

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

УДК 595.771:591.342.5/.6(043.3)(476)

**ДОВНАР**  
**Дарья Васильевна**

**МОШКИ (DIPTERA: SIMULIIDAE)**  
**ПОДЗОНЫ ДУБОВО-ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ**  
**(ПРЕИМАГИНАЛЬНЫЕ СТАДИИ РАЗВИТИЯ: ВИДОВОЙ СОСТАВ,**  
**ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ ЧИСЛЕННОСТИ)**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук  
по специальности 03.02.11 – паразитология

Минск, 2022

Работа выполнена в лаборатории паразитологии Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам».

**Научный руководитель**

**Каплич Валерий Михайлович,**  
доктор биологических наук, профессор,  
профессор кафедры туризма,  
природопользования и охотоведения  
лесохозяйственного факультета  
УО «Белорусский государственный  
технологический университет»

**Официальные оппоненты**

**Цвирко Лидия Сергеевна,**  
доктор биологических наук, профессор,  
профессор кафедры биотехнологии  
УО «Полесский государственный университет»

**Дороженкова Татьяна Евгеньевна,**  
кандидат биологических наук, доцент, доцент  
кафедры эпидемиологии УО «Белорусский  
государственный медицинский университет»

**Оппонирующая организация** УО «Витебский государственный ордена  
Дружбы народов медицинский университет»

Защита состоится «21» июня 2022 г., в 14:00 на заседании совета по защите диссертаций Д 01.32.01 при ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» по адресу: 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27; +375 17 243-85-32; факс +375 17 304-15-93, e-mail: zoology@biobel.by.

С диссертацией можно ознакомиться в совете при ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам».

Автореферат разослан «20» мая 2022 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат биологических наук



И. И. Лукина

## ВВЕДЕНИЕ

Мошки (Diptera: Simuliidae) – амфибионтные двукрылые насекомые с полным превращением, преимагинальные стадии которых населяют водную среду, а имаго – наземно-воздушную (Мартин, 1981). Самки многих видов мошек, являясь компонентом «гноуса», представляют собой угрозу для здоровья и комфортной жизни человека (Подоляко и др., 2014) и животных (Хлызова и др., 2017), наносят экономический ущерб сельскому хозяйству (Каплич, Скуловец, 2000). Особенно остро проблема мошек стоит на территории санитарно-оздоровительных учреждений вдоль крупных водных артерий, где располагается большое количество туристических баз, многочисленные оздоровительные лагеря и профилактории. Выплод симулиид совпадает с периодом отдыха населения, лишая его полноценного оздоровления. Помимо этого, мошки являются переносчиками возбудителей ряда заболеваний человека и животных: онхоцеркоза, анаплазмоза, лейкоцитозооноза и др. (Каплич, 1988; Сухомлин и др., 2014; Самойлова, 2018). Вред, наносимый кровососами, обуславливает проведение мероприятий, направленных на снижение численности их популяций. Экологически более приемлемой считается не защита от взрослых насекомых, а обработка мест их выплода ларвицидами с целью уничтожения личинок (Федорова и др., 2017). Однако важность личинок и куколок мошек как источника питания для различных обитателей водных экосистем предполагает определение оптимального баланса между задачами регуляции численности их популяций и сохранением биоразнообразия. Разработка мер по регуляции численности кровососов невозможна без видового определения всех стадий их развития, а знание особенностей влияния факторов среды на численность популяций мошек необходимо для разработки технологии применения биопрепаратов, определения норм и условий их производственного использования.

В Беларуси, начиная с 1980-х годов, достаточно полно изучены мошки подзоны широколиственно-сосновых лесов, занимающей территорию Белорусского Полесья (Скуловец, 2002; Каплич, Скуловец, 2008; Каплич, Сухомлин, Зинченко, 2012). Тогда как на территории подзоны дубово-темнохвойных лесов (Белорусское Поозерье и основные возвышенности центральной части республики) исследования были фрагментарными: затрагивали только бассейны рек Западная Двина и Березина (Терешкина, Трухан, Каплич, 1985, 1996; Каплич, 1991 и др.), что не дает цельного представления о видовом составе и экологических особенностях мошек данного региона. Невыясненными остаются вопросы сезонной динамики симулиид в климатических условиях региона, влияния факторов среды на распределение преимагинальных стадий мошек в различных типах биотопов, а также оценки эффективности новых штаммов энтомопатогенных микроорганизмов для регулирования численности мошек. Вышесказанное и определяет актуальность диссертационного исследования.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Диссертационная работа выполнена в рамках задания 2.03 «Оценка современного состояния популяций переносчиков возбудителей паразитарных заболеваний человека и животных в различных климатических зонах Беларуси» (2016–2018 гг., ГПНИ «Природопользование и экология», подпрограмма 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», № ГР 20160498), задания 2.26 «Закономерности динамики структуры комплексов переносчиков и возбудителей природно-очаговых инфекций и инвазий в условиях Беларуси» (2019–2020 гг., ГПНИ «Природопользование и экология», подпрограмма 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», № ГР 20190237), а также при финансовой поддержке гранта Национальной академии наук Беларуси для докторантов, аспирантов и соискателей ученых степеней доктора и кандидата наук «Биологическая активность энтомопатогенных бактерий и грибов против личинок кровососущих мошек» (2019 г., № ГР 20191422).

**Цель и задачи исследования.** Цель диссертационного исследования – оценить структуру фаунистических комплексов преимагинальных стадий мошек, их эколого-биологические особенности и определить биологические регуляторы численности симулиид в подзоне дубово-темнохвойных лесов Беларуси.

Задачи исследования:

1. Дать качественную и количественную оценку структуры фаунистических комплексов преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси.
2. Установить сезонную динамику численности мошек в водотоках севера Беларуси.
3. Определить особенности структуры фаунистических комплексов преимагинальных стадий симулиид и выявить влияние основных абиотических факторов среды в различных типах водотоков на биотопическое и пространственное распределение мошек.
4. Установить видовое разнообразие биологических регуляторов численности преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси.
5. Определить антагонистическую активность штаммов энтомопатогенных бактерий и грибов в отношении личинок мошек и оценить перспективность их использования для регуляции численности симулиид.

**Научная новизна.** Дана комплексная оценка структуры фаунистических комплексов преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси, включающая распределение и численность для 17 административных районов 3 областей в различных типах водотоков. Впервые для исследуемого региона указано 2 вида мошек: *Byssodon maculatus* (Meigen, 1804) и *Cnetha verna*

(Macquart, 1826). Впервые статистически доказано влияние температуры и скорости течения в различных типах естественных водотоков на доминирующий комплекс симулиид, а характер взаимосвязи с данными факторами определяется экологическими предпочтениями отдельных видов, дана характеристика сезонной динамики численности симулиид для исследуемого региона, что в совокупности расширяет представление о видовом составе и эколого-биологических особенностях мошек на территории Беларуси.

Впервые из пораженных личинок *Wilhelmia equina* (Linnaeus, 1758) выделен изолят мицелиального гриба *Cordyceps* sp. (нуклеотидная последовательность локуса рДНК штамма зарегистрирована в международной базе генетических данных GenBank NCBI (идентификационный номер MK474613)). Впервые для Беларуси в лабораторных условиях определена ларвицидная активность трех новых в отношении личинок мошек штаммов энтомопатогенных бактерий рода *Bacillus* Cohn, 1872 и двух штаммов энтомопатогенных грибов родов *Beauveria* Vuill, 1912 и *Cordyceps* Fries, 1833, что имеет важное значение для совершенствования метода биологического контроля численности симулиид.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Таксономический состав преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси представлен 28 видами, относящимися к 1 подсемейству, 3 трибам, 10 родам. Впервые для данной территории отмечены два вида – *Byssodon maculatus* и *Cnetha verna*. Доминирующий комплекс представлен 10 видами: 3 вида доминанты и 7 видов субдоминанты. По характеру зоогеографического распространения в фауне мошек преобладают виды транспалеарктического комплекса (32,14 %, 9 видов).

2. Видовой состав доминирующего комплекса мошек определяется типом водотока. Значения индекса видового разнообразия Шеннона колеблются в интервале 1,67–3,60. Численность видов доминирующего комплекса по-разному коррелирует с факторами окружающей среды, а характер корреляционной связи определяется экологическими предпочтениями отдельных видов.

3. Штамм *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 2, обладающий высокой биологической активностью в отношении личинок мошек и превышающий активность штаммов *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 16-91 и *B. thuringiensis* var. *israelensis* 4, является перспективным для использования в качестве штамма-продуцента бактериальных препаратов. Выделенный из популяции мошек на территории Беларуси штамм микромицета *Cordyceps* sp. BGTU и коллекционный штамм *Beauveria bassiana* 10-06 высокопатогенны по отношению к личинкам мошек и могут быть использованы для разработки биопрепаратов для регуляции численности симулиид.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Сбор полевого материала и его таксономическое определение проведены автором лично при консультации с

научным руководителем в период с 2017 по 2021 гг. Экспериментальные исследования выполнены автором совместно с научными сотрудниками лаборатории микробиологического метода защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней РНДУП «Институт защиты растений НАН Беларуси».

