

ISSN 2077-3366

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР
ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF DPR
DONETSK NATIONAL UNIVERSITY

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ
ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА**

Научно-практический журнал

№ 3–4

Основан в 1999 г.

**PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION
OF TECHNOGENIC REGION**

Scientific and practical journal

№ 3–4

Founded in 1999

2017

Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 3–4

В журнале «Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона» публикуются статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов вузов и научно-исследовательских организаций, которые охватывают широкий круг вопросов экологической, а также флористической, фаунистической, биофизической и физиологической направленности, которые касаются проблем экологии и охраны природы.

Предназначен для специалистов в области экологии, ботаники, зоологии, физиологии растений, человека и животных, биофизики, охраны природы, а также для преподавателей и студентов биологических, экологических факультетов и кафедр высших учебных заведений.

Редакционная коллегия

Беспалова С. В. , проф., д-р физ.-мат. наук (<i>главный редактор</i>)	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Горецкий О. С. , проф., д-р биол. наук (<i>зам. главного редактора</i>)	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Алемасова А. С. , проф., д-р хим. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Бойко М. И. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Глухов А. З. , проф., д-р биол. наук	ГУ «Донецкий ботанический сад» НИИ травматологии и ортопедии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького
Калинкин О. Г. , проф., д-р мед. наук	ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» (Россия)
Мацюра А. В. , проф., д-р биол. наук	Алтайский государственный университет (Россия)
Мацюра А. В. , проф., д-р биол. наук	ГУ «Донецкий ботанический сад»
Остапко В. М. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Сафонов А. И. , доц., канд. биол. наук	Гуманитарно-педагогическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского» (Россия)
Соболев В. И. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Труш В. В. , доц., канд. мед. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Штирц А. Д. , доц., канд. биол. наук (<i>отв. секретарь</i>)	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Ярошенко Н. Н. , проф., д-р биол. наук	ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по группе научных специальностей 03.02.00 – общая биология (приказ МОН ДНР № 1134 от 01.11.2016). Журнал включен в Перечень РИНЦ (лицензионный договор № 378-06/2016 от 24.06.2016 г.).

Свидетельство о регистрации СМИ, выданное Министерством информации ДНР: Серия ААА № 000073 от 21.11.2016 г.

Адрес редакции:

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 310
Донецкий национальный университет,
Биологический факультет
Тел.: (062) 302-09-95; +38(050) 240-78-02
Сайт журнала: <http://donnu.ru/ecolog>

e-mail: eco-1999@mail.ru

*Печатается по решению Ученого совета ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
протокол № 9 от 27.12.2017 г.*

Problems of ecology and nature protection of technogenic region, 2017, № 3–4

Papers of academic staff, scientific employees and post-graduate students of high schools and research organizations cover a wide range of questions of ecological, floristic, faunistic, biophysical and physiological orientation and touches problems of ecology and nature protection.

It is intended for ecologists, botanists, zoologists, plants physiologists, man and animals physiologists, biophysics, experts in nature protection and for teachers and students of biological and ecological faculties of higher educational institutions.

Editorial Board

Bespalova S. V. (Editor-in-Chief)	Donetsk National University
Goretsky O. S. (Associate Editor)	Donetsk National University
Alemasova A. S.	Donetsk National University
Boiko M. I.	Donetsk National University
Glukhov A. Z.	Donetsk Botanical Garden
Kalinkin O. G.	Research Institute of Traumatology and Orthopedy Donetsk National Medical University
Matsyura A. V.	Altai State University (Russia)
Ostapko V. M.	Donetsk Botanical Garden
Safonov A. I.	Donetsk National University
Sobolev V. I.	Humanities and Education Science Academy Crimean Federal University (Russia)
Trush V. V.	Donetsk National University
Shtirts A. D. (Managing editor)	Donetsk National University
Yaroshenko N. N.	Donetsk National University

Journal is included in the List of scientific specialized editions of Biological sciences: group of scientific specialties 03.02.00 – general biology (order of MES DPR № 1134 dated 01.11.2016).

Journal is included in the List of Russian scientific citation index (license agreement № 378-06/2016 dated 24.06.2016).

Certificate of registration of the media, issued by the Ministry of Information DPR: Series AAA № 000073 of 21.11.2016.

Address of editorial board:

Faculty of Biology, Donetsk National University,
Schorsa str., 46/310, Donetsk, 283050.

Tel.: (062) 302-09-95

+38(050) 240-78-02

e-mail: eco-1999@mail.ru

Web-site of journal: <http://donnu.ru/ecolog>

*Printed by decision of Donetsk National University Scientific Council
proc № 9 dated 27.12.2017*

СОДЕРЖАНИЕ

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

<i>Гридько О. А.</i> Экологическая анатомия узколистных видов рода <i>Festuca</i> L. в условиях интродукции	6
<i>Мирненко Н. С.</i> Состояние пыльцевых зерен <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. и <i>Artemisia absinthium</i> L. в г. Донецке	12
<i>Мирненко Э. И.</i> Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г. Донецка	17
<i>Сафонов А. И., Морозова Е. И.</i> Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации	24

ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА

<i>Амолин А. В.</i> Материалы к изучению экологии некоторых видов шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombini) г. Донецка и его окрестностей	32
<i>Рева М. В., Щелкова Е. В., Бакланова А. Э.</i> Редкие и малочисленные виды мошек Донецкой области	42
<i>Штириц А. Д., Колосова Ю. Е.</i> Экологическая структура населения панцирных клещей отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» в весенний период	65

ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

<i>Демченко С. И., Ткаченко Н. П., Ермолаев Д. Л., Грановский И. А.</i> Влияние экстремальной температуры на рост мицелия и пероксидазную активность природных штаммов гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm	73
<i>Фрунзе О. В., Киселев С. В.</i> Изменение площади листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца	79
<i>Чемерис О. В., Ильина А. А., Бойко М. И.</i> Оптимизация состава питательной среды для культивирования штамма <i>Irpex lacteus</i> 2432 – продуцента протеиназ молокосвертывающего действия	85
Правила для авторов	91

CONTENTS

FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

<i>Grydko O. A.</i> Ecological anatomy of narrow-leaved species of the genus <i>Festuca</i> L. under the conditions of introduction	6
<i>Mirnenko N. S.</i> The condition of the pollen grains <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. and <i>Artemisia absinthium</i> L. in Donetsk	12
<i>Mirnenko E. I.</i> Assessment of pollution with organic compounds of ponds in Donetsk	17
<i>Safonov A. I., Morozova E. I.</i> Variety of bryophyte species of Donetsk and Makeevka industrial agglomeration	24

FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

<i>Amolin A. V.</i> Materials to study the ecology of some species of bumblebees (Hymenoptera, Apidae, Bombini) of Donetsk and its surrounding areas	32
<i>Reva M. V., Schelkova E. V., Baklanova A. E.</i> The rare and small in numbers species of the black-flies in the Donetsk region	42
<i>Shtirts A. D., Kolosova Yu. E.</i> Ecological structure of oribatid mites population of branch «Meotida» of biosphere reserve «Khomutovskaya Steppe – Meotida» in the spring	65

PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

<i>Demchenko S. I., Tkachenko N. P., Ermolaev D. L., Granovskyi I. A.</i> The influence of extreme temperature on mycelium growth and peroxidase activity of fungus <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) Kumm. natural strains	73
<i>Frunze O. V., Kiselev S. V.</i> Change in the area of the leaf blade of some types of ornamental herbaceous plants under conditions of soil contamination with cobalt and manganese ions	79
<i>Chemeris O. V., Ilyina A. A., Boyko M. I.</i> Optimization of the nutrient medium composition for the cultivation of the strain <i>Irpex lacteus</i> 2432, a producer of milk-clotting protease	85
Rules for authors	91

ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА
FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT KINGDOM

УДК 581.522.5 : 582.542.11

© О. А. Гридько

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ УЗКОЛИСТНЫХ ВИДОВ РОДА *FESTUCA* L.
В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: grydko@mail.ru

Гридько О. А. Экологическая анатомия узколистных видов рода *Festuca* L. в условиях интродукции. – Проведен сравнительно-анатомический анализ структуры листьев видов рода *Festuca* L. разных экологических групп в условиях интродукции. Установлено, что каждая из выделенных групп обладает достаточно специфической анатомической структурой и тканевым составом листа, что отражает разную степень специализации, особенностей их биологии и происхождения.

Ключевые слова: анатомия, сравнительный анализ, узколистные злаки, овсяница.

Введение

Среди большого количества исследований, проведенных в области экологической анатомии злаков, структуре листьев ксерофитов посвящено много работ [1-3, 6, 11, 12]. В настоящее время давно известны особенности строения листа узколистных видов рода *Festuca* L. – овсяница. К таким признакам относятся мелкоклеточность эпидермиса и большое количество устьиц, очертания поперечного среза листовой пластинки, количество и форма ребер, расположение склеренхимы и проводящих пучков, степень их развития и т.д. [2, 3, 11, 12].

Как известно, анатомические особенности являются более стабильными, чем морфологические. Однако при интродукции, изменение условий существования приводит к возникновению разнообразных приспособлений на анатомическом уровне. Интродуценты различных экологических групп в новых условиях занимают промежуточное положение: к определенным признакам, обусловленным генетической природой данного вида, добавляются новые, отражающие условия произрастания.

Кроме того, структурным элементам листа свойственна некоторая пластичность и определенная зависимость от экологических условий среды. Следовательно, анатомическое строение листьев является дополнительным диагностическим признаком, что содержит в себе информацию об условиях произрастания видов. Исследование анатомической структуры листовой пластинки видов растений имеет важное значение для установления приспособительных особенностей их в результате интродукции, а также выяснения экологических признаков.

На сегодняшний день существует дефицит сведений о структуре листовых пластинок интродуцированных узколистных видов рода *Festuca*, в том числе экологической изменчивости анатомических особенностей. Таким образом, изучение структурной специализации овсяниц в условиях интродукции является важным эколого-анатомическим исследованием, результат которого позволит выявить стабильные признаки и использовать их в диагностических целях.

Цель работы – сравнительно-анатомический анализ структуры листьев некоторых овсяниц разной экологической приуроченности, интродуцированных в засушливые условия Донбасса.

Объект исследования – виды рода *Festuca* коллекции газонных и декоративных трав ГУ «Донецкий ботанический сад».

Материал и методы исследования

В интродукционных условиях засушливого климата Донбасса, характеризующегося весенними суховеями, нами проведен сравнительно-анатомический анализ структуры листьев таких узколистных плотнокустовых злаков: *Festuca gautieri* (Hack.) K. Richt. (овсяница Гаутера) – мезоксерофит; *F. cinerea* Vill. (о. серая) – мезоксерофит, петрофит; *F. glauca* Lam. (о. сизая) – ксерофит, петрофит. Изученные виды 1987-2003 гг. интродукции и на протяжении интродукционного испытания с 2003 по 2010 гг. проявили высокую экологическую пластичность и адаптационную реакцию на изменившиеся условия произрастания [5]. В условиях Донбасса злаки данных экологических групп оказались нетребовательными к трофическим условиям, хорошо произрастали на средне плодородных почвах, достаточное освещение и длительный период засухи не оказали влияния на декоративность растений. Виды отмечены наивысшим баллом зимостойкости [5]. Следовательно, *Festuca gautieri*, *F. cinerea* и *F. glauca* успешно прошли интродукционное испытание и наиболее устойчивы в условиях Донбасса.

Для анатомического анализа в июне-июле отбирали средние части пластинки второго сверху листа генеративного побега в период цветения. Изготовление временных препаратов проводили по общепринятым методикам [10]. Соотношение тканей в пластинке листа на поперечных срезах устанавливали весовым способом с точными рисунками из препаратов, которые были получены с помощью микроскопии.

Для диагностики анатомической специфики узколистных видов рода *Festuca* использованы следующие признаки, предложенные Е. Б. Алексеевым [1]: диаметр (полуширина) пластинки листа; число ребер на верхней стороне пластинки листа; число проводящих пучков; наличие или отсутствие верхних проводящих пучков третьей величины, размеры их по сравнению с нижними; индекс положения проводящего пучка второй величины, т. е. отношение расстояния его от средней жилки к расстоянию до края пластинки листа; расположение склеренхимы в пластинке листа; опушение верхней (внутренней) стороны пластинки листа; опушение нижней (наружной) стороны пластинки листа.

