma}/L_b$       |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| $n$              | 89                | 89                | 89                 | 49                | 49                | 49                 | 49                 |
| $\bar{X} \pm SE$ | 88,7<br>$\pm 1,4$ | 52,4<br>$\pm 1,1$ | 1,71<br>$\pm 0,02$ | 21,7<br>$\pm 0,7$ | 10,4<br>$\pm 0,2$ | 2,14<br>$\pm 0,09$ | 0,26<br>$\pm 0,01$ |
| Медиана          | 88,2              | 50,0              | 1,70               | 20,6              | 11,8              | 2,0                | 0,26               |
| Мода             | 88,2              | 44,1              | 1,67               | 23,5              | 11,8              | 2,0                | 0,22               |
| Минимум          | 61,7              | 35,3              | 1,36               | 14,7              | 8,8               | 1,25               | 0,16               |
| Максимум         | 114,7             | 79,4              | 2,27               | 32,4              | 14,7              | 3,67               | 0,39               |
| C. V., %         | 14,9              | 19,0              | 10,0               | 21,2              | 15,2              | 28,3               | 20,2               |

Обозначения: 1)  $L_b$  и  $W_b$  – соответственно длина и ширина клетки; 2)  $L_{ma}$  и  $W_{ma}$  – длина и ширина макронуклеуса; 3) C. V. – коэффициент вариации.



Результаты измерений теронтов *Ophryoglena* sp. (в мкм), полученных от разных исходных стадий

| Показатель       | Теронты от накормленных трофонтов (n = 15) |                |                                | Теронты от искусственно изолированных трофонтов (n = 47) |                |                                |
|------------------|--|----------------|--------------------------------|--|----------------|--------------------------------|
|                  | L <sub>b</sub>                             | W <sub>b</sub> | L <sub>b</sub> /W <sub>b</sub> | L <sub>b</sub>   | W <sub>b</sub> | L <sub>b</sub> /W <sub>b</sub> |
| $\bar{X} \pm SE$ | 58,98±<br>2,1                              | 36,1±<br>1,3   | 1,65±<br>0,06                  | 58,0±<br>0,9   | 40,4±<br>1,1   | 1,47±<br>0,09                  |
| Медиана          | 58,8                                       | 35,3           | 1,60                           | 58,8   | 41,2           | 1,38                           |
| Мода             | 61,7                                       | 35,3           | 1,50                           | 61,7   | 41,2           | 1,33                           |
| Минимум          | 44,1                                       | 29,4           | 1,29                           | 45,6   | 23,5           | 1,15                           |
| Максимум         | 76,4                                       | 49,98          | 2,20                           | 70,6   | 58,8           | 2,38                           |
| C. V., %         | 14,0                                       | 14,7           | 15,2                           | 11,2   | 18,8           | 17,5                           |

Примечание: обозначения те же, что в табл. 2.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Обобщение литературных данных и результатов собственных исследований автора показало, что в состав эндосимбионтов дрейссены в водоемах Беларуси входят представители 8 классов из 5 типов животных: Ciliophora (класс Ciliata), Plathelminthes (классы Trematoda и Aspidogastrea), Nematelminthes (класс Nematoda), Annelida (классы Oligochaeta и Hirudinea) и Arthropoda (классы Insecta и Arachnida). Выполненные исследования существенно расширили представления о таксономическом богатстве отдельных групп эндосимбионтов (нематоды, хирономиды). В настоящее время в пределах указанных 8 классов в водоемах республики идентифицировано 44 вида и 10 более крупных таксонов [3, 6, 7, 13, 14, 17].