Автор благодарен за помощь в проведении экспериментальной части исследования к.б.н. Д. В. Войтка, к.б.н. Е. Н. Янковской; в проведении молекулярно-генетических исследований – д.б.н., доценту О. Ю. Баранову, в идентификации микромицета – А. В. Кантеровой. Также автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю д.б.н., профессору В. М. Капличу за профессиональную помощь при проведении диссертационного исследования.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты исследований доложены и обсуждены: на Международной научно-практической конференции, приуроченной к 10-летию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам «Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси» (Минск, 2017), XVI конференции Украинского научного общества паразитологов (Львов, 2017), Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры паразитологии и инвазионных болезней животных УО «ВГАВМ» «Актуальные проблемы ветеринарной паразитологии на современном этапе» (Витебск, 2017), международных научно-практических конференциях «Зоологические чтения» (Гродно, 2017, 2019), Международной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 140-летию академика К. И. Скрябина (Москва, 2018), I Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах» (Минск, 2018), Всероссийской конференции с международным участием «Современная паразитология – основные тренды и вызовы», VI Съезде Паразитологического общества (Санкт-Петербург, 2018), IX Конгрессе Украинского энтомологического общества (Харьков, 2018), Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. А. Цинкевича (1971–2018) «Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе» (Минск, 2019), I Республиканской заочной научно-практической конференции молодых ученых «Структура и динамика биоразнообразия» (Минск, 2019), XI Всероссийском диптерологическом симпозиуме (с международным участием) (Воронеж, 2020), XVII Международной научной конференции «Молодежь в науке – 2020» (Минск, 2020), II Международной школе-конференции молодых ученых «Лесная наука, молодежь, будущее – 2021» (Гомель, 2021).

**Опубликованность результатов диссертации.** По материалам диссертации опубликована 21 научная работа (общий объем – 4,3 авторских листа): 4 статьи в изданиях, соответствующих п. 18 «Положения о присуждении ученых степеней и

присвоении ученых званий в Республике Беларусь», объемом 1,42 авторских листа, 1 справочно-информационное издание, 15 публикаций в сборниках материалов и тезисов докладов конгресса, симпозиума, научных конференций, 1 сборник методических рекомендаций.

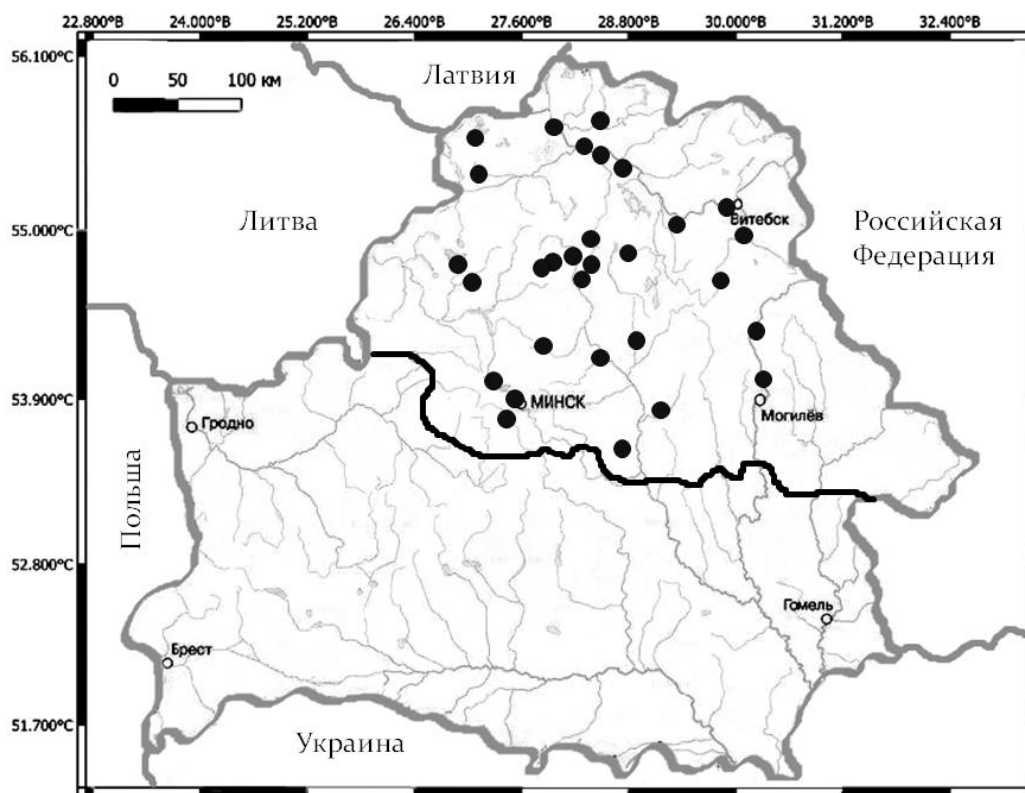
**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 146 страницах машинописного текста и состоит из следующих разделов: перечня сокращений и условных обозначений, введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, библиографического списка, приложений. Работа иллюстрирована 17 таблицами и 30 рисунками. Библиографический список включает 433 использованных литературных источника, из них 120 на иностранных языках, и 21 публикацию соискателя.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В первой главе **«Современное состояние изученности мошек Беларуси и сопредельных территорий (обзор литературы)»** приводится обзор отечественных и зарубежных научных публикаций за более чем 100-летний период исследований (1915–2021 гг.), посвященных изучению мошек в различных аспектах. Анализируя литературные сведения, можно констатировать, что целенаправленное изучение симулиид Беларуси началось еще в середине прошлого века. Достаточно полно исследованы мошки Белорусского Полесья. Несмотря на большое количество работ по фауне, биологии, экологии и морфологии мошек Беларуси и их патогенной роли, до сих пор остаются актуальными вопросы изучения региональных фаун для уточнения видового состава и особенностей распространения, нет также достаточно четкого биоэкологического обоснования норм и условий применения микробиологических препаратов для регуляции численности симулиид.

Во второй главе **«Материал и методы исследований»** констатировано, что диссертационная работа выполнена в 2017–2021 гг. в лаборатории паразитологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». Лабораторные опыты проведены в условиях инсектария лаборатории микробиологического метода защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней РНДУП «Институт защиты растений НАН Беларуси». Молекулярно-таксономическая идентификация изолята микроциста осуществлена на базе лаборатории геномных исследований и биоинформатики ГНУ «Институт леса НАН Беларуси». Сбор полевого материала проведен в разнотипных водотоках подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси (рисунок 1). Собрано и определено 18 651 экз. мошек, из них 10 662 личинки и 7 989 куколок. При сборе, учете и хранении материала применены стандартные методы (Рубцов, 1956; Каплич, Усова, 1990; Янковский, 2002). Классификация и номенклатура таксонов дана по А. В. Янковскому (2002). Количественные учеты проводились с апреля по октябрь ежедекадно. Плотность личинок и куколок условно рассчитана по количеству особей на проективную

поверхность с пересчетом на 1 дм<sup>2</sup> субстрата. Для анализа экологических условий обитания мошек измерены основные гидрологические и гидрохимические показатели водотоков: скорость течения, температура воды, содержание растворенного в воде кислорода, активная реакция среды.



— южная граница подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси

**Рисунок 1. – Места сбора материала**

Личинки мошек, зараженные микроспоридиями, мермитидами, микромицетами, определены визуально или с помощью лупы по вздутию и окраске заднего конца тела с последующим их микроспорированием. Микроспоридиоз симулиид изучен по И. В. Исси с соавт. (1990), мермитидоз – по И. А. Рубцову (1978), микоз – по А. В. Дудка (1982), Э. З. Коваль (1988). Микроморфология мицелия и генеративных органов культуры гриба проведена согласно методике Э. З. Коваль (1974, 1988) с использованием микроскопа Zeiss Axio Imager.A1 (Германия). Фотофиксация объектов осуществлена цифровой камерой AxioCam MRc с увеличением 10×40, 15×40.

Молекулярно-таксономическая идентификация выделенного изолята микромицета проведена на основании секвенирования региона рДНК, содержащего локусы 18S рРНК (фрагмент), ВТС1, 5.8SpРНК, ВТС2, 28SpРНК (фрагмент) с дальнейшим сравнением полученных нуклеотидных последовательностей с депонентами международной базы данных GenBank NCBI.

В условиях *in vitro* определена биологическая активность (С. F. Henderson, E. W. Tilton, 1955) выделенного из личинок мошек изолята энтомопатогенного

микровицета *Cordyceps* sp. BGTU, а также штаммов энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti 2, Bti 4), *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk 16-91) и штамма микровицета *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. 10-06 коллекционного фонда РУП «Институт защиты растений». При анализе разнообразия использованы индексы Шеннона – Уивера ( $H'$ ), Симпсона ( $D_s$ ), Пиелу ( $E$ ), Жаккара ( $K_j$ ) (Городничев и др., 2019), биотопическая приуроченность видов мошек к различным водотокам оценена с помощью анализа соответствий (Correspondence analysis (CA)) (Николаева и др., 2015) и степени относительной биотопической приуроченности ( $F_{ij}$ ) (Песенко, 1982). Количественные параметры (индексы доминирования и встречаемости) определены по В. Н. Беклемишеву (1970). Показатели относительной численности (массовые, многочисленные, малочисленные и единичные виды) даны по К. В. Скуфьину (1949).

Статистическая обработка результатов исследования осуществлена с помощью программы PAST ver. 4.0 и надстройки XLSTAT для Microsoft Office Excel. Для оценки характера распределения количественных данных использованы тесты Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова. В случае нормального (гауссовского) распределения при сравнении трех независимых групп применен метод однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA), в случаях, если распределение в группах отличалось от нормального – критерий Краскела – Уоллиса (Kruskal – Wallis ANOVA). Для анализа взаимосвязи между обилием видов мошек и факторами среды использованы канонический анализ соответствий (Canonical Correspondence Analysis – CCA) и ранговый коэффициент корреляции Спирмена ( $r_s$ ). Результаты статистического анализа считались значимыми при  $p \leq 0,05$ .