Коэффициент ребристости, выражающий степень развития ребер и бороздок на верхнем эпидермисе листа, устанавливали путем деления длины контура верхней поверхности на поперечном срезе на длину линии, которую проводили параллельно плоскости листа касательно к наиболее углубленным точкам «дна» бороздок. Измерение структурных элементов листа проводили в 30-кратной повторности на протяжении 2008-2010 гг. Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам [9] с использованием программы MS Excel. Полученные данные достоверны при $P > 0,99$.

Результаты и обсуждение

Исследованные виды рода *Festuca* относятся к форме узколистных злаков и обладают своеобразной структурой листа.

Листовая пластинка *Festuca gautieri* вдоль сложенная, форма поперечного сечения листа шестигранная. Диаметр (полуширина) пластинки составляет $539,2 \pm 5,58$ мкм (табл. 1). Поверхность листка покрыта прозрачным воском, который откладывается в виде пластинок или гладких пленок, плоско размещенных на поверхности. На адаксиальной (верхней или внутренней) поверхности имеются мелкие трихомы длиной до 28,0 мкм, а также бороздки и три ребра. Коэффициент ребристости равен 1,3. Утолщение клеток верхнего эпидермиса слабое, тогда как у нижнего очень сильное и составляет до 47% его толщины. Моторные клетки мелкие, слабо дифференцированы от клеток верхнего эпидермиса и составляют 1,60% площади поперечного среза листка (табл. 2). Устьица образуются только на верхней поверхности листка. Для вида *F. gautieri* отмечено отсутствие верхних проводящих пучков третьей величины, следовательно, наличие пяти проводящих пучков фестукоидного типа (в том числе главной жилки) составляет механическую ткань и занимает 6,1% от общей поверхности поперечного среза листка. Индекс положения ведущего пучка второй величины равен 0,4. Склеренхима расположена в виде отдельных тяжей у нижнего эпидермиса

напротив каждого ведущего пучка и на концах листка, а со стороны верхнего эпидермиса склеренхима отсутствует. Ее площадь составляет 6,8% площади среза листка. Мезофилл состоит из крупных округлых клеток и занимает 78% от общей площади поперечного среза листка. На внешней стороне (под нижним эпидермисом) выявлены удлиненные клетки хлоренхимные, расположенные в 2 ряда.

Таблица 1

Особенности анатомического строения листовой пластинки изученных видов узколистных злаков рода *Festuca* L.

Экологическая группа, вид	Диаметр листка, мкм	Коэффициент ребристости	Толщина эпидермиса на поперечном срезе, мкм	
			верхний	нижний
M±m				
Мезоксерофиты <i>Festuca gautieri</i> (Hack.) K. Richt.	539,2±5,58	1,3	8,9±0,24	19,0±0,68
<i>F. cinerea</i> Vill.	613,4±13,29	1,4	7,1±0,40	10,9±0,68
Ксерофит <i>F. glauca</i> Lam.	879,5±13,35	1,2	11,1±0,41	17,9±1,04

Примечание. M±m – среднее арифметическое ± ошибка.

Таблица 2

Соотношение основных тканей в листьях изученных видов узколистных злаков рода *Festuca* L. (в % к площади поперечного среза)

Экологическая группа, вид	Эпидермис	Моторные клетки	Склеренхима	Проводящие пучки	Мезофилл
Мезоксерофиты <i>Festuca gautieri</i> (Hack.) K. Richt.	7,51	1,60	6,82	6,06	78,01
<i>F. cinerea</i> Vill.	12,76	0,68	13,0	5,25	68,31
Ксерофит <i>F. glauca</i> Lam.	3,80	–	20,68	7,42	68,10

Контур поперечного среза листка *F. cinerea* занимает промежуточное положение между эллиптической и шестигранной формой, однако в верхней части расширяются и в сечении имеют V-образную форму. Диаметр пластинки листа составляет 613,4±13,29 мкм. Поверхность листа покрыта сизым воском, представленный палочковидными и нитевидными образованиями, растущие по направлению от листовой поверхности и сильно отражающие свет. На верхней стороне листа насчитывается пять ребер, при этом коэффициент ребристости составляет 1,4. Утолщение клеток нижнего эпидермиса незначительное. Моторные клетки мало отличаются по размеру от основных эпидермальных клеток на поперечных срезах. Они едва заметны в глубоких бороздах и практически неотличимы от соседних эпидермальных клеток, занимают 0,68% от площади поперечного сечения листа. Отмечено отсутствие верхних проводящих сосудисто-волокнистых пучков третьей величины и, следовательно, их общее количество достигает пяти. Механическая ткань составляет 5,25% от общей поверхности поперечного среза листка. Индекс положения ведущего пучка второй величины равен 1,6. Под нижним эпидермисом склеренхима располагается в виде отдельных неравных тяжей: килевой и краевой тяж превосходят по ширине промежуточный. Площадь склеренхимы составляет 13% от площади среза листка. Мезофилл состоит из более

или менее одинаковых изодиаметрических плотно расположенных клеток и занимает 68% от общей площади поперечного сечения. На внешней стороне (под нижним эпидермисом) выявлены удлиненные клетки хлоренхимы, расположенные в 2 ряда.

Форма поперечного среза листовой пластинки *F. glauca* эллиптическая. Диаметр пластинки листа составляет $879,5 \pm 13,35$ мкм. Поверхность листка покрыта сизым воском толщиной 10,7 мкм. Пять ребер верхней поверхности листа покрыты мелкими трихомами длиной $22,2 \pm 1,42$ мкм. Коэффициент ребристости равен 1,2. Утолщение клеток нижнего эпидермиса составляет 20,6%. Моторные клетки отсутствуют. Отмечено 7 сосудисто-волокнутистых пучков, следовательно, площадь проводящей ткани к общей площади поперечного среза составляет 7,42%. Индекс положения ведущего пучка второй величины равен 1,3. Под нижним эпидермисом склеренхима располагается в виде неравномерно утолщенного цельного чехла, расширенного напротив главной жилки и по краям пластинки значительно заходит на верхнюю сторону листа. На поперечном срезе склеренхима занимает 21% от общей площади. Мезофилл составляет 68% и представлен паренхимой из удлиненных клеток хлоренхимы.

Известно, что фестукоидные узколистные злаки обладают наиболее выраженным аридным габитусом и наиболее приспособленные к засушливым условиям произрастания [12, 13]. Как показали наши исследования, анатомическая специфика листовых пластинок изученных узколистных видов рода *Festuca* обладает типичным ксерофитным строением (рис. 1).

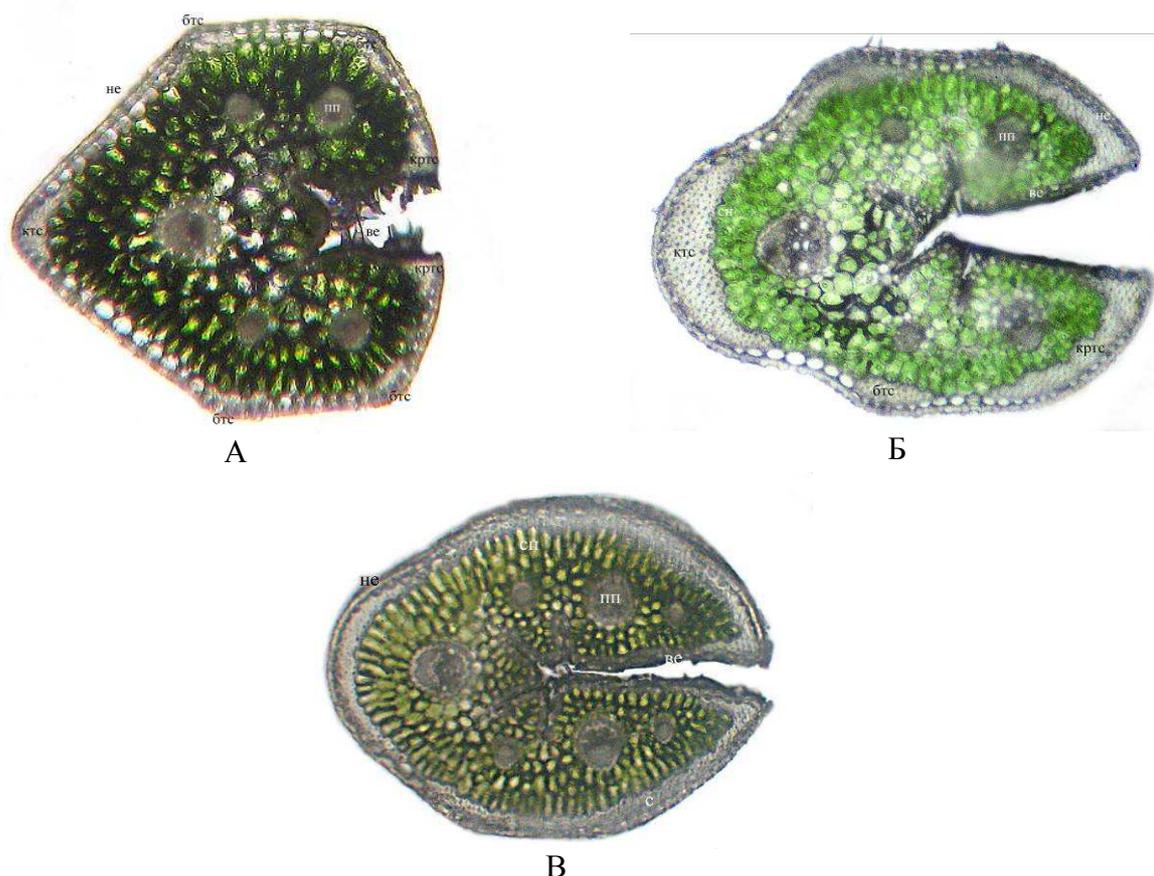


Рис. 1. Анатомическое строение листьев узколистных злаков рода *Festuca* L. (увеличение 10x10 микроскопа MBL 2150/30):

А – *F. gautieri* (Hack.) K. Richt.; Б – *F. cinerea* Vill., В – *F. glauca* Lam. не – нижний эпидермис, ве – верхний эпидермис, ктс – килевой тяж склеренхимы, кртс – краевые тяжи склеренхимы, бтс – боковые тяжи склеренхимы, пп – проводящие пучки сп – столбчатая паренхима

Общими характерными анатомическими особенностями листьев овсяниц являются наличие субэпидермальной склеренхимы, расположенной на абаксиальной стороне, крупных и мелких сосудисто-волоконных пучков, а также ребер на адаксиальной стороне. Утолщение стенок эпидермальных клеток, наличие воска и трихом на верхней поверхности листьев также являются важнейшими признаками, которые присущи для растений, растущих в засушливых условиях. Кроме того, приспособление к экономному расходованию воды в условиях повышенных температур обусловлено метаболизмом C_4 . Такие особенности объясняются сходным местообитанием узколистных овсяниц: растения обладают ксероморфными признаками и тяготеют чаще всего к каменистым склонам и известняковым обнажениям, кроме культивара *F. gautieri*. Возможно, приуроченность изученных видов к сходным местообитаниям отражается на некоторых анатомических признаках листа, в частности на толщине субэпидермального тяжа склеренхимы.

Нами выявлены такие анатомические признаки, которые являются видоспецифичными и их наличие подчеркивает разную степень ксероморфности овсяниц.

В результате сравнительно-анатомического анализа установлены различия в очертании поперечного среза листа, расположении ребер на адаксиальной стороне листа, их количестве и коэффициенте ребристости, наличии и степени развития моторных клеток. В то же время конфигурация склеренхимного тяжа, количество сосудисто-волоконных пучков, соотношение и расположение крупных и мелких пучков у изученных овсяниц также различны.

Очертание поперечного среза узколистных овсяниц меняется от шестигранной формы (*F. gautieri*) до эллиптической (*F. glauca*). Адаксиальная сторона сформирована тремя ребрами с неглубокими бороздами (*F. gautieri*) и пятью ребрами с глубокими ребрами (*F. cinerea*, *F. glauca*). Увеличение количества ребер на верхней поверхности злаков является одним из способов сокращения испаряющей поверхности пластинок листьев.