2) Установлено, что среди всех эндосимбионтов дрейссены по встречаемости в разных водоемах (в % от общего количества исследованных водных объектов) доминируют инфузории *S. acuminatus* и *A. limnica*, нематоды, олигохеты и трематоды из семейства Echinostomatidae (>50 %). Реже (25 % – 50 %) встречаются личинки хирономид, клещи, инфузория *Ophryoglena* sp. и пиявки. В число второстепенных видов (<25 %) входят трематоды *P. folium* и *B. polymorphus*, а также *Aspidogaster* spp. Характер распространения и таксономический состав эндосимбионтов в различных регионах Беларуси определяется такими факторами, как способ и путь попадания дрейссены в данный водоем, возраст популяции моллюска, а также видовой состав свободноживущих (нематоды, хирономиды, олигохеты) и симбиотических организмов, обитавших в водоеме до вселения дрейссены [3, 6, 7, 8, 11, 13-15, 17, 18].

3) Длительные наблюдения показали, что по характеру сезонной динамики инвазии эндосимбионты дрейссены образуют две группы. В

первую из них входят *организмы, параметры инвазии которыми претерпевают закономерные сезонные изменения*. При этом для одних симбионтов из этой группы выявлена положительная связь между температурой воды и степенью инвазии (*C. acuminatus*, *A. limnica*, *B. polymorphus*, Echinostomatidae), а для других – отрицательная (*Ophryoglena* sp., нематоды). Ко второй группе принадлежат *организмы, параметры инвазии которыми не зависят от сезона года*: это олигохеты, хирономиды, пиявки и клещи, т.е. организмы, которые попадают в мантийную полость дрейссены случайно [1, 10, 12, 19].

4) Установлено, что по типу пространственного распределения в популяции хозяина эндосимбионтов дрейссены можно разделить на две группы: а) *организмы, распределенные агрегированно* (все инфузории, нематоды и трематоды); б) *организмы, распределенные случайно* (олигохеты, хирономиды, пиявки и клещи). Выявленные особенности пространственного распределения трематод позволили заключить, что в большинстве исследованных водоемов Беларуси дрейссена не представляет значительной опасности для возникновения вспышек соответствующих трематодозов (Echinostomatidae, *P. folium*) [9-11, 14, 15].

5) Показано, что интенсивность эмиссии инфузории *C. acuminatus* из дрейссены положительно коррелирует с температурой воды. Данная зависимость определяется прямой связью между температурой и интенсивностью размножения простейшего. Постоянно протекающий процесс эмиссии приводит к формированию вне моллюсков значительного пула инфузорий, готовых к проникновению новых хозяев, что объясняет высокие величины экстенсивности инвазии конхофтирусом подавляющего большинства популяций дрейссены [2, 16].