В третьей главе «**Таксономический состав мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси**» приведены результаты эколого-фаунистических исследований, в ходе которых в водотоках подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси выявлено 28 видов мошек из 10 родов, 3 триб и 1 подсемейства (таблица 1): *Byssodon* Enderlein, 1925 (1 вид), *Schoenbaueria* Enderlein, 1921 (2), *Cnetha* Enderlein, 1921 (1), *Nevermannia* Enderlein, 1921 (4), *Eusimulium* Roubaud, 1906 (1), *Wilhelmia* Enderlein, 1921 (3), *Boophthora* Enderlein, 1921 (2), *Odagmia* Enderlein, 1921 (3), *Argentisimulium* Rubtsov et Yankovsky, 1982 (2) и *Simulium* Latreille, 1802 (9 видов). Ранее для исследуемого региона было отмечено 30 видов мошек (Каплич, Скуловец, 2000), из них *Hellichella dogieli* (Rubzov, 1956), *H. sp. n.*, *Schoenbaueria dendrofila* (Patrusheva, 1962) и *Cleitosisimulium argenteostriatum* (Strobl, 1898) в наших сборах отсутствовали. Для северной лесорастительной подзоны Беларуси нами впервые зарегистрированы *Byssodon maculatus* (Meigen, 1804) и *Cnetha verna* (Macquart, 1826). Доминирующий комплекс представлен 10 видами, среди которых доминантами являются *Boophthora erythrocephala* (ИД<sup>1</sup> 21,96), *Odagmia ornata* (ИД 15,78), *Wilhelmia equina* (ИД 13,72), субдоминантами – *Simulium morsitans* (ИД 7,47), *Schoenbaueria pusilla* (ИД 6,15),

<sup>1</sup> ИД – индекс доминирования.

Таблица 1. – Видовой состав и численность преимагинальных стадий мошек в водотоках подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси

Вид	Н, экз.	ИД	ИВ
Семейство <b>Simuliidae</b> Newman, 1834			
Подсемейство <b>Simuliinae</b> Newman, 1834			
Триба <b>Wilhelmiini</b> Baranov, 1926			
Род <b>Wilhelmia</b> Enderlein, 1921			
<i>W. balcanica</i> Enderlein, 1924	127	0,68	2,84
<i>W. equina</i> (Linnaeus, 1758)	2559	13,72	25,76
<i>W. lineata</i> (Meigen, 1804)	719	3,86	10,61
Триба <b>Nevermanniini</b> Enderlein, 1921			
Род <b>Byssodon</b> Enderlein, 1925			
<i>B. maculatus</i> (Meigen, 1804)	221	1,18	1,89
Род <b>Cnetha</b> Enderlein, 1921			
<i>C. verna</i> (Macquart, 1826)	372	1,99	6,63
Род <b>Nevermannia</b> Enderlein, 1921			
<i>N. angustitarsis</i> (Lundström, 1911)	42	0,23	1,14
<i>N. latigonia</i> (Rubzov, 1956)	245	1,31	4,17
<i>N. lundströmi</i> Enderlein, 1921	19	0,10	0,57
<i>N. volhynica</i> Usova et Sukhomlin, 1990	8	0,04	0,19
Род <b>Eusimulium</b> Roubaud, 1906			
<i>E. aureum</i> (Fries, 1824)	306	1,64	5,30
Род <b>Schoenbaueria</b> Enderlein, 1921			
<i>S. nigra</i> (Meigen, 1804)	53	0,28	0,38
<i>S. pusilla</i> (Fries, 1824)	1147	6,15	4,36
Род <b>Boophthora</b> Enderlein, 1921			
<i>B. chelevini</i> Ivashchenko, 1968	1110	5,95	16,10
<i>B. erythrocephala</i> (De Geer, 1776)	4095	21,96	42,23
Триба <b>Simuliini</b> Newman, 1834			
Род <b>Odagmia</b> Enderlein, 1921			
<i>O. intermedium</i> (Roubaud, 1906)	3	0,02	0,19
<i>O. ornata</i> (Meigen, 1818)	2944	15,78	23,67
<i>O. pratora</i> (Friederichs, 1921)	84	0,45	0,38
Род <b>Argentisimulium</b> Rubzov et Yankovsky, 1982			
<i>A. dolini</i> (Usova et Sukhomlin, 1989)	166	0,89	2,46
<i>A. noelleri</i> (Friederichs, 1920)	422	2,26	10,00
Род <b>Simulium</b> Latreille, 1802			
<i>S. curvistylus</i> Rubzov, 1957	67	0,36	0,76
<i>S. longipalpe</i> Beltukova, 1955	92	0,49	1,33
<i>S. morsitans</i> Edwards, 1915	1394	7,47	22,54
<i>S. paramorsitans</i> Rubzov, 1956	1025	5,50	12,69
<i>S. promorsitans</i> Rubzov, 1956	271	1,45	6,25
<i>S. reptans</i> (Linnaeus, 1758)	147	0,79	2,65
<i>S. rostratum</i> (Lundström, 1911)	491	2,63	6,06
<i>S. simulans</i> Rubzov, 1956	163	0,87	0,57
<i>S. truncatum</i> (Lundström, 1911)	359	1,92	2,27
Всего	18 651	100,0	–

*Boophthora chelevini* (ИД 5,95), *Simulium paramorsitans* (ИД 5,50), *Wilhelmia lineata* (ИД 3,86), *Simulium rostratum* (ИД 2,63) и *Argentisimulium noelleri* (ИД 2,26). Остальные виды имеют статус малочисленных и единичных. По частоте встречаемости следует отметить *Boophthora erythrocephala* (ИВ<sup>2</sup> 53,03), *Odagmia ornata* (ИВ 27,46), *Wilhelmia equina* (ИВ 25,76) и *Simulium morsitans* (ИВ 22,54). Ареалогический анализ показал, что по долготной составляющей в фауне мошек преобладают виды транспалеарктического (32,14 %, 9 видов) и западно-палеарктического комплексов (28,57 %, 8 видов), немногим им уступает западно-центрально-палеарктический (25,00 %, 7 видов). На долю голарктического комплекса приходится 14,29 % (4 вида). По широтной составляющей ареала доминируют полизональные и температурные виды (по 35,71 %, по 10 видов).

Эколого-фаунистические исследования показали, что в водотоках динамика численности мошек в течение вегетационных сезонов (апрель – октябрь) 2017–2019 гг. представлена трехвершинной кривой (рисунок 2), с максимумами численности в мае, конце июля – начале августа и сентябре. В весенний период в водотоках доминируют *Schoenbaueria pusilla*, *Simulium paramorsitans*, *S. rostratum*, *S. morsitans*, *Boophthora chelevini*, *B. erythrocephala*, *Odagmia ornata* и *Wilhelmia equina*, в летний период преобладают *W. equina*, *Odagmia ornata*, *Simulium morsitans* и *Boophthora erythrocephala*. Третий подъем численности сформирован за счет выплoda *B. erythrocephala* и *Argentisimulium noelleri*. Сроки окукливания и вылета имаго могут смещаться на 1–2 недели в зависимости от метеоусловий.

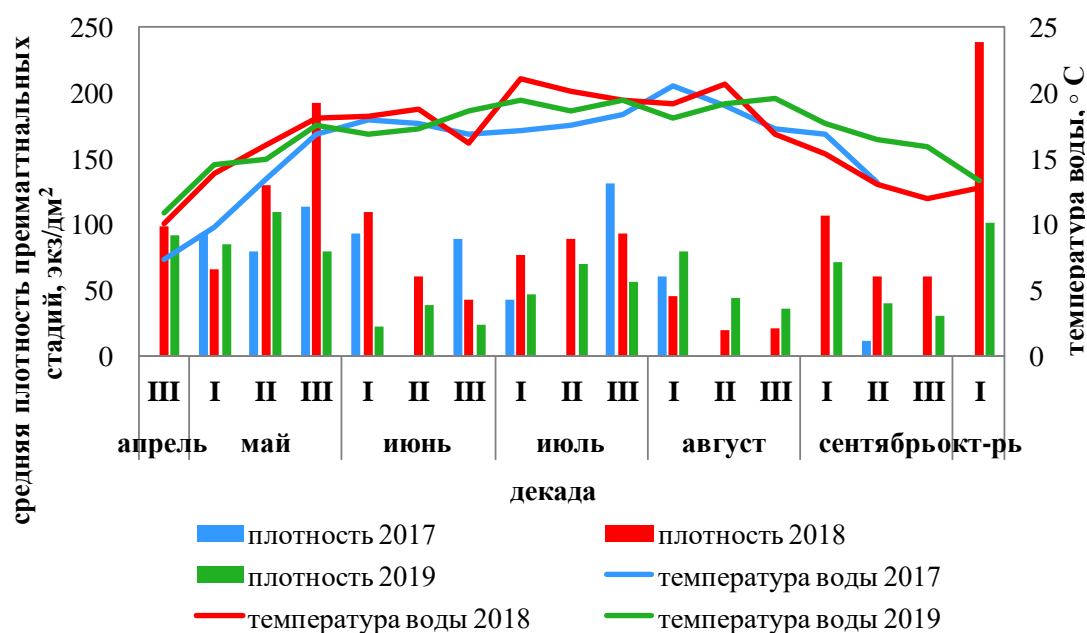


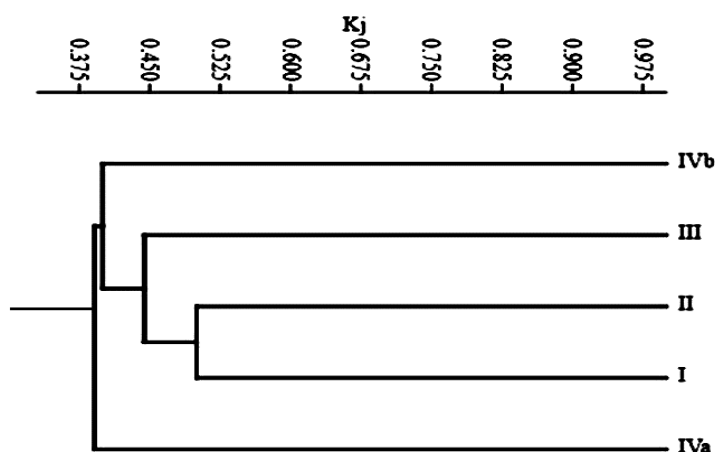
Рисунок 2. – Сезонная динамика численности мошек в водотоках подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси (2017–2019 гг.)