Моторные клетки у исследованных образцов слабо развиты в крупных бороздах мезоксерофитов, поэтому они мало отличаются от основных эпидермальных клеток по размеру. Ксерофит *F. glauca* лишен моторных клеток, в результате чего у листовой пластинки данного вида отсутствует возможность разворачиваться.

Различаются изученные виды и по характеру опушения. Более длинные и густые трихомы характерны для *F. gautieri*.

Отличительными особенностями узколистных овсяниц является число сосудисто-волоконных пучков. В листьях *F. gautieri* и *F. cinerea* отмечено по 5 пучков: самый крупный пучок находится в центре листовой пластинки, а по бокам расположено по 2 пучка равных между собой по величине (*F. gautieri*) и постепенно увеличивающихся в размере по направлению к краю листа (*F. cinerea*). Однако у этих мезоксерофитных видов отсутствуют верхние проводящие пучки третьей величины. Наибольшее количество (7) сосудисто-волоконных пучков с четким чередованием крупных и мелких выявлено у *F. glauca*.

У мезоксерофитных овсяниц конфигурация склеренхимного тяжа на поперечном срезе разрознена: если у *F. gautieri* они слабо развиты и представлены небольшими участками в центральной части листка, по краям и боковым сторонам среза, то у *F. cinerea* формируется 5 мощных склеренхимных участков различной протяженности. Сплошной субэпидермальный тяж выявлен у ксерофитной *F. glauca*, и как следствие, создается прочная конструкция, жесткость которой обеспечивается развитием мощной механической ткани.

Таким образом, изучение анатомического строения листьев вегетативных побегов узколистных овсяниц показало, что каждому виду присущи специфические признаки, которые можно использовать при идентификации экологической приуроченности злаков.

Выводы

В результате сравнительно-анатомического анализа установлено, что конфигурация склеренхимного тяжа, количество сосудисто-волоконных пучков, соотношение и расположение крупных и мелких пучков, очертание поперечного среза листа, расположение

ребер на адаксиальной стороне листа, степень развития моторных клеток у изученных видов рода *Festuca* в условиях интродукции различны.

Анализ полученных данных свидетельствует, что каждая из выделенных экологических групп узколистных злаков имеет достаточно специфическую анатомическую структуру и тканевый состав листьев. *F. glauca* отличается четко выраженными ксероморфными признаками, по сравнению с *F. gautieri*, а *F. cinerea* занимает промежуточное положение. Отдельные признаки нельзя принимать за адаптационные приспособления, а следует учитывать существование сложной системы взаимосвязей между структурными элементами. Поэтому только совокупность морфологических и анатомических признаков можно рассматривать в качестве адаптационной реакции овсяниц на длительное существование в аридных условиях.

Список литературы

1. Алексеев Е. Б. Овсяницы Кавказа / Е. Б. Алексеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 164 с.
2. Василевская В. К. Формирование листа засухоустойчивых растений / В. К. Василевская. – Ашхабад : Изд-во АН Тадж. ССР, 1954. – 184 с.
3. Гамалей Ю. В. Анатомия листа у растений пустыни Гоби / Ю. В. Гамалей // Ботан. журн. – 1984. – 69, № 5. – С. 569-584.
4. Глухов А. З. Использование декоративных видов и сортов семейства Poaceae Barnh. в зеленом строительстве г. Донецка / А. З. Глухов, О. А. Гридько // Охрана, восстановление и изучение степных экосистем в XXI веке : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посв. 90-летию со дня основания заповедника «Хомутовская степь». – Донецк : «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2016. – С. 87-89.
5. Глухов О. З. Интродуковані декоративні злаки в умовах південного сходу України / О. З. Глухов, О. О. Гридько. – Донецьк, 2012. – 240 с.
6. Горемыкина Е. В. Особенности анатомической структуры листовых пластинок некоторых степных злаков Волгоградской области / Е. В. Горемыкина / Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер.11. Естеств. науки. – 2013. – № 1 (5). – С. 4-12.
7. Гридько О. О. Анатомічні особливості декоративних злаків, інтродукованих на південний схід України / О. О. Гридько // Промышленная ботаника. – 2007. – Вып. 7. – С. 234-240.
8. Гридько О. О. Визначення ксероморфних та мезоморфних ознак у будові листків інтродукованих декоративних злаків / О. О. Гридько // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону : зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2008. – Вип. 8. – С. 48-53.
9. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1991. – 184 с.
10. Клейн Р. М. Методы исследования растений / Р. М. Клейн, Д. Т. Клейн. – М. : Колос, 1974. – 528 с.
11. Николаевский В. Г. Сравнительное исследование ксероморфных и мезоморфных признаков в строении листа злаков / В. Г. Николаевский // Ботан. журн. – 1970. – 55, № 10. – С. 1442-1449.
12. Ніколаєвський В. Г. До екологічної анатомії листка видів роду костриця (*Festuca* L.) / В. Г. Ніколаєвський // Укр. ботан. журн. – 1970. – 27, № 5. – С. 601-607.
13. Цвелев Н. Н. Злаки СССР / Н. Н. Цвелев. – Л. : Наука, 1976. – 787 с.

Grydko O. A. Ecological anatomy of narrow-leaved species of the genus *Festuca* L. under the conditions of introduction. – The comparative anatomical analysis was conducted of the leaf structure some species of the genus *Festuca* L. different ecological groups under the conditions of introduction. It was established that every ecological group has sufficiently specific anatomic and tissue structure that indicates different level of specialization of individual species, their biology and origin.

Key words: anatomy, comparative analysis, narrow-leaved grass, fescue grass.

© Н. С. Мирненко

СОСТОЯНИЕ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. И *ARTEMISIA ABSINTHIUM* L. В Г. ДОНЕЦКЕ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: natalya_zaharenkova@mail.ru

Мирненко Н. С. Состояние пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в г. Донецке. – Приведены данные по изучению качественного состояния пыльцевых зерен инвазионных видов *Ambrosia artemisiifolia* L. и *Artemisia absinthium* L. в антропогенно трансформированных экотопах г. Донецка.

Ключевые слова: пыльцевые зерна, г. Донецк, стерильность, фертильность, экологический мониторинг, биоиндикация.

Введение

Качество пыльцевых зерен, а именно морфологическая изменчивость, зависит от воздействия различных антропогенных факторов (радиации, повышенной концентрации тяжелых металлов и пестицидов, пожаров). Как правило, количество измененных пыльцевых зерен значительно увеличивается вблизи и на территории крупных промышленных центров, путей сообщения [5].

В свою очередь, у растений одной из самых чувствительных систем органов к действию токсических веществ является генеративная. В этой связи органы генерации довольно часто используются в эколого-токсикологических исследованиях в качестве тест-систем для выявления отрицательного влияния техногенной нагрузки [6, 16, 17].

Данные научной литературы свидетельствуют, что под влиянием неблагоприятных внешних условий нормальное развитие пыльцы нарушается, что в итоге отражается на её стерильности [14]. Наиболее уязвимыми стадиями развития растительного организма к различного рода воздействиям являются бутонизация и цветение [17]. Стерильность может приводить к межвидовой изоляции [15].

С другой стороны, – определение фертильности необходимо для оценки пыльцевой продуктивности. Фертильная пыльца содержит крахмал и способна окрашиваться в отличие от стерильной пыльцы [15].

Территория г. Донецка, который является промышленным городом, испытывает значительную техногенную и антропогенную нагрузки. При этом в неблагоприятных условиях произрастания (загрязнение атмосферы, почв, грунтовых вод) формируется большое количество стерильных, не способных к прорастанию, а также тератоморфных зерен. Факторы окружающей среды, такие как запыленность воздуха, температура и влажность, наличие ветра и облачности, также отражаются на качестве пыльцы [12, 13, 15].

С целью выбора более надежного вида для палиноиндикации летом 2017 г. в центральной части г. Донецка были отобраны образцы пыльцы амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) и полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.). Эти виды в регионе встречаются повсеместно, их биология хорошо изучена [10, 18].

Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – карантинный сорняк – расширяет ареал, занимая все большие площади. *A. artemisiifolia* массово внедрилась в естественные сообщества и приносит огромный вред. Она засоряет все полевые культуры, особенно пропашные и зерновые, а также сады, виноградники, луга, полесозащитные лесные полосы. Развивая мощную надземную массу и корневую систему, она сильно подавляет культурные растения [2, 3, 7, 9, 11].

Полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) – рудеральный сорняк. Пыльца этого растения очень мелкая и обладает хорошими летучими свойствами [3, 8].

Данные виды растений являются представителями синантропной флоры. Пыльца этих растений относится к сильнейшим аллергенам [3, 7, 8]. Методы контроля численности таких опасных для здоровья человека растений обычно включают карантинные, агротехнические, химические и биологические мероприятия [4].

Цель работы – дать количественную оценку состояния пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* и *Artemisia absinthium* в условиях селитебных и рекреационных зон г. Донецка.

Материал и методика исследования

Сбор материала производили произвольно с цветущих образцов *A. artemisiifolia* (в июле – сентябре) и *A. absinthium* (в июле – августе). Часть материала отбирали в бумажные пакеты, на которых отмечали дату и место сбора, часть – фиксировали в 70% спирте.

Фертильность пыльцы определяли ацетокарминовым методом [1]. Фиксировали пыльники со зрелой пылью в фиксаторе Карнуа (можно определить фертильность пыльцы ацетокарминовым методом и без фиксации, используя свежий материал). Продолжительность фиксации от 30 до 50 мин. Материал промывали в 80%-м спирте. Из спирта пыльники переносили на предметное стекло и раздавливали в капле ацетокармина. У фертильных пыльцевых зерен зернистая цитоплазма и спермии приобретают густой карминово-красный цвет. Стерильные пыльцевые зерна кармином не окрашиваются или окрашиваются неравномерно, содержимое их часто отходит от оболочки, спермиев в таких пыльцевых зернах нет. Т.е. фертильные зерна окрашиваются в яркий цвет, стерильные окрашиваются не полностью либо остаются прозрачными [1, 15].

Подсчитывали процент фертильных пыльцевых зерен от общего числа пыльцевых зерен, наблюдаемых в 3-5 полях зрения микроскопа. Производили подсчет для более 1000 пыльцевых зерен [1].

Для изучения морфологических признаков пыльцы образцы просматривали под микроскопом Primo Star (Carl Zeiss) с соблюдением правил микроскопирования (при увеличении 40x10 и 90x10).

Сбор материала производили на 5 пробных площадках г. Донецка: 1) центральный парк культуры и отдыха им. А. С. Щербакова; 2) ул. Щорса; 3) бульвар Пушкина (центральная часть); 4) ул. Артема (возле Донецкого металлургического завода (ДМЗ)); 5) пр-т Ильича.

Результаты и обсуждение

Пыльца у *A. artemisiifolia* появляется во время массового цветения в июле – сентябре. Показатели фертильности пыльцы *A. artemisiifolia* на 5 пробных площадках г. Донецка приведены в табл. 1. На площадке № 1 отмечен самый высокий уровень фертильности пыльцы – 73%, самый низкий – на площадке № 4 (47%). Следовательно, отмечается колебание стабильности мужского гаметофита в диапазоне 47-73%.

Таблица 1

Показатели стерильности и фертильности пыльцевых зерен *Ambrosia artemisiifolia* L. на пробных площадках г. Донецка (2017 г.)

Пробные площадки, №	Количество пыльцевых зерен				
	Всего, шт.	стерильных		фертильных	
		шт.	%	шт.	%
1	200	54	27	146	73
2	115	36	31	79	69
3	138	40	29	98	71
4	210	112	53	98	47
5	186	89	48	97	52
Среднее	170,0±18,4	76,2±14,2	38,0±5,3	93,6±11,2	62,0±5,3

Самый большой уровень стерильности пыльцы на площадке № 4, самый низкий – на площадке № 1 (рис. 1).