6) Установлено, что при 20°C размножение паразитической инфузории *Ophryoglena* sp. завершается в течение 2,5-3 суток. Подробно прослежена временная динамика стадий жизненного цикла, которые инфузория проходит за этот период (протомонт, томонт, томит, теронт). Установлено, что смертность простейших в ходе размножения обычно не превышает 40%. Получены размерные характеристики стадий жизненного цикла (трофонт, теронт), которые можно использовать для видовой идентификации паразита.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Karatayev A. Y., Mastitsky S. E., Burlakova L. E., Molloy D. P., Vezhnovets G. G. Seasonal dynamics of endosymbiotic ciliates and nematodes in *Dreissena polymorpha* // J. Invert. Pathol. – 2003. – Vol. 83. – P. 73-82.
2. Karatayev A. Y., Mastitsky S. E., Molloy D. P., Burlakova L. E. Patterns of emergence and survival of *Conchophthirus acuminatus* (Ciliophora: Conchophthiridae) from *Dreissena polymorpha* (Bivalvia: Dreissenidae) // J. Shellfish Res. – 2003. – Vol. 22(1). – P. 495-500.
3. Каратаев А. Ю., Мастицкий С. Э., Волосюк В. В. Эндосимбионты *Dreissena polymorpha* (Pallas) Браславских озер и Днепровско-Бугского канала // Мат. междунар. конф. по водным экосистемам «Итоги и перспективы гидроэкологических исследований», г. Минск, 25-26 ноября 1999 г. – Мн.: Изд-во БГУ, 1999. – С. 103-107.
4. Мастицкий С. Э., Волкова Л. К. Некоторые особенности биологии инфузории *Conchophthirus acuminatus* Clap. Lachm. – эндокомменсала двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas // Сб. работ 56-й научной конф. студентов и аспирантов Белгосуниверситета (апрель-май 1999 г.) – В 3 ч., Ч. 2. – Мн.: Изд-во БГУ, 2000. – С. 190-194.
5. Мастицкий С. Э. Количественная оценка вариабельности размеров тела инфузории *Conchophthirus acuminatus* Clap. Lachm. // Мат. I Региональной научно-практ. конф. студентов и аспирантов «Экологической науке – творчество молодых», г. Гомель, апрель 2001 г. – Гомель, 2001. – С. 29-30.
6. Мастицкий С. Э. Эндосимбионты *Dreissena polymorpha* (Pallas) Заславского и Осиповичского водохранилищ // Мат. междунар. конф. молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2001 года: экологические проблемы XXI века», г. Минск, 21-22 мая 2001 г. – Мн.: Изд-во «Триолета», 2001. – С. 126-128.
7. Мастицкий С. Э. Фауна эндосимбионтов моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas в водохранилище Дрозды // Мат. II Региональной научно-практ. конф. ведущих специалистов, аспирантов и студентов «Экологической науке – творчество молодых», г. Гомель, апрель 2002 г. – Гомель, 2002. – С. 61-63.
8. Мастицкий С. Э., Кокорина М. В., Пляхневич М. П. О паразитировании трематод семейства Echinostomatidae у дрейссены водоемов Беларуси // Материалы междунар. конф. ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2002 года: экологические проблемы XXI века», г. Минск, 17-21 мая 2002 г. – Мн.: Изд-во «Триолета», 2002. – С. 282-284.

9. Мастицкий С. Э. Дрейссена (*Dreissena polymorpha* Pallas) как источник трематодозов позвоночных животных // Мат. междунар. симп. «Перифитон континентальных вод: состояние изученности и перспективы дальнейших исследований», г. Тюмень, 3-5 февраля 2003 г. – Тюмень: Изд-во «ООО Опцион ТМ-Холдинг», 2003. – С. 40-41.
10. Кокорина М. В., Мастицкий С. Э. Сезонные аспекты пространственного распределения метацеркарий эхиностоматид (Trematoda, Echinostomatidae) в популяции дрейссены (*Bivalvia*, *Dreissenidae*) // Мат. междунар. конф. ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2003 г.: экологические проблемы XXI века», г. Минск, 19-20 мая. – Мн., 2003. – С. 225-226.
11. Мастицкий С. Э. Распространение трематоды *Phyllodistomum folium* (Digenea: Gorgoderidae) среди популяций моллюска *Dreissena polymorpha* (*Bivalvia*: *Dreissenidae*) в Беларуси // Мат. междунар. конф. ведущих специалистов, молодых ученых и студентов «Сахаровские чтения 2003 г.: экологические проблемы XXI века», г. Минск, 19-20 мая. – Мн., 2003. – С. 250-251.
12. Мастицкий С. Э., Вежновец Г. Г., Кокорина М. В., Пляхневич М. П. Сезонная динамика инвазии моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas различными эндосимбионтами // Мат. II междунар. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды», г. Минск – п. Нарочь, 22-26 сентября 2003 г. – Мн.: Изд-во БГУ, 2003. – С. 478-481.
13. Мастицкий С. Э. Дрейссена (*Dreissena polymorpha* Pallas) и ее эндосимбионты в озере Нарочь // Мат. II междунар. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды», г. Минск – п. Нарочь, 22-26 сентября 2003 г. – Мн.: Изд-во БГУ, 2003. – С. 474-477.
14. Мастицкий С. Э. Эколого-паразитологические аспекты распространения дрейссены (*Dreissena polymorpha* Pallas) // Мат. II междунар. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды», г. Минск – п. Нарочь, 22-26 сентября 2003 г. – Мн.: Изд-во БГУ, 2003. – С. 471-474.
15. Мастицкий С. Э. О паразитировании трематоды *Vucephalus polymorphus* (Trematoda: Vucephalidae) у моллюска *Dreissena polymorpha* (*Bivalvia*: *Dreissenidae*) в Беларуси // Тез. конф., посвященной памяти докт. биол. наук Б. И. Купермана «Паразиты рыб: современные аспекты изучения», п. Борок, 18-22 августа 2003 г. – Борок, 2003. – С. 38-39.