<sup>2</sup> ИВ – индекс встречаемости.

В четвертой главе «Типизация биотопов преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси» констатировано, что фауна мошек крупных рек (I тип) представлена 8 видами, средних (II тип) – 16, малых рек и ручьев (III тип) – 23, мелиоративных каналов различной конструкции (IVa-b тип) – 14 видами. Ядро фауны составляют 5 видов (*Wilhelmia equina*, *Odagmia ornata*, *Simulium morsitans*, *Boopthora chelevini*, *B. erythrocephala*), которые встречаются практически во всех типах водотоков.

Видовое богатство (число видов) мошек, а также значения индекса Шеннона – Уивера ( $H'$ ) выше в средних реках (II тип) (16 видов,  $H' = 3,40$ ) и малых реках и ручьях (III тип) (23 вида,  $H' = 3,60$ ). Выравненность видов по обилию, оцениваемая индексом Пиелу ( $E$ ), больше в сообществе мошек средних рек ( $E = 0,84$ ), что согласуется с результатами анализа доминирования ( $D_s = 0,12$ ). Относительно небольшое видовое богатство мошек крупных рек (I тип) (8 видов) и грунтовых облицованных мелиоративных каналов (IVb тип) (6 видов) подтверждается значениями индексов Шеннона – Уивера и Пиелу ( $H' = 2,30$ ,  $E = 0,77$  и  $H' = 1,67$ ,  $E = 0,64$  соответственно). Для населения симулиид данных типов водотоков отмечена наиболее высокая степень доминирования ( $D_s = 0,42$  для грунтовых облицованных мелиоративных каналов и  $D_s = 0,27$  для крупных рек), что свидетельствует о наличии в данных биотопах ограниченного количества видов с высокой численностью. Так, в крупных реках доминируют *B. erythrocephala* (ИД 37,92) и *Schoenbaueria pusilla* (ИД 32,69), в грунтовых облицованных мелиоративных каналах – *Boopthora erythrocephala* (ИД 61,61).

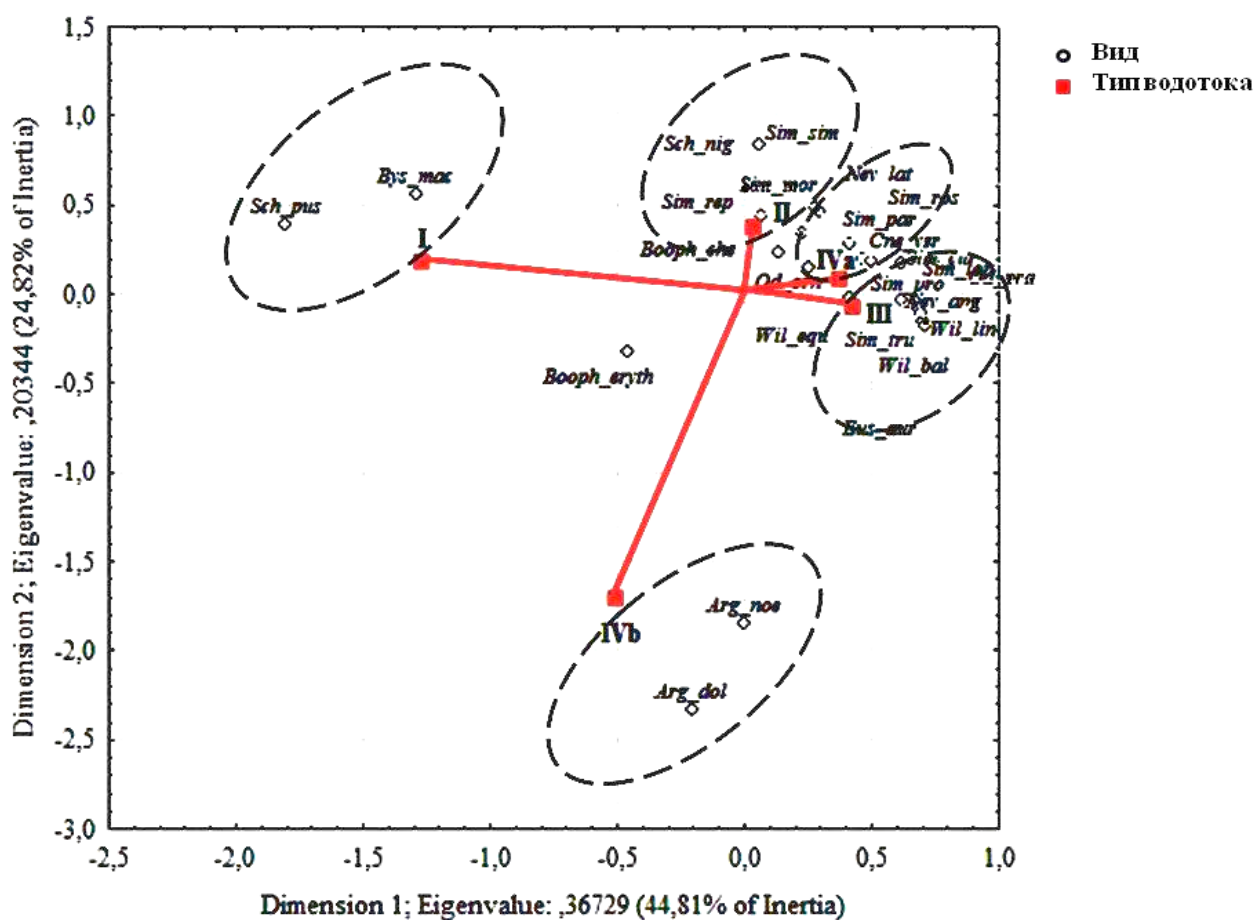
В фаунистическом отношении наиболее близки крупные (I) и средние (II) реки ( $K_j = 0,50$ ), общими для них оказались 8 видов (рисунок 3). Чуть в меньшей степени сходны фауны средних (II) и малых (III) рек ( $K_j = 0,44$ ), для которых выявлено 12 общих видов.



I – крупные реки, II – средние реки, III – малые реки и ручьи, IVa – грунтовые необлицованные мелиоративные каналы, IVb – грунтовые облицованные мелиоративные каналы

**Рисунок 3. – Дендрограмма фаунистического сходства фаун мошек водотоков по коэффициенту Жаккара ( $K_j$ )**

С помощью анализа соответствий (СА) и индекса биотопической приуроченности ( $F_{ij}$ ) у отдельно взятых видов выявлено наличие биотопических предпочтений. Наибольшую приуроченность к крупным рекам (I тип) проявили *Byssodon maculatus* ( $F_{ij} = 0,8$ ) и *Schoenbaueria pusilla* ( $F_{ij} = 0,9$ ), средним (II тип) – *Simulium longipalpe* ( $F_{ij} = 0,7$ ), *S. reptans* ( $F_{ij} = 0,7$ ), *S. morsitans* ( $F_{ij} = 0,6$ ), малым рекам и ручьям (III тип) – *Eusimulium aureum* ( $F_{ij} = 0,9$ ), *Simulium truncatum* ( $F_{ij} = 0,8$ ), *Wilhelmia balcanica* ( $F_{ij} = 0,7$ ) и *W. equina* ( $F_{ij} = 0,6$ ), грунтовыми необлицованным мелиоративным каналам (IVa тип) – *Cnetha verna* ( $F_{ij} = 0,8$ ) и *Simulium rostratum* ( $F_{ij} = 0,7$ ), грунтовыми облицованным мелиоративным каналам (IVb тип) – *Argentisimulim dolini* ( $F_{ij} = 0,9$ ) и *A. noelleri* ( $F_{ij} = 0,8$ ) (рисунок 4).