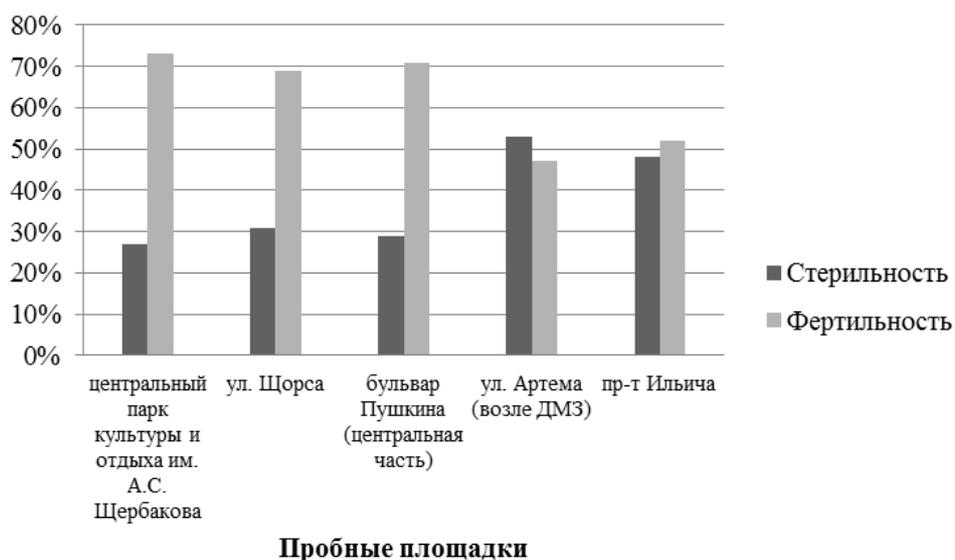


Рис. 1. Качественное состояние пыльцы *Ambrosia artemisiifolia* L. на пробных площадках г. Донецка (2017 г.)

Наибольшее угнетение качества формирования мужского гаметофита отмечено в образце, взятом по ул. Артема (возле ДМЗ). Это объясняется непосредственной близостью автодороги, используемой как легковым, так и грузовым транспортом, а также находящегося вблизи Донецкого металлургического завода. Два образца, отобранных в городе, на рекреационных и техногенно ненагруженных территориях имеют показатели 27 и 29%, соответственно. В образце с пр-та Ильича (№ 5) количество стерильных зерен близко к максимальному – 48%, что, вероятно, объясняется близким расположением автодороги. В образце, взятом по ул. Щорса, отмечено незначительное превышение стерильных пыльцевых зерен, их количество составляет 31%.

Пыльца у *A. absinthium* появляется во время массового цветения в июле – августе. Показатели фертильности пыльцы на 5 пробных площадках г. Донецка приведены в табл. 2. На площадке № 3 самый высокий уровень фертильности пыльцы – 83%, самый низкий – на площадке № 4 (52%). Следовательно, отмечается колебание стабильности мужского гаметофита в диапазоне 52-83%.

Таблица 2

Показатели стерильности и фертильности пыльцевых зерен *Artemisia absinthium* L. на пробных площадках г. Донецка (2017 г.)

Пробные площадки, №	Количество пыльцевых зерен				
	Всего, шт.	стерильных		фертильных	
		шт.	%	шт.	%
1	151	32	21	119	79
2	173	69	40	104	60
3	146	25	17	121	83
4	193	92	48	101	52
5	160	43	27	117	73
Среднее	165,0±8,4	52,2±12,4	30,6±5,8	112,4±4,1	69,4±5,8

Самый большой уровень стерильности пыльцы на площадке № 4, самый низкий – на площадке № 3 (рис. 2).

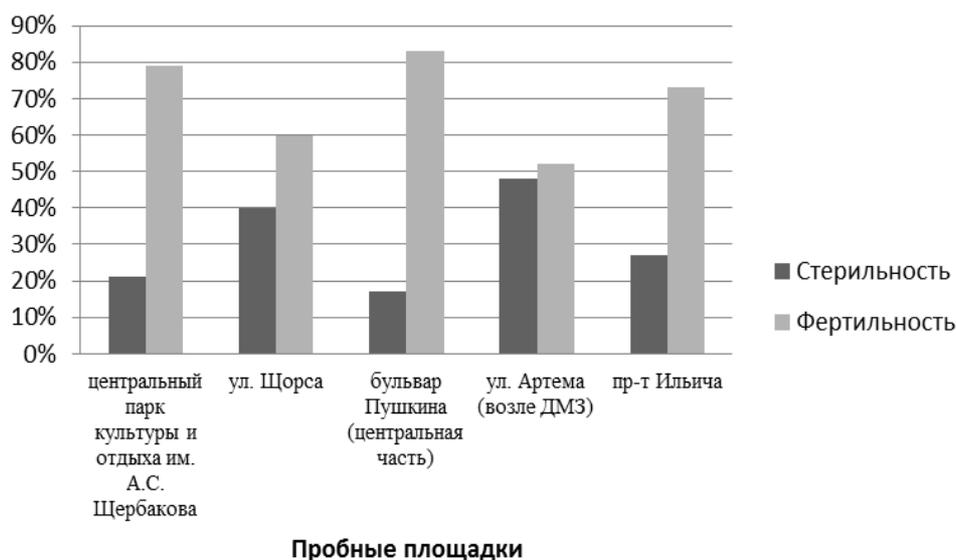


Рис. 2. Качественное состояние пыльцы *Artemisia absinthium* L. на пробных площадках г. Донецка (2017 г.)

Наибольшее воздействие прослеживается в образце взятого по ул. Артема (возле ДМЗ), также как и в случае с *A. artemisiifolia*. Два образца, отобранных в городе, на рекреационных и техногенно ненагруженных территориях имеют показатели 17 и 21%, соответственно. В образце с пр-та Ильича (№ 5) количество стерильных зерен – 27%, что объясняется близким расположением автодороги. В образце, взятом по ул. Щорса, отмечено превышение стерильных пыльцевых зерен, близкое к максимальному, их количество составляет 40%.

Выводы

В результате проведенных исследований пыльцы *Ambrosia artemisiifolia* и *Artemisia absinthium* на пробных площадках г. Донецка определен показатель стерильности пыльцы – 38,0 и 30,6%, фертильность пыльцы составила 62,0 и 69,4%, соответственно.

Полученные данные подтверждают высокий уровень и непосредственное влияние техногенной и антропогенной нагрузки в г. Донецке. Однако наблюдения и обработка результатов на протяжении одного сезона не дают полной информации, так как важно посмотреть динамику процессов загрязнения окружающей среды. Для более достоверного получения результатов требуются многолетние наблюдения. Продуцирование растением большого количества патологически развитой пыльцы указывает на неблагоприятную экологическую обстановку, что важно для проведения фитоиндикационного эксперимента и экологического мониторинга в регионе. Причиной формирования стерильной пыльцы *A. artemisiifolia* и *A. absinthium* также может быть особенности цветения, когда в течение суток наблюдаются значительные перепады температур воздуха. Данные результаты по стерильности и фертильности пыльцы видов амброзии и полыни носят предварительный характер и нуждаются в дополнительных исследованиях.

Список литературы

1. Барыкина Р. П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р. П. Барыкина. – М. : Изд-во МГУ, 2004. – 312 с.
2. Глубушева Т. Н. Аллелопатия амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) / Т. Н. Глубушева, Е. Н. Карпушина // Научные ведомости. – 2009. – № 11 (66). – С. 5-9.
3. Захаренкова Н. С. Анализ пыльцевых зерен сорно-рудеральных видов в воздушной среде г. Донецка / Н. С. Захаренкова // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. XI Междунар. науч. конф. аспирантов и студентов (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). – Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального ун-та, 2017. – С. 312-314.

4. Круглова Н. Н. Анализ развития пыльников и пыльцевых зерен амброзии трехраздельной и циклахены дурнишниковидной: возможные критические стадии / Н. Н. Круглова, А. А. Катасонова, А. Г. Есина, С.В. Нурмиева // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 176-178.

5. Крутских Н. В. Изучение качества пыльцы *Alnus incana* как палиноиндикатора состояния компонентов природной среды / Н. В. Крутских, О. В. Лазарева // Геология и полезные ископаемые Карелии. – 2014. – Вып. 17. – С. 118-121.

6. Лях В. А. Степень прорастания *in vitro* пыльцы древесных растений как показатель их устойчивости к загрязнению фторидами / В. А. Лях, Е. Н. Войтович, Е. В. Дубовая, Т. Н. Пересыпкина // Уч. зап. Крымского инж.-пед. ун-та. Биол. науки. – 2008. – Вып. 15. – С. 77-80.

7. Марьюшкина В. Я. Амброзия полыннолистная и основы биологической борьбы с ней / В. Я. Марьюшкина. – К. : Наук. думка, 1986. – 117 с.

8. Мир растений : краткий справочник-определитель / Авт.-сост. Д. Я. Зацепина, В. М. Остапко. – Донецк : Изд-во «Сталкер», 2002. – 304 с.

9. Мирненко Н. С. Тератоморфы пыльцевых зёрен *Ambrosia artemisiifolia* L. селитебных территорий г. Донецка / Н. С. Мирненко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 26-31.

10. Сафонов А. И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23-29.

11. Сафонов А. И. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 66-72.

12. Сафонов А. И. Эколого-палинологический анализ некоторых аллергенов городской среды / А. И. Сафонов, П. С. Беломеря // Проблемы экологии. – Донецк : ДонНТУ, 2007. – № 1–2. – С. 79-85.

13. Сафонов А. И. Спорово-пыльцевой метод в Донбассе на основе научных рекомендаций ученых России / А. И. Сафонов, Н. С. Мирненко // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). – Т. 2 : Хим.-биол. науки / под общ. ред. С. В. Беспаловой. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 97-99.

14. Цаценко Л. В. Фитотестирование загрязнения агроладшафта / Л. В. Цаценко, О. Д. Филиппчук // Вест. акад. с.-х. наук. – 1997. – № 3. – С. 39-41.

15. Шакула О. А. Жизнеспособность пыльцы и семенная продуктивность тысячелистника голого (*Achillea glaberrima* Кюков) в заповеднике «Каменные могилы» / О. А. Шакула // Промышленная ботаника. – 2011. – Вып. 11. – С. 147-151.

16. Эмирова Д. Э. Палинотоксичное действие различных концентраций БИ-58 на генеративные органы *Allium* L. / Д. Э. Эмирова, Э. Э. Ибрагимова // Уч. зап. Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2010. – Т. 23 (62), № 2. – С. 186-192.

17. Эмирова Д. Э. Показатель стерильности мужского гаметофита *Zea mays* как критерий палинотоксичного влияния ксенобиотиков / Д. Э. Эмирова, Д. В. Баличиева, Э. Э. Ибрагимова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2. – С. 200-205.

18. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // A science. Thought : Scientific journal. – 2016. – N 4. – P. 58-70.

Mirnenko N. S. The condition of the pollen grains *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Artemisia absinthium* L. in Donetsk. – Data on the study of the qualitative state of the pollen grains of invasive species *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Artemisia absinthium* L. in the anthropogenically transformed ecotopes of the city of Donetsk are presented.

Key words: pollen grains, Donetsk, sterility, fertility, ecological monitoring, bioindication.

© Э. И. Мирненко

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПРУДОВ Г. ДОНЕЦКА

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: eduard_mirnenko@list.ru

Мирненко Э. И. Оценка загрязнения органическими соединениями прудов г. Донецка. – В работе представлена оценка степени загрязнения вод прудов по индикаторным организмам. Анализ включал составление списка альгофлоры с последующим выделением видов – индикаторов сапробности. На основании метода сапробности вод Р. Пантле и Г. Букка была установлена приуроченность прудов к бета-мезосапробной зоне.

Ключевые слова: сапробность, альгофлора, индикатор, экологические условия, пруды, г. Донецк.

Введение

Биологическое равновесие в водных экосистемах поддерживается многочисленными подвижными связями организмов между собой и с окружающей неживой материей. При антропогенном воздействии это равновесие нарушается, что отражается на видовом составе биоценозов [7]. Биологический контроль за качеством водоемов позволяет установить последствия разового или прерывистого загрязнения, которые при химическом или микробиологическом анализе могут быть не замечены, так как результаты данных анализов относят только к моменту взятия пробы. Биологический метод позволяет обнаруживать воздействия на водоем на протяжении времени его функционирования. Р. Кольвиктц и М. Марсон являются создателями системы, позволяющей на основе индикаторных организмов дать оценку загрязнения (сапробности вод), которая до сих пор служит основой для многих последующих систем биологического анализа состояния окружающей среды. Ученые установили, что загрязнение в водоеме имеет ступенчатый характер, при этом организмы могут существовать только в определенных ступенях загрязнения. Виды, существующие в этих зонах, являются индикаторами загрязнения сапробности.