16. Мастицкий С. Э. Эндосимбионты дрейссены как участники трофических процессов в водоемах // Мат. междунар. конф. «Трофические связи в водных сообществах и экосистемах», п. Борок, 28-31 октября 2003 г. – Борок, 2003. – С. 82-83.
17. Волосюк В. В., Мастицкий С. Э. Видовой состав паразитофауны моллюска *Dreissena polymorpha* в различных регионах Беларуси // Тез. VII студенческой конф., г. Мозырь, 12-13 апреля 2000 г. – В 2 ч., Ч. 1. – Мозырь, 2000. – С. 61-62.
18. Мастицкий С. Э., Вежновец Г. Г. Дрейссена как источник эхиностоматозов водоплавающих птиц Комсомольского озера (Беларусь) // Тез. XII междунар. конф. молодых ученых «Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия», п. Борок, 23-36 сентября 2002 г. – Борок, 2002. – С. 82-83.
19. Mastitsky S., Kokorina M., Plyakhnevich M., Vezhnovets G. Seasonal dynamics of endosymbionts in *Dreissena polymorpha* Pallas // XXXII Międzynarodowe Seminarium kół Nukowych, Olsztyn, 9-10 maja 2003 r. – Olsztyn, 2003. – P. 69-70.

## РЕЗЮМЕ

### Мастицкий С. Э. Эндосимбионты двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* (Pallas) в водоемах Беларуси

**Ключевые слова:** эндосимбиоз, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, сезонная динамика популяций, сообщество, пространственное распределение, эмиссия, жизненный цикл

Цель настоящей работы – дать эколого-биологическую характеристику эндосимбионтов дрейссены в водоемах Беларуси. Анализ данных по 32 разнотипным водоемам республики показал, что в мантийной полости и/или внутренних органах дрейссены можно обнаружить животных из 8 классов: Ciliata, Trematoda, Aspidogastrea, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Insecta и Arachnida. В пределах указанных классов идентифицировано 44 вида и 10 более крупных таксонов. Показано, что характер распространения и таксономический состав эндосимбионтов в различных регионах Беларуси определяется такими факторами, как способ и путь попадания дрейссены в данный водоем, возраст популяции моллюска, а также таксономический состав свободноживущих (нематоды, хиромомиды, олигохеты) и симбиотических организмов, обитавших в водоеме до вселения дрейссены. Проведены объемные исследования сезонной динамики инвазии моллюска эндосимбионтами, в результате которых было показано, что одним из основных факторов, ее определяющих, является температура воды. Впервые изучены особенности пространственного распределения эндосимбионтов в популяции дрейссены, позволившие, в частности, заключить, что моллюск не представляет большой угрозы с точки зрения возникновения вспышек трематодозов позвоночных животных. Впервые исследованы закономерности эмиссии инфузории *Conchophthirus acuminatus* из хозяина, прояснившие причины 100 %-ной инвазии этим простейшим большинства популяций дрейссены. Подтверждены имевшиеся и получены новые данные, характеризующие жизненный цикл паразитической инфузории *Ophryoglena* sp.