I – крупные реки, II – средние реки, III – малые реки и ручьи, IVa – грунтовые необлицованные мелиоративные каналы, IVb – грунтовые облицованные мелиоративные каналы;

*Bys\_mac* – *B. maculatus*, *Sch\_nig* – *Sch. nigra*, *Sch\_pus* – *Sch. pusilla*, *Cne\_ver* – *C. verna*,

*Nev\_ang* – *N. angustitarsis*, *Nev\_lat* – *N. latigonia*, *Eus\_aur* – *E. aureum*,

*Wil\_bal* – *W. balcanica*, *Wil\_euq* – *W. equina*, *Wil\_lin* – *W. lineata*, *Booph\_che* – *B. chelevini*,

*Booph\_ery* – *B. erythrocephala*, *Od\_orn* – *O. ornata*, *Od\_pra* – *O. pratora*, *Arg\_dol* – *A. dolini*,

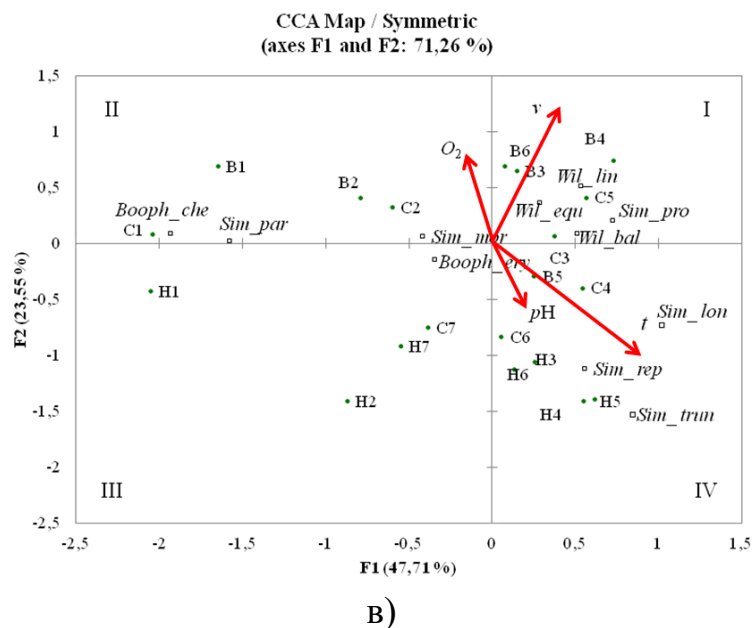
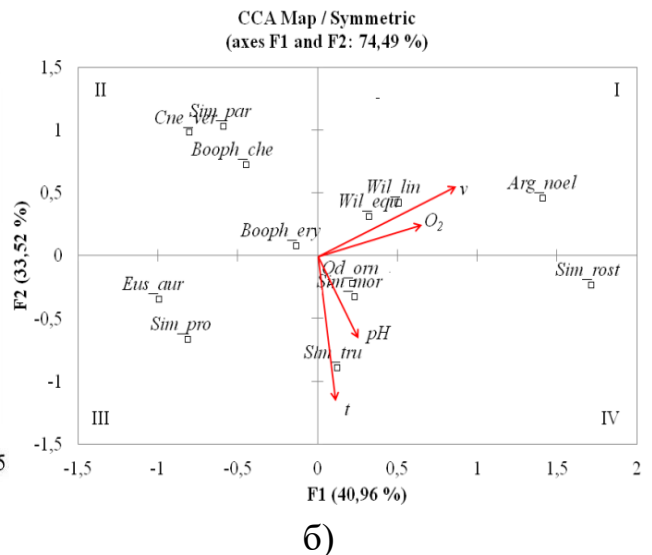
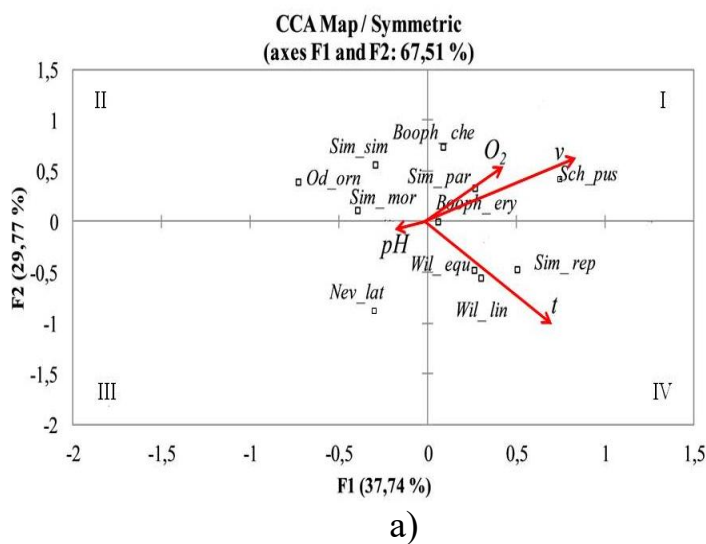
*Arg\_noe* – *A. noelleri*, *Sim\_cur* – *S. curvistylus*, *Sim\_lon* – *S. longipalpe*, *Sim\_mor* – *S. morsitans*,  
*Sim\_par* – *S. paramorsitans*, *Sim\_pro* – *S. promorsitans*, *Sim\_rep* – *S. reptans*, *Sim\_ros* – *S. rostratum*,

*Sim\_sim* – *S. simulans*, *Sim\_tru* – *S. truncatum*

**Рисунок 4. – Видовое распределение мошек по типам водотоков**

В пятой главе «Влияние абиотических факторов среды на формирование фаунистических комплексов преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси» проанализировано влияние основных абиотических факторов среды (скорость течения, насыщение воды кислородом, температура воды, pH среды) на формирование фаунистических комплексов мошек. Оценка воздействия проводилась в естественных водотоках (крупные, средние реки и малые реки и ручьи), поскольку в мелиоративных каналах развитие водных стадий мошек сильно зависит от погодных условий и хозяйственной деятельности человека. С помощью канонического анализа соответствий (ССА) выделены виды, обилие которых зависело от рассматриваемых абиотических факторов среды. Для уточнения взаимосвязи обилия видов с основными экологическими факторами были определены коэффициенты корреляции ( $r_s$ ). Статистическая достоверность ординации подтверждена перестановочным тестом (permutation test) на 5 %-м уровне. Критерием включения вида в анализируемую выборку являлось значение относительной численности  $\geq 2$  %.

Анализ ординационных диаграмм позволил установить, что виды доминирующего комплекса по-разному коррелируют с факторами окружающей среды. Результаты перестановочного теста (с использованием 999 перестановок) показали, что ССА был статистически значимым для средних и малых рек (permutation test  $p = 0,048$  и permutation test  $p = 0,046$  соответственно) (рисунок 5). Так, в средних реках (II тип) статистически значимая взаимосвязь со скоростью течения отмечена для *Schoenbaueria pusilla* ( $r_s = 0,44$ ,  $p = 0,020$ ) и *Nevermannia latigonia* ( $r_s = -0,45$ ,  $p = 0,018$ ), для *Wilhelmia equina*, *W. lineata*, *Simulium reptans* отмечена корреляция обилия с температурой воды ( $r_s$  от 0,26 до 0,41,  $p < 0,05$ ). В малых реках и ручьях (III тип) численность *Cnetha verna*, *Boopthora chelevini* и *Simulium paramorsitans* отрицательно коррелировала с температурой воды, и наоборот, обилие *S. truncatum* ( $r_s = 0,42$ ,  $p = 0,017$ ) возрастало с повышением температуры воды. Обилие *Wilhelmia equina* и *W. lineata* имело прямую положительную зависимость со скоростью течения ( $r_s = 0,43$ ,  $p = 0,013$  и  $r_s = 0,43$ ,  $p = 0,013$ ). На примере малой реки показаны различия видового состава преимагинальных стадий мошек быстротекущих и медленнотекущих участков. На быстротекущих участках (верхнее и среднее течение) доминируют *W. equina* и *W. lineata*, которые показали положительную корреляцию со скоростью течения ( $r_s = 0,58$ ,  $p = 0,006$  и  $r_s = 0,52$ ,  $p = 0,016$  соответственно) и температурой воды ( $r_s = 0,39$ ,  $p = 0,050$  и  $r_s = 0,45$ ,  $p = 0,045$  соответственно). На медленнотекущих участках (нижнее течение) доминируют *Simulium truncatum* и *S. longipaple*, показавшие положительную корреляцию с температурой воды ( $r_s = 0,32$ ,  $p = 0,047$  и  $r_s = 0,51$ ,  $p = 0,012$ ) и отрицательную со скоростью течения ( $r_s = -0,47$ ,  $p = 0,016$  и  $r_s = -0,52$ ,  $p = 0,023$ ).



Векторы:  $t$  – температура воды,  $v$  – скорость течения  $O_2$  – насыщение воды кислородом,  $pH$  – активная реакция среды; а) средние реки; б) малые реки и ручьи;

в) участок течения (B – верхний, C – средний, H – нижний)

*Bys\_mac* – *Byssodon maculatus*, *Sch\_nig* – *Schoenbaueria nigra*, *Sch\_pus* – *Sch. pusilla*,

*Cne\_ver* – *Cnetha verna*, *Eus\_aur* – *Eusimulium aureum*, *Nev\_lat* – *Nevermannia latigonia*,

*Wil\_bac* – *Wilhelmia balcanica*, *Wil\_equ* – *W. equina*, *Wil\_lin* – *W. lineata*,

*Booph\_che* – *Boophthora chelevini*, *Booph\_eryth* – *B. erythrocephala*, *Od\_orn* – *Odagmia ornata*,

*Arg\_noel* – *Argentisimulium noeleri*, *Sim\_lon* – *Simulium longipalpe*, *Sim\_mor* – *S. morsitans*,

*Sim\_par* – *S. paramorsitans*, *Sim\_pro* – *S. promorsitans*, *Sim\_reps* – *S. reptans*, *Sim\_sim* – *S. simulum*,

*Sim\_ost* – *S. rostratum*, *Sim\_trun* – *S. truncatum*

**Рисунок 5. – Ординационная ССА-диаграмма взаимосвязи факторов среды и видового состава мошек в разных типах водотоков**

Доминирующие виды *Boophthora erythrocephala* и *Odagmia ornata* оказались толерантными к рассматриваемым факторам среды, что свидетельствует об их высокой экологической устойчивости.

В шестой главе «Биологические регуляторы численности мошек в условиях Беларуси» по результатам выполненных исследований констатировано, что из 28 видов мошек, обитающих в водотоках исследуемого региона, 12 видов из 6 родов заражены паразитами: *Schoenbaueria pusilla*, *Boophthora erythrocephala*, *B. chelevini*, *Odagmia ornata*, *Argentisimulium noelleri*, *Simulium morsitans*, *S. paramorsitans*, *S. promorsitans*, *S. rostratum*, *Wilhelmia balcanica*, *W. equina* и *W. lineata*. Паразитами мошек являются энтомопатогенные грибы 5 видов из 3 отделов, мермитиды, бактерии и клещи. Основными регуляторами численности выступают грибы (ИД 92,4), среди которых ведущее место принадлежит микроспоридиям. Они поражают 5,3 % от исследованных особей, что составляет 64,8 % от общего количества пораженных паразитами.