Поскольку каждая зона сапробности имеет тесно связанное с ней множество видов гидробионтов, которые считаются её индикаторами, было доказано [4], что по соотношению количества и численности индикаторных организмов более быстро и точно можно определить загрязнение водного объекта, по сравнению с физико-химическими методами анализа [7]. Практически, наиболее часто, применяется такой подход: зоны сапробности оцениваются с использованием эмпирических данных полученных на специализированных приборах, а найденные виды индикаторы иллюстративно подтверждают сделанный вывод. В современных условиях антропогенная нагрузка приводит к смешанному загрязнению и применяя методы систем индикаторов сапробности чрезвычайно трудно установить индикаторную значимость отдельных видов в присутствии токсических и разного рода загрязняющих веществ.

Микроскопические водоросли относятся к числу наиболее существенных компонентов водных экосистем и играют важную роль в санитарной оценке открытых и закрытых бассейнов, природных и искусственных водоемов. Антропогенное влияние, а именно обогащение воды соединениями азота, фосфора и углерода приводит к стимулированию роста некоторых видов микроводорослей и изменению структуры альгоценозов, что в свою очередь приводит к изменению всех организмов, живущих в водоёме [2].

Цель работы – провести оценку загрязнения органическими соединениями в прудах г. Донецка.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, которые были отобраны в 2015-2017 гг. в Первом и Втором городских прудах, Ветковских прудах № 1 и 2, в прудах Донецкого ботанического сада № 3-6. Первый городской пруд выполняет функцию обслуживания нужд Донецкого металлургического завода. Ёмкость Первого городского пруда при создании составляла 1 млн. м³. Площадь водного зеркала в настоящее время составляет 32 га. Воду из пруда помимо завода используют в городских нуждах (пожарные, чистка улиц). Второй городской пруд создали одновременно с первым для поддержания запасов воды. Для питья вода из городских прудов никогда не использовалась [10]. Пруды Донецкого ботанического сада не находятся в эксплуатации промышленных предприятий и не принимают стоков предприятий (кроме пруда № 6). Пруд № 6 принимает стоки шахтных вод шахты им. Калинина. Пруды имеют приблизительно одинаковые размеры. Вблизи прудов, а также на берегу расположены зеленые насаждения, преимущественно древесные. В летнее время пруды имеют рекреационное значение, а также используются для ловли рыбы местным населением [10].

Сбор фитопланктона осуществляли общепринятыми методами [5, 7, 11]. При достаточном развитии фитопланктона из исследуемого водоема (толщи воды) отбирали по 2-10 дм³ воды с последующим концентрированием. Сгущение проб фитопланктона осуществляли фильтрованием и центрифугированием. Изучение качественного состава фитопланктона проводили в препаратах методом раздавленной капли, с помощью светового микроскопа Primo Star (Carl Zeiss) с соблюдением правил микроскопирования [3, 12]. При изучении видового состава водорослей также измеряли их размер, являющийся важным морфологическим признаком. Для измерения микроскопических объектов (практически все виды водорослей фитопланктона) применяли окуляр-микрометр с измерительной линейкой [12]. Систематическое положение водорослей приведено в соответствии с номенклатурой, принятой в *Algae of Ukraine* [15].

Для количественной оценки сапробности гидробионтов был выбран метод классической сапробности, предложенный Р. Пантле и Г. Букком [16]. Относительное количество видов микроводорослей (встречаемость видов h) оценивали следующим образом: 1 – случайные находки, 2 – редкие, 3 – частая встречаемость, 4 – массовое развитие.

Индекс сапробности вычисляли как соотношение: $\sum Sh$ к $\sum h$, где S – индикаторная значимость вида, h – относительное количество особей вида.

Сапробность устанавливали в соответствии с зонами самоочищения в модификации Сладечека (S) с индивидуальными индексами каждой из групп сапробионтов:

- х – 0,0 – ксеносапробионт;
- х-о – 0,4 – ксено-олигосапробионт;
- о-х – 0,6 – олиго-ксеносапробионт;
- х-б – 0,8 – ксено-бетамезосапробионт;
- о – 1,0 – олигосапробионт;
- о-б – 1,4 – олиго-бетамезосапробионт;
- х-а – 1,55 – ксено-альфамезосапробионт;
- б-о – 1,6 – бета-олигосапробионт;
- о-а – 1,8 – олиго-альфамезосапробионт;
- б – 2,0 – бетамезосапробионт;
- б-а – 2,4 – бета-альфамезосапробионт;
- а-о – 2,6 – альфа-олигосапробионт;
- а – 3,0 – альфамезосапробионт;
- а-б – 3,6 – альфабетамезосапробионт;
- р – 4,0 – полисапробионт;
- р-а – поли-альфасапробионт;
- а-р – альфа-полисапробионт;
- б-р – бета-полисапробионт.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований в прудах выявлено 155 видов и внутривидовых таксонов водорослей, которые относятся к 7 отделам, 12 классам, 24 порядкам, 44 семействам, 61 роду. Наибольшим видовым богатством характеризовался отдел Chlorophyta (60 видов), на втором месте по количеству видов Bacillariophyta (39 видов), меньшее количество видов было отмечено для Cyanoprocarota (37 вида). Систематическая структура водорослей фитопланктона приведена в табл. 1.

Наибольшим количеством классов характеризовались отделы Chlorophyta (4 класса). На втором месте Bacillariophyta и Cyanoprocarota – по два класса, для остальных отделов отмечено по одному классу. По количеству порядков лидирующую позицию занимал отдел Bacillariophyta (9 порядков), второе место у Chlorophyta (5 порядков) и Cyanoprocarota (4 порядка). На третьем месте были отделы Euglenophyta и Xantophyta, представленные 2 порядками каждый. Для всех остальных отделов было отмечено по одному порядку.

Таблица 1

Систематическая структура водорослей фитопланктона

Отделы	Количество				
	классов	порядков	семейств	родов	видов
Cyanoprocarota	2	4	11	15	37
Euglenophyta	1	2	2	4	13
Dinophyta	1	1	1	1	2
Pyrophyta	1	1	1	1	1
Xantophyta	1	2	3	5	5
Bacillariophyta	2	9	12	16	39
Chlorophyta	4	5	14	29	60
Всего	12	24	44	61	155

Наибольшее количество семейств имеет отдел Chlorophyta (14 семейств). Меньшим количеством семейств характеризуется отдел Bacillariophyta (12 семейств), отдел Cyanoprocarota имеет 11 семейств. Отдел Xantophyta представлен 3 семействами, у отдела Euglenophyta – 2 семейства, по одному семейству – в отделах Dinophyta и Pyrophyta.

По количеству родов первое место также занимает отдел Chlorophyta (29 родов). Для отдела Bacillariophyta было идентифицировано 16 родов. Меньшим количеством родов характеризуются отделы Cyanoprocarota (15 родов), Xantophyta (5 родов), Euglenophyta (4 рода) и по одному роду отмечено в отделах Dinophyta и Pyrophyta.

Наибольшим видовым богатством характеризуется отдел Chlorophyta (60 видов), здесь наиболее часто встречаются следующие виды: *Chlorella vulgaris* Beij., *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn., *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. На втором месте по количеству видов – отдел Bacillariophyta (39 видов), здесь наиболее часто встречаются виды *Diatoma vulgare* Woy и *Navicula pupula* Kütz.

Меньшее количество видов идентифицировано для отдела Cyanoprocarota (37 видов). Наиболее часто встречающиеся виды в отделе Cyanoprocarota: *Merismopedia punctata* Meyen., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Oscillatoria raphidioides* Morr.

Из представителей отдела Euglenophyta определено 13 видов, из них наиболее часто встречаются *Euglena viridis* Ehr., *E. proxima* Dang.

Для отдела Xantophyta идентифицировано 5 видов, наиболее часто встречаются *Tetraplectron tribulus* (Pasch.) Fott., *Gloeobotrys chlorines* Pasch.

Наименьшим видовым богатством характеризуются отделы Dinophyta и Pyrophyta – 2 и 1 вид, соответственно.

При изучении альгофлоры прудов г. Донецка наиболее часто встречаются следующие виды: *Synechocystis aquatilis* Sauv., *Merismopedia punctata*, *Microcystis aeruginosa*, *M. pulvereae*, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Oscillatoria raphidioides*, *O. tenuis* Ag., *E. viridis*, *Melosira*

varians Ag., *Diatoma vulgare*, *N. cryptocephala lacustris*, *Chlorella vulgaris*, *Oocystis lacustris* Chod., *M. contortum*, *S. obliquus*, *S. quadricauda*.

На основании проведенного альгологического анализа выделены сапробные виды и установлена средняя сапробность методом Пантле-Букка для прудов г. Донецка. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сапробные виды водорослей прудов г. Донецка

Сапробные виды водорослей	S	Индекс сапробности	Sh	h
Cyanoprocarvota				
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.	o	1,2	2,4	2
<i>Synechococcus elongatus</i> (Näg.) Næg.	x	0,1	0,1	1
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrb.) Kütz. f. <i>glauca</i>	o-a	1,8	5,4	3
<i>M. punctata</i> Meyen	o-a	1,9	3,8	2
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	b-a	2,4	9,6	4
<i>Palmodictyon viride</i> Kütz.	o	1,1	1,1	1
<i>Gloeocapsa turgida</i> (Kütz.) Hollenb. f. <i>turgida</i>	o	1	4	4
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz. f. <i>aeruginosa</i>	o-a	1,8	3,6	2
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i> (Wittr.) Elenk.	o-a	1,8	3,6	2
<i>M. pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (Lemm.) Elenk.	o-a	1,3	2,6	2
<i>M. viridis</i> (A. Br.) Lemm.	o-a	1,8	3,6	2
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.	o	1,2	1,2	1
<i>Anabaena aequalis</i> Borg.	o-b	1,5	4,5	3
<i>A. planctonica</i> Brunth.	b-o	1,6	4,8	3
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs f. <i>flos-aquae</i>	b	2,2	8,8	4
<i>Oscillatoria rubescens</i> Decand. ex Gom.	o-a	1,8	3,6	2
<i>O. sancta</i> Kütz. ex Gom. f. <i>sancta</i>	b-a	2,4	9,6	4
<i>O. formosa</i> Gom.	b-p	2,8	11,2	4
<i>O. limosa</i> Ag. ex Gom.	b	2,3	9,2	4
<i>O. limosa</i> Ag. ex Gom. var. <i>limosa</i>	b	2,3	9,2	4
<i>O. planctonica</i> Wolosz.	o-b	1,5	3	2
<i>O. tenuis</i> Ag. ex Gom. var. <i>tenuis</i>	b-a	2,4	9,6	4
Euglenophyta				
<i>Euglena acus</i> Arnoldi f. <i>curvata</i>	b	2,0	2	1
<i>E. oblonga</i> Schmitz	b	2,0	8	4
<i>E. viridis</i> Ehrb. f. <i>viridis</i>	i	4,1	16,4	4
<i>E. oxyuris</i> Schmarida var. <i>oxyuris</i>	b-a	2,5	10	4
<i>E. hemichromata</i> Skuja	b	2,0	6	3
<i>E. proxima</i> Dang.	p	3,9	11,7	3
<i>E. clara</i> Skuja	o	1,3	3,9	3
<i>Petalomonas praegnans</i> Skuja	o-b	1,4	5,6	4
Dinophyta				
<i>Peridinium bipes</i> Stein f. <i>bipes</i>	o	1,3	1,3	1
Xantophyta				
<i>Botrydiopsis arhiza</i> Borzi	o	1,1	1,1	1
Bacillariophyta				
<i>Melosira varians</i> Ag.	a-b	2,7	10,8	4
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun. in Cl. et Grun. var. <i>hantzschii</i>	a-b	2,7	5,4	2
<i>Diatoma vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	b-a	2,4	4,8	2