## РЭЗЮМЭ

Масціцкі С. Э. Эндасімбіенты двустволкавага малюска  
*Dreissena polymorpha* (Pallas) ў вадаемах Беларусі

*Ключавыя словы:* эндасімбіез, экстэнсіўнасць інвазіі, інтэнсіўнасць інвазіі, сезонная дынаміка папуляцый, супольнасць, прасторавае размеркаванне, эмісія, жыццевы цыкл

Мэта работы – даць экалага-біялагічную характарыстыку эндасімбіентаў дрэйсены ў вадаемах Беларусі. Аналіз дадзеных па 32 рознатыпных вадаемах рэспублікі паказаў, што у мантийнай поласці і/ці ва унутраных органах дрэйсены можна знайсці жывел з 8 класаў: Ciliata, Trematoda, Aspidogastrea, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea і Arachnida. У межах азначаных класаў выяўлена 44 віда і 10 больш буйных таксонаў. Паказана, што характар распаўсюджвання і таксанамічны склад эндасімбіентаў у розных рэгіонах Беларусі вызначаецца такімі фактарамі, як спосаб інтрадукцыі дрэйсены ў пэўны вадаем, ўзрост папуляцыі малюска, а таксама таксанамічны склад свабоднажывучых (нематоды, хіранаміды, алігахеты) і сімбіятычных арганізмаў, якія існавалі ў вадаеме да з'яўлення дрэйсены. Выкананы доўгачасовыя даследаванні сезоннай дынамікі інвазіі малюска эндасімбіентамі, у выніку чаго было паказана, што адным з галоўных фактараў, якія яе вызначаюць, з'яўляецца тэмпература вады. Упершыню вывучаны асаблівасці прасторавага размеркавання эндасімбіентаў у папуляцыі дрэйсены, якія, зрэшты, дазволілі заключыць, што малюск не нясе вялікай пагрозы узнікнення выбухаў трэматадозаў сярод пазванковых жывел. Упершыню даследаваны заканамернасці эмісіі інфузорыі *Conchophthirus acuminatus* з арганізму гаспадара, якія высветлілі, чаму большасць папуляцый дрэйсены інвазавана гэтым прасцейшым на 100%. Падцверджаны меўшыяся і атрыманы новыя дадзеныя, якія датычацца жыццевага цыкла паразітычнай інфузорыі *Ophryoglena* sp.

**ABSTRACT**

Mastitsky S. E. **Endosymbionts of bivalve mollusc *Dreissena polymorpha* (Pallas) in waterbodies of Belarus**

*Key words:* endosymbiosis, prevalence of infection, intensity of infection, seasonal dynamics of populations, community, spatial distribution, emergence, life cycle

The aim of this work was to give the eco-biological description of the endosymbionts of zebra mussel inhabiting the waterbodies of Belarus. The analysis of data from 32 waterbodies of different types revealed that the animals from 8 classes can be found in the mantle cavity and/or visceral mass of the mollusc, namely Ciliata, Nematoda, Trematoda, Aspidogastrea, Oligochaeta, Hirudinea, Insecta and Arachnida. Within these classes, 44 species and 10 higher taxa were identified. It was shown that the character of distribution and taxonomic composition of the endosymbionts in different regions of Belarus is determined by the means of introduction of the mussel into a waterbody, as well as by the age of the mollusc's population and taxonomic composition of the free-living and symbiotic organisms that inhabited a waterbody in pre-invasion period. A long-term monitoring showed that one of the main factors determining the seasonal dynamics of endosymbionts in their host is the water temperature. For the first time, we studied the peculiarities of spatial distribution (aggregation) of the endosymbionts within *Dreissena* populations, which, in particular, clarified the role that mollusc plays in transmission of the trematodes to fish and waterfowl. The patterns of emergence of the commensal ciliate *Conchophthirus acuminatus* from *Dreissena* were also examined for the first time. Results of this latter study explained the causes of nearly 100 % infection with this ciliate in the most populations of the zebra mussel. New data on the life cycle of the parasitic ciliate *Ophryoglena* sp. were obtained, including the longevity of different life stages and their morphological features.