Впервые из пораженных личинок *W. equina* выделен в чистую культуру изолят мицелиального гриба, микроскопическое изучение морфологических характеристик которого позволило отнести его к роду *Cordyceps* (рисунки 6 и 7).



Рисунок 6. – Макроморфология мицелиального гриба при выращивании на сусло-агар

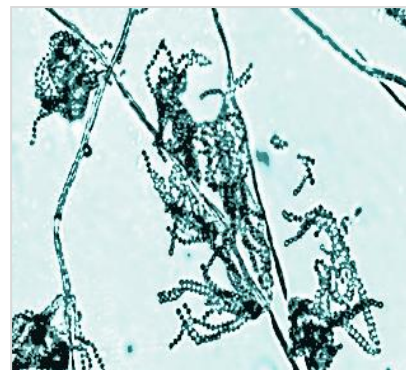
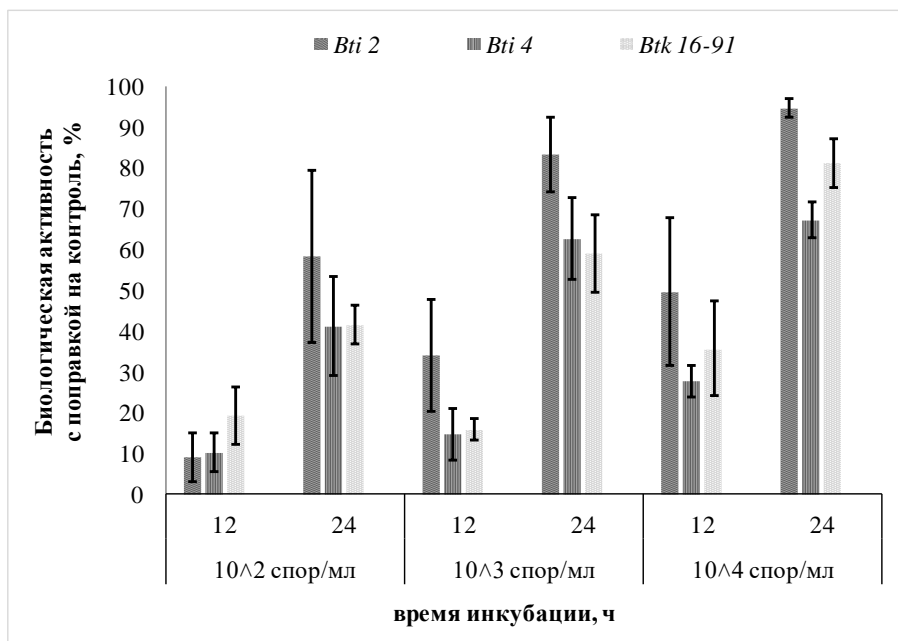


Рисунок 7. – Микроморфология мицелиального гриба при выращивании на сусло-агар

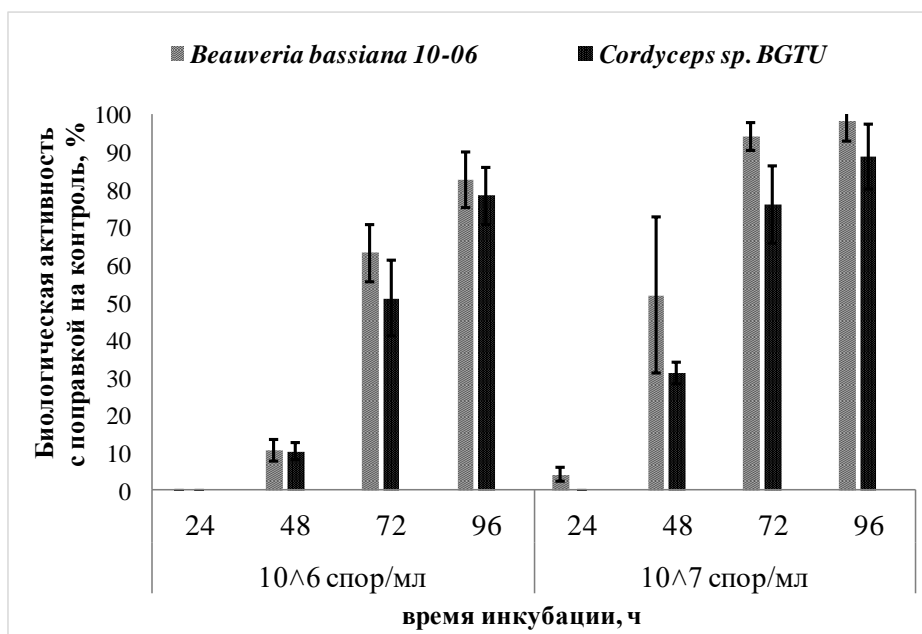
Штамм микромицета депонирован в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» (*Cordyceps* sp. БИМ F-774). Нуклеотидная последовательность локуса рДНК штамма зарегистрирована в международной базе генетических данных GenBank NCBI (идентификационный номер МК474613).

Скрининг биологической активности штаммов кристаллоносных бактерий *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) показал их высокую и умеренную эффективность в отношении личинок мошек. Эффективность штаммов через сутки воздействия при титре рабочей суспензии  $10^4$  спор/мл колебалась в пределах 67,4–94,7 %. Среди испытываемых штаммов наиболее высокую биологическую активность против личинок симулиид проявил *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 2 (*Bti* 2) (94,7 %) (рисунок 8). При этом эффективность штамма *Bti* 2 достоверно превышала эффективность штамма *Bti* 4 (ANOVA,  $F = 6,76$ ,  $p = 0,02$ ).



**Рисунок 8. – Биологическая активность штаммов *Bacillus thuringiensis* против личинок мошек**

В результате экспериментальных исследований установлено, что биологическая активность штамма энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* 10-06 с концентрацией 10<sup>7</sup> спор/мл на 4-е сутки составила 98,3 %, штамма *Cordyceps* sp. BGTU – 88,9 % (рисунок 9). Достоверных различий по уровню смертности личинок мошек между штаммами микромицетов не установлено (ANOVA, F = 0,38, p = 0,60).



**Рисунок 9. – Биологическая активность *Beauveria bassiana* 10-06 и *Cordyceps* sp. BGTU против личинок мошек**

Полученные в лабораторных модельных опытах данные пополняют список местных штаммов микроорганизмов, пригодных для промышленного производства биопрепаратов с целью контроля численности личинок мошек.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертационного исследования

1. Таксономический состав преимагинальных стадий мошек подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси представлен 28 видами из 10 родов, 3 триб и 1 подсемейства: *Byssodon* (1 вид), *Schoenbaueria* (2), *Cnetha* (1), *Nevermannia* (4), *Eusimulium* (1), *Wilhelmia* (3), *Boophthora* (2), *Odagmia* (3), *Argentisimulium* (2) и *Simulium* (9 видов). Два вида – *Byssodon maculatus* и *Cnetha verna* – впервые отмечены для данной территории. С учетом литературных данных видовой состав мошек включает 32 вида из 12 родов. Доминирующий комплекс представлен 10 видами, среди которых доминантами являются *Boophthora erythrocephala* (ИД 21,96), *Odagmia ornata* (ИД 15,78), *Wilhelmia equina* (ИД 13,72), субдоминантами – *Simulium morsitans* (ИД 7,47), *Schoenbaueria pusilla* (ИД 6,15), *Boophthora chelevini* (ИД 5,95), *Simulium paramorsitans* (ИД 5,50), *Wilhelmia lineata* (ИД 3,86), *Simulium rostratum* (ИД 2,63) и *Argentisimulium noelleri* (ИД 2,26). По характеру зоогеографического распространения фаунистическое ядро мошек составляют виды транспалеарктического комплекса (32,14 %, 9 видов). Немногим им уступают западно-палеарктические (28,57 %, 8 видов) и западно-центрально-палеарктические (25,00 %, 7 видов) виды [2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20].

2. Сезонная динамика общего видового разнообразия мошек в водотоках имеет два пика – первый в мае (21 вид;  $H' = 3,0-3,8$ ) и второй в конце июля – первой половине августа (14 видов;  $H' = 2,7-3,0$ ). Она преимущественно соотносится с сезонным ходом численности симулиид, характеризующегося трехвершинной кривой (II–III декады мая, III декада июля – II декада августа, I–III декады сентября). Сроки окукливания и вылета имаго могут смещаться на 1–2 недели в зависимости от метеоусловий [2, 12, 16].

3. При типизации водотоков в качестве мест выплота мошек выделены: крупные (I тип), средние (II тип), малые реки и ручьи (III тип), мелиоративные каналы различной конструкции (IVa-b тип), для которых установлены закономерности распределения мошек, обусловленные экологическими предпочтениями видов. Наибольшим видовым разнообразием отличаются средние ( $H' = 3,40$ ;  $D_s = 0,12$ ;  $E = 0,84$ ) и малые реки и ручьи ( $H' = 3,60$ ;  $D_s = 0,12$ ;  $E = 0,78$ ). В фаунистическом отношении наиболее близки крупные и средние реки ( $K_j = 0,50$ ). Чуть в меньшей степени сходны фауны средних и малых рек ( $K_j = 0,44$ ) [2, 4, 7, 13].