Сапробные виды водорослей	S	Индекс сапробности	Sh	h
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Will. et Round	o	1,3	1,3	1
<i>Synedra acus</i> Kütz. var. <i>acus</i>	b	2,2	8,8	4
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag. var. <i>circulare</i>	o-b	1,5	3	2
<i>Navicula cuspidata</i> (Kütz.) Kutz. var. <i>cuspidata</i>	o	1,2	1,2	1
<i>N. radiosa</i> var. <i>tenella</i> (Kütz.) van Heurck	o-b	1,4	2,8	2
<i>N. atomus</i> (Näg.) Grun. sensu Hust. var. <i>atomus</i>	o	1,3	1,3	1
<i>N. capitatoradiata</i> Germ. ex Gasse	b	2,2	4,4	2
<i>N. capitata</i> Ehrb. var. <i>capitata</i>	o-b	1,4	2,8	2
<i>N. salinarum</i> (Grun.) Cl. var. <i>intermedia</i>	b-o	1,7	3,4	2
<i>Nitzschia holsatica</i> Hust.	x	0,2	0,2	1
<i>N. acicularis</i> (Kütz.) W. Sm.	o-b	1,5	3	2
<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun. var. <i>dissipata</i>	x	0,2	0,2	1
Chlorophyta				
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.	b-o	1,7	3,4	2
<i>Closteriopsis longissima</i> (Lemm.) Lemm.	o-b	1,5	3	2
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Menegh.	b	2,3	4,6	2
<i>Siderocelis kolkwitzii</i> (Naum.) Fott	b	2,2	8,8	4
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	a	3,1	12,4	4
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohl.	o-a	1,8	3,6	2
<i>Golenkinia radiata</i> Chod. var. <i>radiata</i>	o-a	1,9	3,8	2
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	b-o	1,6	6,4	4
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chod.	b	2	6	3
<i>Closteriopsis acicularis</i> G. M. Smith	o-a	1,9	3,8	2
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	b	2,1	8,4	4
<i>M. contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	b	2,2	4,4	2
<i>M. minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.	b-a	2,5	5	2
<i>Ankistrodesmus acicularis</i> (A. Br.) Korsch.	b	2,2	4,4	2
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G. S. West	o-a	1,9	7,6	4
<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chod.) Kom.	b	2,1	4,2	2
<i>Scenedesmus aculeolatus</i> Reinsch	o-b	1,4	5,6	4
<i>S. arcuatus</i> Lemm.	o-a	1,8	1,8	1
<i>S. opoliensis</i> P. Richt. var. <i>opoliensis</i>	b	2	8	4
<i>S. armatus</i> (Chod.) var. <i>armatus</i>	o-a	1,9	1,9	1
<i>S. nanus</i> (Kirchn.) Hegew.	o-b	1,8	3,6	2
<i>S. sempervirens</i> (Kirchn.) Hegew.	o-a	1,9	1,9	1
<i>Pseudotetrastrum punctatum</i> (Schmidle) Hindak	b	2,2	6,6	3
<i>Koliella longiseta</i> (Wisl.) Hind.	b	2,1	2,1	1
Средняя сапробность			2,01	

Средняя степень сапробности прудов г. Донецка равна 2,01, что относит их в β -мезосапробную зону, которая характеризуется процессами самоочищения приближенным к природным. Определенные нами сообщества водорослей могут как понижать, так и увеличивать сапробное число. Водоёмы характеризуются наличием соединений азота в минерализованной форме солей аммония, а также нитритов и нитратов.

Содержание растворенных газов в воде приближено к природным. Кислорода в воде достаточно много, насыщение происходит за счет его инвазии из атмосферы и развитию фотосинтезирующих организмов. Однако в летний период, когда происходит увеличение температуры воды и уменьшение внутриводоёмных течений, наблюдается «застой водоёма». Активно вегетируя водоросли фитопланктона вызывают «цветение», при этом 90%

водорослей фотосинтезируют на поверхности воды, а за счет отсутствия перемешивания вод кислород не опускается ко дну, вызывая кислородную дихотомию, что приводит к гибели стеноксидных форм и замору гидробионтов. Особенно активно себя проявляют сине-зелёные водоросли таких родов как *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*. При резком увеличении биомассы сине-зелёных водорослей, как следствие, происходит резкое угнетение фиторазнообразия водорослей.

Во время стагнации воды в водоёме из-за снижения концентрации кислорода, идущего на окисление с S^{2-} до S в воде, в анаэробных условиях начинают развиваться гнилостные бактерии, приводящие к появлению сероводорода. Даже в самых малых концентрациях сероводород смертелен для гидробионтов.

Концентрация CO_2 в воде в пределах нормы. Поступление углекислого газа в воду происходит за счет дыхания гидробионтов, инвазии из атмосферы и выделения из солей угольной кислоты. Окислительный характер биохимических процессов позволяет судить о том, что летом концентрация водородных ионов довольно устойчива, при большом количестве CO_2 рН воды снижается до 5, а во время интенсивного фотосинтеза повышается до 10. Соотношение кислорода и углекислоты изменяется в зависимости от температуры воды, минерализации, активности фотосинтеза и дыхания. Изменение времени суток также влечет за собой изменение гидробиологических условий: днем избыток кислорода и дефицит углекислоты, ночью – наоборот.

Нестойкие органические соединения отсутствуют, происходит полная минерализация. Ил в прудах темный, практически черный, поскольку идут окислительные процессы, на дне присутствует много детрита, что соответствует данным в других публикациях [12, 13].

Для β -мезосапробной зоны характерно большое количество организмов с автотрофным питанием и высокое биоразнообразие, однако их численность и биомасса невелики. Так как сильно развит фитопланктон часто наблюдается «цветение воды». Резко увеличивается количество сапрофитов (тысячи клеток в 1 мл) в период отмирания растений. Встречаются сине-зелёные водоросли родов *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, диатомовые водоросли *Diatoma*, *Navicula*, протококковые водоросли *Scenedesmus*, *Monoraphidium*. Не редкими стали «цветения» зигнемовых водорослей рода *Spirogyra*, однако доминируют сине-зелёные и протококковые водоросли. Для этой ступени сапробности характерны многочисленные корненожки, солнечники, черви, личинок хирономид, а также ракообразные и разнообразная ихтиофауна, как отмечено в публикациях [12, 13].

Выводы

В прудах г. Донецка выявлено наличие 155 видов и внутривидовых таксонов водорослей. Анализ альгофлоры показал, что наибольшим видовым богатством (т.е. доминирующим отделом) характеризуется отдел Chlorophyta (60 видов или 40% от общего состава альгофлоры), субдоминантом является отдел Bacillariophyta (39 видов) и меньшее количество видов было отмечено для Cyanoprocarota (37 видов).

Установлена средняя степень сапробности прудов г. Донецка, которая равна 2,01, что относит их в β -мезосапробную зону, характеризующуюся нормальным содержанием растворенных газов в воде, приближенное к природным. Кислорода в воде достаточно много, его концентрация может снижаться по ряду факторов, сероводорода практически нет, концентрация углекислоты в пределах нормы. Биохимические процессы имеют окислительный характер. Соотношение кислорода и углекислоты изменяется в зависимости от температуры воды, минерализации, активности фотосинтеза и дыхания.

Для β -мезосапробной зоны характерно большое количество организмов с автотрофным типом питания. В водоемах четко сформирован диатомово-протококковый комплекс из родов *Diatoma*, *Navicula*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, не редкими являются представители сине-зелёных водорослей *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*. Все вышеперечисленные характеристики позволяют судить о том, что исследуемые водоемы достаточно устойчивы к оказываемой на них антропогенной нагрузке.

Список литературы

1. *Баринова С. С.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды // С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив : Pilies Studio, 2006. – 498 с.
2. *Вайнерт Э.* Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / Э. Вайнерт. – М. : Мир, 1988. – 350 с.
3. *Дьяков Ю. Т.* Ботаника : курс альгологии и микологии / Ю. Т. Дьяков. – М. : Изд-во МГУ, 2007. – 559 с.
4. *Гольдин Е. Б.* Микроскопические водоросли как биоиндикаторы состояния окружающей среды в местах содержания морских млекопитающих / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 105-113.
5. *Захаренкова Н. С.* Биоиндикационные особенности водорослей литорали Азовского моря / Н. С. Захаренкова. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 127 с.
6. *Климюк В. Н.* Температурная приуроченность водорослей планктона озер РЛП «Славянский курорт» / В. Н. Климюк, Н. М. Лялюк // Изв. Самарского науч. центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 214-217.
7. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод / А. В. Маркушин. – Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1974. – 60 с.
8. *Мирненко Э. И.* Особенности «цветения» водоемов в городе Донецке / Э. И. Мирненко. – Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 93 с.
9. Разнообразие водорослей Украины / [Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко] // Альгология. – 2000. – № 4. – 309 с.
10. *Стёпкин В. П.* Решение водного вопроса / В. П. Стёпкин // Иллюстрированная история Юзовки – Сталино – Донецка. – Донецк : Апекс, 2007. – С. 60.
11. *Садчиков А. П.* Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. – М. : Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
12. *Топачевский А. В.* Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – К. : Вища шк., 1984. – С. 61-64.
13. *Чеснокова С. М.* Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : учеб. пособие. Ч. 2. Методы биотестирования / С. М. Чеснокова, Н. В. Чугай // Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 92 с.
14. *Algae of Ukraine : diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1.* Cyanoprocyota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds. : P. M. Tsarenko, S. P. Vasser, Eviatar Nevo. – Ruggell : A. R. G. Gantner Verlag, 2006. – 713 p.
15. *Algae of Ukraine : diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2.* Bacillariophyta / Eds. : P. M. Tsarenko, S. P. Vasser, Eviatar Nevo. – Ruggell : A. R. G. Gantner Verlag, 2009. – 413 p.
16. *Pantle R.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // Gasund Wasserbach. – 1955. – Vol. 96 (18). – 604 s.

Mirnenko E. I. Assessment of pollution with organic compounds of ponds in Donetsk. – The paper presents an assessment of the degree of water pollution by indicator organisms. The analysis included the compilation of a list of algaeflora with subsequent identification of types of saprobity indicators. On the basis of the water saprobity method of R. Pantle and H. Buck, the ponds were confined to the beta mesosaprobic zone.

Key words: saprobity, algaeflora, indicator, ecological conditions, ponds, Donetsk.

УДК 582.296.32 : 632.15 (477)

© А. И. Сафонов, Е. И. Морозова

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОХООБРАЗНЫХ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: andrey_safonov@mail.ru

Сафонов А. И., Морозова Е. И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации. – Представлены результаты систематической инвентаризации мохообразных в биотопах городов Донецк и Макеевка. Выделены специфические требования и определены возможности реализации экологического мониторинга в Донецком экономическом районе с помощью представителей Bryobionta.

Ключевые слова: Bryobionta, экологический мониторинг, биоиндикация, Донбасс, Донецк.

Введение

Многостороннее изучение Bryobionta представляет интерес для фундаментальной науки и реализации прикладных программ самого разнообразного целевого содержания. Для биотопов Северного Приазовья видовое богатство мохообразных сравнительно невелико [3-6]. Однако уникальность этих организмов является причиной детального их изучения не только в таксономическом ракурсе [2, 19], но и для использования в био- и экомониторинговых системах [1, 20], для чего важна изобретательская работа ученых [7-11], а также высокие технологии аналитических способов оценки природных сред [18], что актуально для уже существующих региональных разработок ботанико-экологической диагностики в Донбассе [12-17, 21-25].

Цель работы – представить актуальные результаты таксономической инвентаризации видов Bryobionta в территориально-агломерационной системе городов Донецка и Макеевки.

Такое целевое изыскание позволяет рассматривать нам принципиальную возможность для организации экологического мониторинга государственного и локально-инициативного уровней спецификации с помощью мохообразных в общем сочетании с цветковыми растениями-индикаторами в антропогенно напряженном регионе.