4. К числу значимых абиотических факторов, оказывающих влияние на обилие мошек отдельных видов в различных типах естественных водотоков, относятся температура воды и скорость течения, при этом установлена как положительная, так и отрицательная статистически значимая корреляция, что определяется экологическими свойствами вида [2, 4].

5. Основными регуляторами численности мошек в проточных водоемах являются грибы, на долю которых приходится 92,4 % паразитарных заболеваний, среди которых ведущее место принадлежит микроспоридиям (64,8 % от общего количества особей, пораженных паразитами). Значительно реже развитие инфекции вызывают целомицидии и аскомицеты (16,9 и 10,7 % соответственно). Второстепенное значение среди паразитов имеют бактерии, мермитиды и клещи (5,8, 1,4 и 0,4 % соответственно) [1, 3, 11, 17, 19].

6. Штаммы энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* обладают высокой и умеренной ларвицидной активностью в отношении личинок мошек и являются перспективными для использования в качестве штаммов-продуцентов бактериальных препаратов. Эффективность штаммов через сутки воздействия при титре рабочей суспензии  $10^4$  спор/мл колебалась в пределах 67,4–94,7 %. Наиболее высокую биологическую активность против личинок симулиид показал штамм *Bti* 2. Впервые из пораженных личинок мошек *Wilhelmia equina* выделен изолят мицелиального гриба *Cordyceps* sp. В опытах *in vitro* биологическая активность штамма при использовании концентрации  $10^7$  спор/мл на 4-е сутки составила 88,9 %. Культура мицелиального гриба, выделенного из личинок мошек, депонирована по форме «хранение» в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (идентификационный номер *Cordyceps* sp. БИМ F-774). Нуклеотидная последовательность локуса рДНК изолята микромицета депонирована в международной базе данных GenBank (идентификационный номер MK474613) [1, 3, 15, 17].

#### **Рекомендации по практическому использованию результатов диссертационного исследования**

В рамках реализации гранта НАН Беларуси № 2019-28-103 «Биологическая активность энтомопатогенных бактерий и грибов против личинок кровососущих мошек» осуществлено депонирование культуры мицелиального гриба *Cordyceps* sp. по форме «хранение» в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (регистрационный номер БИМ F-774). Оформлен пакет документов на штамм гриба, согласно стандартным правилам, принятым в крупнейших мировых коллекциях микроорганизмов. Штамм микромицета может быть использован для создания биологического препарата против личинок симулиид.

Методическое пособие «Рекомендации по изготовлению коллекционных препаратов кровососущих членистоногих и способах их хранения» [21] применяется специалистами энтомологического профиля ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (акт внедрения от 25.10.2017).

Полученные результаты исследования внедрены также в учебный процесс Белорусского государственного университета в курс «Общая паразитология» (акт

внедрения от 14.03.2020), Витебской ордена «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины в курс «Паразитология и инвазионные болезни» (акт внедрения от 31.03.2020), а также используются специалистами ЛДУ «Витебская областная ветеринарная лаборатория» (акт внедрения от 16.03.2020) и ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (акт внедрения от 26.06.2020).

## СПИСОК РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

### *Статьи в изданиях, включенных в Перечень ВАК РБ*

1. **Довнар, Д. В.** Биологические агенты контроля численности кровососущих мошек (Diptera: Simuliidae) в водотоках Белорусского Поозерья // **Д. В. Довнар**, Д. В. Войтка, В. М. Каплич // Экология и животный мир. – 2018. – № 2. – С. 28–33.

2. **Довнар, Д. В.** Эколого-биологические особенности преимагинальных фаз мошек (Diptera: Simuliidae) в водотоках подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси / **Д. В. Довнар**, В. М. Каплич // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2020. – Вып. 1, № 12. – С. 132–136.

3. Регистрация энтомопатогенного микромицета *Cordyceps* sp. в кровососущих мошках *Wilhelmia equina* (Linnaeus, 1758) / **Д. В. Довнар**, Е. Н. Янковская, Д. В. Войтка, О. Ю. Баранов, В. М. Каплич, А. В. Кантерова // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2020. – Т. 65, № 1. – С. 43–49.

4. Каплич, В. М. Типизация мест выплода мошек (Diptera: Simuliidae) подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси / В. М. Каплич, **Д. В. Довнар** // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки. – 2020. – № 1 (389). – С. 31–39.

### *Справочно-информационные издания*

5. Кровососущие двукрылые насекомые Беларуси. Каталог / НПЦ НАН по биоресурсам ; сост.: Т. В. Волкова, М. М. Якович, Д. С. Сусло, **Д. В. Довнар**. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 119 с.

### *Материалы и тезисы международных конференций*

6. **Довнар, Д. В.** Кровососущие мошки (Diptera: Simuliidae) северной лесорастительной подзоны Беларуси / **Д. В. Довнар** // Зоологические чтения : материалы Международной научно-практической конференции памяти профессора К. М. Ельского, Гродно, 15–17 марта 2017 г. / ГрГУ им. Я. Купалы ; редкол.: О. В. Янчуревич, А. В. Рыжая, В. Н. Бурдь. – Гродно, 2017. – С. 77–78.

7. **Довнар, Д. В.** Места выплода кровососущих мошек (Diptera: Simuliidae) на территории Витебской области Беларуси / **Д. В. Довнар** // «Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси : материалы XI Международной научно-практической конференции, приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, 1–3 ноября 2017 г. / ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам; МО РБ БГУ ; редкол.: О. И. Бородин (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – С. 133–137.

8. **Довнар, Д. В.** О мошках (Diptera: Simuliidae) северной лесорастительной подзоны Беларуси / **Д. В. Довнар** // XVI конференция Украинского научного общества паразитологов, Львов, 18–21 сентября 2017 г. : тез. докл. / Нац. акад. наук Украины Ин-т зоол. им. И. И. Шмальгаузена ; УНОП ; редкол.: И. А. Акимов (гл. ред.) [и др.]. – Львов, 2017. – С. 22.

9. Каплич, В. М. О кровососущих мошках (Diptera: Simuliidae) Беларуси / В. М. Каплич, **Д. В. Довнар** // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси : материалы XI Международной научно-практической конференции, приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, 1–3 ноября 2017 г. / ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам; МО РБ БГУ ; редкол.: О. И. Бородин (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – С. 153–157.

10. Морфологический анализ филогенетических отношений палеарктических Simuliinae Newman, 1834 (Diptera, Simuliidae) / В. М. Каплич, Е. Б. Сухомлин, А. П. Зинченко, **Д. В. Довнар** // Актуальные проблемы ветеринарной паразитологии на современном этапе : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры паразитологии и инвазионных болезней животных УО «ВГАВМ», Витебск, 2–5 ноября 2017 г. / УО ВГАВМ ; редкол.: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2017. – С. 42–48.

11. **Довнар, Д. В.** К изучению биологических регуляторов численности кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) в водотоках Белорусского Поозерья // **Д. В. Довнар**, В. М. Каплич // Международная учебно-методическая и научно-практическая конференция, посвященная 140-летию со дня рождения академика К. И. Скрябина : материалы конф., Москва, 15–18 ноября 2018 г. / ФГБОУ ВО «МГАВМиБ – МВА им. К. И. Скрябина» ; редкол.: Ф. И. Василевич [и др.]. – Москва, 2018. – С. 126–129.

12. **Довнар, Д. В.** О мошках (Diptera: Simuliidae) Березинского биосферного заповедника / **Д. В. Довнар**, В. М. Каплич // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы I Международной научно-практической конференции, Минск, 15–18 октября 2018 г. / НАН Беларуси, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» ; редкол.: А. В. Кулак [и др.]. – Минск, 2018. – С. 140–143.

13. **Dovnar, D. V.** Biotopical distribution of the preimaginal phases of blackflies (Diptera, Simuliidae) in the subzone of oak and dark-coniferous forests of Belarus / **D. V. Dovnar**, V. M. Kaplich // IX Congress of the Ukrainian Entomological Society, Kharkiv, 20–23 Aug. 2018 : Abstracts / I. I. Schmalhausen Institute of Zoology ; ed.: V. L. Meshkova [et al.]. – Kharkiv, 2018. – P. 147–148.

14. Kaplich, V. M. Blackflies larvae feeding (Diptera: Simuliidae) in the watercourses of Belarus / V. M. Kaplich, **D. V. Dovnar**, S. I. Shpanovskaya // Contemporary Parasitology – major trends and challenges. The VI<sup>th</sup> Congress of the Society of Parasitology, Russia : the Inter. Conf., Saint-Petersburg, 15–16 Oct., 2018 : Abstracts / Zoological Institute of RAS ; ed.: K. V. Galaktionova [et al.]. – St. Petersburg, 2018. – P. 106.

15. **Довнар, Д. В.** Биологическая активность штаммов *Bacillus thuringiensis* против личинок кровососущих мошек / **Д. В. Довнар**, В. М. Каплич, Д. В. Войтка // Зоологические чтения – 2019 : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Гродненского зоологического парка, Гродно, 20–22 марта 2019 г. / ГрГУ им. Янки Купалы, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», АПБ ; редкол.: О. В. Янчуревич, А. В. Рыжая, А. В. Каревский. – Гродно, 2019. – С. 98–100.

16. **Довнар, Д. В.** О мошках (Diptera: Simuliidae) бассейна реки Западная Двина / **Д. В. Довнар**, В. М. Каплич // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе : сб. ст. III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. А. Цинкевича (1971–2018), Минск, 19–21 ноября 2019 г. / НАН Беларуси, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», МО РБ БГУ, РУП «Институт защиты растений НАН Беларуси», ОО «Белорусское энтомологическое общество» ; редкол.: А. В. Дерунков, А. В. Кулак, О. В. Прищепчик. – Минск, 2019. – С. 140–142.