Материал и методы исследования

Рекогносцировочные и маршрутные сборы образцов проведены в 2015-2017 гг. во все сезоны. Экотопы Донецко-Макеевской агломерации были разделены нами на принципиально отличные группы функционального зонирования городской среды: 1) селитебные – непосредственно жилой застройки, 2) рекреационные – преимущественно парковые зоны, территории ландшафтно-декоративного назначения, 3) экотопы промышленных площадок – преимущественно предприятия металлургического и химического производства, 4) сорно-рудеральные экотопы – территории свалок, складирования бытовых отходов, временно накопительные контейнеры бытового мусора, 5) антропогенно трансформированные ландшафты – преимущественно отвалы угольных шахт, 6) экотопы транспортных коммуникаций – придорожные полосы и линии железнодорожных коммуникаций, 7) искусственно сформированные культурфитоценозы – точечные композиции цветочно-декоративного назначения с грунтовым комплексом, завезенным из других природно-климатических зон. Такой функциональный подход экотопической дифференциации важен для своевременного решения вопроса о возможности соответствия сборов для репрезентативной мониторинговой сетки в Донбассе и последующего включения в существующие европейские научные экологические программы [1, 18-20].

Таксономическая идентификация и микропрепарирование проведены в соответствии с рекомендациями базовых приоритетных определителей [2] и рассчитаны на дальнейшее аналитическое изучение в соответствии с методиками мониторинговых исследований [7-11].

Результаты и обсуждение

Список видов мохообразных биотопов территории Донецко-Макеевской промышленной агломерации:

Надотдел BRYOBIONTA

Отдел Marchantiophyta

Класс Marchantiopsida

Порядок Marchantiales Limpr.

Семейство Marchantiaceae Lindl.

Род *Marchantia* L.

Вид *Marchantia polymorpha* L. (ssp. *montivagans* Bischl. et Boisselier, ssp. *ruderalis* Bischl. et Boisselier) – маршанция многообразная (водная, полиморфная)

Отдел Bryophyta

Класс Bryopsida

Порядок Funariales Fleisch.

Семейство Funariaceae Schwaegr.

Род *Funaria* Hedw.

Вид *Funaria hygrometrica* Hedw. – фунария влагомерная

Порядок Dicranales Philib. ex. Fleisch.

Семейство Ditrichaceae Limpr., non. cons.

Род *Ceratodon* Brid.

Вид *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid – цератодон пурпурный

Род *Ditrichum* Bruch & Schimp., nom. cons.

Вид *Ditrichum pussillum* (Hedw.) Hampe (*D. tortile* (Schrad.) Brockm., *Didymodon pusillum* (Hedw.) – дитрихум маленький

Род *Pleuridium* Rabenh., nom. cons.

Вид *Pleuridium acuminatum* Lindb. – плевридиум заостренный

Семейство Dicranaceae Schimp.

Род *Dicranella* (H. Mull.) Schimp., nom. cons.

Вид *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp. – дикранелла зобатая

Род *Dicranum* Hedw.

Вид *Dicranum polysetum* Sw. – дикранум многоножковый

Вид *Dicranum scoparium* Hedw. – дикранум метловидный

Порядок Pottiales Fleisch.

Семейство Pottiaceae Schimp., nom. cons.

Род *Weissia* Hedw. (*Astomum* Hampe)

Вид *Weissia brachycarpa* (Nees & Hornsch.) Jur (*W. microstoma* (Hedw.) C. Mull.,

Hymenostomum microstomum (Hedw.) R. Br. ex Nees & Hornsch.) – вейсия короткоплодная

Вид *Weissia controversa* Hedw. – вейсия спорная

Род *Barbula* Hedw., nom. cons.

Вид *Barbula unguiculata* Hedw. – барбула ногтевидная, полудюймовая

Род *Didymodon* Hedw.

Вид *Didymodon rigidulus* Hedw. (*Barbula rigidula* (Hedw.) Milde, *D. mamillosus* (Crundw.) M.O. Hill) – дидимодон жестковатый

Род *Phascum* Hedw.

Вид *Phascum cuspidatum* Hedw. (*Phascum acaulon* Lindb., *P. cuspidatum* var.

curvisetum (Dicks.) Nees & Hornsch., *P. cuspidatum* var. *mitraeforme* Limpr.,

Tortula acaulon (With.) R. H. Zander, *T. atherodes* var. *cueviseta* (Dicks.)

R. H. Zander) – фаскум заостренный

Род *Tortula* Hedw., nom. cons. (*Desmatodon* Brid., *Pottia* Ehrh. ex Furnr.)

Вид *Tortula mucronifolia* Schwaegr. (*Syntrichia mucronifolia* (Schwägr.) Brid.) –

тортула остроконечнолистная

Вид *Tortula muralis* Hedw. – тортула стенная

Род *Syntrichia* Brid.

Вид *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & Mohr (*Tortula ruralis* (Hedw.) P. Gaerth.,

V. Mey. & Schreb) – синтрихия сельская

Порядок Orthotrichales Dix.

Семейство Orthotrichaceae Arn.

Род *Orthotrichum* Hedw.

Вид *Orthotrichum obtusifolium* Brid. (*Stroemia obtusifolia* (Brid.) J. Hag., *Nyholmiella obtusifolia* (Brid.) Holmen & Warncke) – ортотрихум туполистный

Вид *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid. (*O. paradoxum* Gronvall) – ортотрихум бледный

Вид *Orthotrichum pumilum* Sw. (*Orthotrichum fallax* Bruch.) – ортотрихум карликовый

Вид *Orthotrichum speciosum* Nees (*Orthotrichum elegans* Schwägr. ex Hook. & Grev., *Orthotrichum killiasii* Müll. Hal.) – ортотрихум красивый (прекрасный)

Порядок Bryales Limpin

Семейство Aulacomniaceae Schimp.

Род *Aulacomnium* Schwägr.

Вид *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. (var. *imbricatum* Bruch et al.) – аулакомниум (аулакомний) болотный

Семейство Bryaceae Schwaegr.

Род *Bryum* Hedw. (*Imbribryum* N. Pedersen)

Вид *Bryum argenteum* Hedw. (*B. argenteum* var. *lanatum* (P. Beauv.) Hampe, *B. lanatum* (P. Beauv.) Brid., *Anomobryum lanatum* (P. Beauv.) J. R. Spence & H. P. Ramsay) – бриум серебристый

Вид *Bryum caespiticium* Hedw. (*B. badium* (Brid.) Schimp., *B. comense* Schimp.) – бриум дернистый

Вид *Bryum capillare* Hedw. (*Bryum kaernbachii* Müll. Hal., *Plagiobryum capillare* (Hedw.) N. Pedersen) – бриум волосовидный

Вид *Bryum funkii* Schwaegr. (*B. funkii* auct. non Schwagr.) – бриум Функа

Вид *Bryum torquescens* Bruch & Schimp. (*B. capillare* subsp. *icodense* (H. Winter) Podp., *B. capillare* subsp. *torquescens* (Bruch & Schimp.) Kindb., *B. capillare* var. *torquescens* (Bruch & Schimp.) Husn., *B. icodense* H. Winter, *B. obconicum* auct. non Hornsch. ex Bruch & Schimp., *Rosulabryum torquescens* (Bruch & Schimp.) J. R. Spence) – бриум закрученный

Вид *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn. (*B. syriacum* Lorentz) – бриум кубарчатый

Семейство Plagiomniaceae T. Кор. (Mniaceae tribus Plagiomnieae T. Кор.)

Род *Plagiomnium* T. Кор.

Вид *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Кор. (*Mnium cuspidatum* (Hedw.) T. Кор.) – плагиомниум заостренный

Порядок Hymenales (Fleisch.) W. R. Buck & Vitt

Семейство Amblystegiaceae Kindb.

Род *Amblystegium* Schimp.

Вид *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. – амблистегиум ползучий

Вид *Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp. (*Platydictiasubtilis* (Hedw.) H. A. Crum, *Serpoleskeasubtilis* (Hedw.) Loeske, *Amblystegiella subtilis* (Hedw.) Loeske) – амблистегиум тонкий

Род *Anacamptodon* Brid.

Вид *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. – анакамптодон сплахновидный

Род *Campyliadelphus* (Kindb.) R. S. Chopra

Вид *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R. S. Chopra (*Campylium chrysophyllum* (Brid.) Lange) – кампилиадельфус золотистый

Род *Leptodictium* (Schimp.) Warnst.

Вид *Leptodictium riparium* (Hedw.) Warnst. (*Amblystegium riparium* (Hedw.) Schimp.) – лептодиктиум береговой

Семейство **Leskeaceae Schimp.**

Род *Leskea* Hedw.

Вид *Leskea polycarpa* Hedw. – лескея многоплодная

Семейство **Brachtheciaceae Schimp.**

Род *Brachythecium* Schimp.

Вид *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al. – брахитециум беловатый

Вид *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al. – брахитециум полевой

Вид *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. – брахитециум Мильде

Вид *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al. (var. *capillaceum* (F. Weber & D. Mohr) Lorentz; ssp. *rotaeanum* (De Not.) J. J. Amann) – брахитециум неровный (шероватый)

Род *Brachytheciastrum* Ignatov & Huttunen

Вид *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen – брахитециаструм бархатистый (*Brachythecium velutinum* (Hedw.) Schimp. – брахитециум бархатный)

Род *Homalothecium* Schimp.

Вид *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins. (*Camptothecium lutescens* (Hedw.) Schimp.) – гомалотециум желтеющий

Семейство **Hypnaceae Schimp.**

Род *Homomallium* (Schimp.) Loeske

Вид *Homomallium incurvatum* (Schrad. ex Brid) Loeske – гомомаллиум искривленный

Род *Hypnum* Hedw., nom. cons.

Вид *Hypnum cupressiforme* Hedw. – гипнум кипарисовидный

Род *Pylaisia* Schimp., nom. cons.

Вид *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp. (*Pylaisiella polyantha* (Hedw.) Grout) – пилезия мнооцветковая

Семейство **Hylocomiaceae (Broth.) Fleisch.**

Род *Pleurozium* Mitt., nom. cons

Вид *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt – плеурозиум Шребера

Род *Hylocomium* Bruch et al.

Вид *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. (*Hylocomium alaskanum* (Lesq. & James) Austin, *Hylocomium proliferum* (Brid.) Lindb., *Hypnum proliferum* Brid.) – гилокомиум (гилокомий) блестящий (израстающий)

Семейство **Entodontaceae Kindb., nom. cons**

Род *Platygyrium* Schimp., nom. cons

Вид *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. – платигириум ползучий

Семейство **Pylaisiaceae Schimp.**

Род *Calliergonella* Loeske

Вид *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske – каллиергонелла (каллиэргонелла) заостренная

Порядок **Grimmiales M. Fleisch.**

Семейство **Grimmiaceae Arn.**

Род *Niphotrichum* (Bednarek-Ochyra) Bednarek-Ochyra & Ochyra

Вид *Niphotrichum canescens* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra (*Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.) – нифотрихум (ракомитрий, ракомитриум) седоватый

Класс Polytrichopsida

Порядок **Polytrichales M. Fleisch.**

Семейство *Polytrichaceae* Schwaegr.

Род *Polytrichum* Hedw.

Вид *Polytrichum commune* Hedw. – политрихум обыкновенный, кукушкин лен обыкновенный, политрих обыкновенный

Вид *Polytrichum juniperinum* Hedw. – политрихум можжевельниковидный, кукушкин лен можжевельниковидный, политрих можжевельниковый

Систематический список представителей надотдела Bryobionta биотопов городов Донецка и Макеевки представлен двумя отделами (Marchantiophyta и Bryophyta), тремя классами, включающими 9 порядков, 18 семейств, 34 рода и 50 видов. Локалитеты каждого вида будут указаны в следующих публикациях и в запланированном образовательном атласе мохообразных Донецкой Народной Республики. Большинство видов имеют единичную частоту встречаемости, их редкость является основой для внесения в охраняемые кадастры на разных созологических уровнях. Механизм миграционных путей мохообразных в большей степени сопряжен с почвенно-грунтовыми перевозками при создании культурфитоценозов и локальной деятельности цветоводов-любителей. Предположительно, некоторые виды впервые зафиксированы в степной зоне Северного Приазовья в результате подготовительных процессов в г. Донецке к чемпионату Европы по футболу «Евро-2012» и при создании локальных цветочных и полномасштабных ландшафтно-декоративных экспозиций.

Из повсеместных видов, адекватных для проведения детальных мониторинговых исследований с плотной сеткой наблюдений в урбанизированной среде и на буферных территориях с использованием пассивного и активного мониторингологического подходов, отмечаем следующие: *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Bryum argenteum* Hedw., *Bryum caespiticium* Hedw., *Barbula unguiculata* Hedw., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al. и *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., что согласуется с предыдущими публикациями [3-6].