17. **Довнар, Д. В.** Первое обнаружение энтомопатогенного микромицета *Cordyceps* sp. в кровососущих мошках на территории Беларуси / **Д. В. Довнар**, А. В. Кантерова // Структура и динамика биоразнообразия [Электронный ресурс] : материалы I Республиканской заочной научно-практической конференции молодых ученых, Минск, 23 декабря 2019 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: С. В. Буга (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – С. 180–183.

18. **Довнар, Д. В.** Фауна кровососущих комаров и мошек (Diptera: Culicidae, Simuliidae) Березинского биосферного заповедника (Беларусь) / **Д. В. Довнар**, Д. С. Сусло // XI Всероссийский диптерологический симпозиум (с международным участием) : сборник материалов, Воронеж, 24–29 августа 2020 г. / Русское энтомологическое общество, ЗИН РАН, Воронежский государственный ун-т ; редкол.: О. Г. Овчинникова, И. В. Шамшев. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 80–82.

19. **Довнар, Д. В.** Энтомопатогенные грибы – паразиты мошек на территории северной части Беларуси / **Д. В. Довнар**, В. М. Каплич // Молодежь в науке – 2020 : XVII Международная научная конференция, Минск, 22–25 сентября 2020 г. : тез. докл. / Нац. акад. наук Беларуси Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – С. 158–160.

20. **Довнар, Д. В.** Первые сведения о кровососущих двукрылых (Diptera: Culicidae, Simuliidae) национального парка «Браславские озера» (Беларусь) / **Д. В. Довнар**, Д. С. Сусло // Лесная наука, молодежь, будущее – 2021 : материалы II Международной школы-конференции молодых ученых, Гомель, 6–9 июля 2021 г. / НАН Беларуси, Ин-т леса НАН Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич [и др.]. – Гомель, 2021. – С. 54–56.

*Сборник методических документов*

21. Сборник методических документов «Медицинская энтомология» / Рекомендации по изготовлению коллекционных препаратов кровососущих членистоногих и способах их хранения / С. Е. Яшкова, Е. И. Бычкова, Т. В. Волкова, М. М. Якович, Д. С. Сусло, **Д. В. Довнар**, Д. Н. Логинов. – Минск : Произв.- практ. изд., Минск, РЦГЭиОЗ, 2018. – 100 с.



## РЭЗІЮМЭ

Доўнар Дар'я Васільеўна

### Мошкі (Diptera: Simuliidae) падзоны дубова-цёмнахваёвых лясоў Беларусі (прэімагінальныя стадыі развіцця: відавы склад, экалогія, біялагічныя рэгулятары колькасці)

**Ключавыя словы:** мошкі, вадацёк, абіятычныя фактары, энтамапатагенныя мікраарганізмы, біялагічная актыўнасць.

**Аб'ект даследавання:** прэімагінальныя стадыі развіцця мошак, штамы энтамапатагенных бактэрыяў і грыбоў.

**Мэта даследавання:** ацаніць структуру фауністычных комплексаў прэімагінальных стадыяў мошак, іх экалага-біялагічныя асаблівасці і вызначыць біялагічныя рэгулятары колькасці сімуліід у падзоне дубова-цёмнахваёвых лясоў Беларусі.

**Метады даследавання:** заолага-паразіталагічныя, экалагічныя, эксперыментальныя, малекулярна-генетычныя, статыстычныя.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна.** Упершыню для фауны даследанага рэгіёна адзначана 2 віды мошак: *Byssodon maculatus* (Meigen, 1804) і *Cnetha verna* (Macquart, 1826). Прыведзена сучасная тыпізацыя месц выпладу сімуліід. Упершыню з паражоных лічынак мошак *Wilhelmia equina* (Linnaeus, 1758) выдзелены ізалят міцэліяльнага грыба *Cordyceps* sp. і ўстаноўлена яго біялагічная актыўнасць для лічынак мошак (88,9 %). Здзейснена дэпаніраванне культуры міцэліяльнага грыба па форме «захоўванне» у Беларускай калекцыі непатагенных мікраарганізмаў (*Cordyceps* sp. БІМ F-774). Паслядоўнасць рДНК ізалята мікраміцэта дэпаніравана ў міжнароднай базе дадзеных GenBank (рэгістрацыйны нумар МК474613). Выканана адзнака біялагічнай актыўнасці 3 штамаў энтамапатагенных бактэрыяў *Bacillus thuringiensis* супраць лічынак мошак. Сярод іспытываемых штамаў найбольш высокую біялагічную актыўнасць супраць лічынак мошак праявіў *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 2 (94,7 %).

**Рэкамендацыі па выкарыстанні атрыманых вынікаў.** Атрыманыя дадзеныя выкарыстоўваюцца спецыялістамі санітарна-эпідэміялагічнай службы, ветэрынарнага кантролю, а таксама ў навучальным працэсе дзвюх вышэйшых навучальных устаноў Беларусі.

**Галіна выкарыстання:** паразіталогія, заалогія, экалогія, эпідэміялогія, эпідэміялогія, эпідэміялогія, вучэбны працэс.

## РЕЗЮМЕ

Довнар Дарья Васильевна

### **Мошки (Diptera: Simuliidae) подзоны дубово-темнохвойных лесов Беларуси (преимагинальные стадии развития: видовой состав, экология, биологические регуляторы численности)**

**Ключевые слова:** мошки, водоток, абиотические факторы, энтомопатогенные микроорганизмы, биологическая активность.

**Объект исследования:** преимагинальные стадии развития мошек, штаммы энтомопатогенных бактерий и грибов.

**Цель исследования:** оценить структуру фаунистических комплексов преимагинальных стадий мошек, их эколого-биологические особенности и определить биологические регуляторы численности симулиид в подзоне дубово-темнохвойных лесов Беларуси.

**Методы исследования:** зоолого-паразитологические, экологические, экспериментальные, молекулярно-генетические, статистические.

**Полученные результаты и их новизна.** Впервые для фауны исследуемого региона отмечено 2 вида мошек: *Byssodon maculatus* (Meigen, 1804) и *Cnetha verna* (Macquart, 1826). Приведена современная типизация мест выплода симулиид. Впервые из пораженных личинок мошек *Wilhelmia equina* (Linnaeus, 1758) выделен изолят мицелиального гриба *Cordyceps* sp. и установлена его биологическая активность в отношении личинок мошек (88,9 %). Осуществлено депонирование культуры выделенного мицелиального гриба по форме «хранение» в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (*Cordyceps* sp. БИМ F-774). Нуклеотидная последовательность локуса рДНК штамма микромицета депонирована в международной базе данных GenBank (регистрационный номер МК474613). Выполнена оценка биологической активности 3 штаммов энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* в отношении личинок мошек. Среди испытываемых штаммов наиболее высокую биологическую активность против личинок мошек проявил *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 2 (94,7 %).

**Рекомендации по использованию полученных результатов.** Полученные данные используются специалистами санитарно-эпидемиологической службы, ветеринарного контроля, а также в учебном процессе двух высших учебных заведений Беларуси.

**Область применения:** паразитология, зоология, экология, эпидемиология, эпизоотология, учебный процесс.

## SUMMARY

Darya V. Dounar

### **Black flies (Diptera: Simuliidae) of the subzone of oak-dark coniferous forests of Belarus (immature stages: species composition, ecology, biological regulators)**

**Key words:** black flies, watercourse, abiotic factors, entomopathogenic microorganisms, biological activity.

**The object of the research:** immature stages of black flies, strains of entomopathogenic bacteria and fungi.

**The aim of the research** is to assess the structure of faunal complex of immature black flies, their ecological-biological features and identify biological regulators of the simuliid population in the subzone of oak-dark coniferous forests of Belarus.

**Methods of the research:** zoological-parasitological, ecological, experimental, molecular-genetic, statistical.

**The results obtained and their novelty.** Two species of black flies (*Byssodon maculatus* (Meigen, 1804) and *Cnetha verna* (Macquart, 1826)) have been recorded for the fauna of the study area for the first time. The modern typification of breeding sites of Simuliids is presented. A strain of filamentous fungus *Cordyceps* sp. has been isolated from the infected black fly larvae *Wilhelmia equina* (Linnaeus, 1758), and its biological activity against black fly larvae has been established for the first time (88.9 %). The culture of isolated filamentous fungus is deposited in an open collection of the Belarusian collection of non-pathogenic microorganisms (*Cordyceps* sp. BIM F-774). The rDNA sequence of the micromycete isolate is deposited in the GenBank database under accession number MK474613. The assessment of biological activity of three strains of entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* against black fly larvae is carried out. Among the tested strains, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* 2 has shown the highest values of biological activity against black fly larvae (94.7 %).

**Recommendations for the use of the results.** The data obtained are used by specialists of the sanitary-epidemiological service, veterinary control, as well as in the educational process of two higher educational institutions of Belarus.

**The sphere of application:** parasitology, zoology, ecology, epidemiology, epizootology, educational process.

---

Подписано в печать 19.05.2022 Формат 60x84<sub>1/16</sub> Бумага офсетная  
Печать цифровая Усл.печ.л. 1,4 Уч.изд.л. 1,5 Тираж 60 экз. Заказ 4746  
ИООО «Право и экономика» 220072 Минск Сурганова 1, корп. 2 Тел. 8 029 684 18 66  
Отпечатано на издательской системе Gestetner в ИООО «Право и экономика»  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий, выданное  
Министерством информации Республики Беларусь 17 февраля 2014 г.  
в качестве издателя печатных изданий за № 1/185