Несмотря на сложившиеся устойчивые многосторонние традиции в изучении мохообразных, актуальными для детального рассмотрения остаются взаимосвязанные гипотезы, фундаментальные вопросы и прикладные задачи следующего содержания:

- выделение реперных значений состояния экотопов по биоиндикаторам;
- организация маршрутно-экспедиционных программ получения биообразцов при непрерывном сборе диагностической информации в природных средах;
- дифференциация научных направлений биотестирования, биоиндикации и биомониторинга при планировании и внедрении инструментальных приемов диагностики;
- система адекватной гербаризации образцов модельных таксономических единиц;
- механизмы поглотительных и накопительных способностей гаметофитами веществ из списка приоритетного контроля в аналитических программах;
- проверка гаплоидной уязвимости при контакте поверхностных структур биоматериала с динамикой показателей в агрессивных средах;
- ценопопуляционные особенности мохообразных, проверка промышленной провинциальности и эндемичности микрогруппировок;
- гомологичность и аналогичность структурной организации мохообразных при сравнительной оценке с другими высшими споровыми и семенными растениями;
- структурно-функциональные особенности в сопряжении с информационными возможностями растительного организма – система биосенсоров;
- система внутренних транспортных коммуникаций веществ и соединений в биоиндикаторах (поступление, вертикальная и горизонтальная миграция, система полувывода и полного вывода веществ);
- эффективность процессов биофильтрации, самоочищения и восстановления баланса внешней среды в условиях поглощающей активности бриофитами вредных и нежелательных элементов;

- набор информативной биомассы, достаточной для проведения химико-аналитических экспериментов;
- способы реализации стратегий выживания видов в нестабильных и токсически напряженных условиях произрастания;
- проверка микроэволюционных преобразований в экотопической дифференциации – наличие межвидовых таксонов, гибридизации, тенденций к соматическим мутационным процессам;
- визуализация процесса структурной фитодеградаци в условиях специфического и неспецифического стресса;
- определение таксоноспецифичности составляющих надотдела Bryobionta при организации экологического мониторинга по накоплению;
- возможность ретроспективного анализа в системе загрязнений;
- функциональное зонирование городской среды, промышленных территорий и заповедных объектов по критерию биопригодности изучаемых экотопов;
- осуществление адекватного эксперимента по активному мониторингу в экотопах стратегического назначения;
- молекулярно-генетические исследования, разнообразные биотехнологические способы использования мохообразных в народном хозяйстве – строительные и продовольственные программы, ресурсные и фармацевтические технологии;
- морфогенетические преобразования как результат адаптационных эффектов;
- возможность построения прогностических моделей и картографической визуализации системы загрязнений, локализации видов и других информационных данных на плоскости;
- возможность автоматизации системы биомониторинга государственного уровня и стандартизации системы наблюдения за загрязнением в регионе;
- разработка способов охраны редких и исчезающих видов, уникальных экотопов, комплексное сохранение биоразнообразия;
- реализация эстетической функции мохообразных в системе внутреннего и внешнего озеленения и комплексной оптимизации промышленной среды;
- оценка трансграничных переносов вредных элементов на большие расстояния – программы глобального и фонового мониторингов;
- образовательные и воспитательные ценности в системе разработок экологических программ.

Выводы

1. Биоразнообразии промышленной агломерации городов Донецка и Макеевки имеет достаточный потенциал для дальнейших эколого-флористических исследований, выявления межвидовой дифференциации и подбора адекватных видов-индикаторов в мониторинговом эксперименте.

2. Спектр видов надотдела Bryobionta экотопически дифференцирован: виды с широкой экологической амплитудой важны для проведения инструментального факториального эколого-токсикологического эксперимента; редко встречающиеся – виды-ассектаторы востребованы в созологической деятельности и также являются индикаторами по накоплению веществ из списков аналитического контроля в промышленном регионе.

3. Результаты инвентаризационного исследования рассматриваем как базовые для организации научных программ в Донбассе с использованием мохообразных в биоиндикационном мониторинге.

Тема выполнена в рамках инициативной НИР ДонНУ – «Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн» (ГР № 0117D000192).

Благодарности

Выражаем благодарность основоположникам современных бриологических исследований в Донбассе: А. З. Глухову, Н. А. Хижняк, А. В. Машталер, Ю. В. Зинченко; ректору ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» С. В. Беспаловой, заведующей НИЧ ДонНУ В. А. Дубровиной и председателю Госкомэкополитики при Главе ДНР Р. В. Кишканю за идейную возможность, инициативу и проявленный научный интерес к фундаментальному и прикладному изучению уникальной группы растительных организмов – представителей надотдела Bryobionta в нашем регионе.

Список литературы

1. *Алексеенок Ю. В.* Метод мхов-биомониторов, НАА и ААС в исследовании воздушных загрязнений Беларуси / Ю. В. Алексеенок, М. В. Фронтасьева, Т. М. Островная, О. И. Окина // Проблемы региональной экологии. – 2015. – № 4. – С. 126-134.
2. *Игнатов М. С.* Флора мхов средней части европейской России / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2003. – Т. 1. – 608 с; М. : КМК, 2004. – Т. 2. – С. 608-994.
3. *Машталер А. В.* Мохообразные в условиях промышленного Донбасса / А. В. Машталер // Экология промышленного региона и экологическое образование : Матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Нижний Тагил, 30 ноября – 1 декабря 2004 г.). – Нижний Тагил : НТГСПА, 2004. – С. 73-74.
4. *Морозова Е. И.* Фиторазнообразие как информационный ресурс эффекта промышленного загрязнения / Е. И. Морозова, А. И. Сафонов // Комплексное использование природных ресурсов : матер. науч. конф. (Донецк, 10 декабря 2015 г.). – Донецк : Изд-во ДонНТУ, 2015. – С. 86-88.
5. *Морозова Е. И.* Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных / Е. И. Морозова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16-18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. – Донецк : Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 317-318.
6. *Морозова Е. И.* Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки / Е. И. Морозова, А. И. Сафонов // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17-20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. – С. 100-102.
7. Патент РФ № RU2006121859A, 27.03.2008. Красногорская Н. Н., Вдовина И. В., Баишева И. З., Минуллина Г. Р. Способ оценки содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе с помощью листостебельных мхов // Патент России № 2321030С1. 2008. Бюл. № 9.
8. Патент РФ № RU2011117784A, 10.10.2012. Рыжакова Н. К., Рогова Н. С., Борисенко А. Л., Меркулов В. Г. Способ оценки загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами и другими химическими элементами с помощью эпифитных мхов // Патент России № 2463584С1. 2012. Бюл. № 29.
9. Патент РФ № RU2013151335A, 27.11.2015. Рыжакова Н. К., Покровская Е. А. Способ определения скорости гравитационного оседания частиц летучей золы выбросов промышленных предприятий в приземном слое атмосферы // Патент России № 2569767С2. 2015. Бюл. № 34.
10. Патент РФ № RU2013151849A, 10.12.2015. Рыжакова Н. К., Покровская Е. А. Способ определения коэффициента вертикальной диффузии выбросов промышленных предприятий в приземном слое атмосферы // Патент России № 2570392С2. 2015. Бюл. № 35.
11. Патент РФ № RU2013118772A, 10.02.2015. Анищенко Л. Н., Поцелай Л. Г. Способ определения фитотоксичности почв с использованием биоиндикатора // Патент России № 2540580С2. 2015. Бюл. № 5.
12. *Сафонов А. И.* Индикаторная роль растений в системе управления городом в промышленном регионе / А. И. Сафонов // Экологическая ситуация в Донбассе : проблемы

безопасности и рекультивации повреждённых территорий для их экономического возрождения. – М. : Изд-во МНЭПУ, 2016. – С. 288-294.

13. Сафонов А. И. Экологический фитомониторинг в Донбассе / А. И. Сафонов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сб. докл. XI Междунар. науч. конф. асп. и студ. (Донецк, 11–13 апреля 2017 г.). – Донецк : ГОУ ВПО «ДОННТУ»; Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2017. – С. 4-7.

14. Сафонов А. И. Диагностика воздуха в г. Донецке по спектру скульптур поверхности пыльцы сорно-рудеральных видов растений / А. И. Сафонов, Н. С. Захаренкова // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 1–2. – С. 18-24.

15. Сафонов А. И. Структурная разнокачественность эмбриональных структур фитоиндикаторов в Донбассе / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 23-29.

16. Сафонов А. И. Функциональная ботаника в Донбассе : экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн / А. И. Сафонов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2017. – № 1–2. – С. 8-14.

17. Сафонов А. И. Фитоэмбриональный скрининг в экологическом мониторинге Донбасса / А. И. Сафонов // Зеленый журнал – бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. – 2017. – Вып. 3. – С. 6-14.

18. Фронтасьева М. В. Нейронный активационный анализ в науках о жизни. Обзор / М. В. Фронтасьева // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2011. – Т. 42, № 2. – С. 636-716.

19. Boquete M. T. Analysis of temporal variability in the concentrations of some elements in the terrestrial moss *Pseudoscleropodium purum* / M. T. Boquete, J. A. Fernandez, J. R. Aboal, A. Carballeira // Environmental and Experimental Botany. – 2011. – Vol. 72. – P. 210-217.

20. Harmens H. Heavy metals and mosses : spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe / H. Harmens, D. Norris, G. Mills et al. // ICP Vegetation Programme Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor, UK. – 2013. – 63 p.

21. Safonov A. I. New diagnostic criteria of complex phytoindication for approbation in Donbass / A. I. Safonov // Problems of ecology and nature protection of technogenic region. – Donetsk : DonNU, 2008. – Vol. 8. – P. 91-96.

22. Safonov A. I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region / A. I. Safonov // Problems of ecology and nature protection of technogenic region. – 2013. – N 1 (13). – P. 52-59.

23. Safonov A. I. Initial screening of seed bank of phytoindicators of technogenic pressure on edaphotopes in Donbass / A. I. Safonov // Problems of ecology and nature protection of technogenic region. – 2010. – N 1 (10). – P. 92-96.

24. Safonov A. I. Approbation of ecosystem standardization criteria according to phytoindication component / A. I. Safonov // Problems of ecology and nature protection of technogenic region. – 2012. – N 1 (12). – P. 108-114.

25. Safonov A. I. Phytoindicational monitoring in Donetsk / A. I. Safonov // A science. Thought : Scientific journal. – 2016. – N 4. – P. 58-70.

Safonov A. I., Morozova E. I. Variety of bryophyte species of Donetsk and Makeevka industrial agglomeration. – The results of a systematic inventory of bryophytes in the biotopes of Donetsk and Makeevka have been presented. Specific requirements have been distinguished and opportunities for implementing environmental monitoring in the Donetsk economic region have been identified with the help of Bryobionta representatives.

Key words: Bryobionta, ecological monitoring, bioindication, Donbass, Donetsk.

УДК 595.799 (477.8)

© А. В. Амолин

**МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЭКОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ШМЕЛЕЙ
(HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBINI) Г. ДОНЕЦКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: a.amolin@mail.ru

Амолин А. В. Материалы к изучению экологии некоторых видов шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombini) г. Донецка и его окрестностей. – В данной работе представлены результаты многолетних исследований биотопического распределения, фенологии, трофических связей пяти видов шмелей (*B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*, *B. sylvarum*, *B. argillaceus*) обитающих в г. Донецке и его окрестностях, показано их практическое значение и возможные пути сохранения популяций некоторых малочисленных видов.

Ключевые слова: шмели, экология, практическое значение, г. Донецк.

Введение

Шмели (род *Bombus* Latreille, 1802) представляют достаточно четко морфологически обособленную группу пчел, которая насчитывает в мировой фауне около 290 видов из 37 подродов [14]. Имея почти всесветное распространение, род *Bombus* проявляет максимальное видовое разнообразие в умеренном поясе Северного полушария. В частности, в Палеарктике род насчитывает более 250 видов [11], включая также шмелей-кукушек (подрод *Psithyrus* Lapeletier, 1833), рассматриваемых в настоящее время большинством апидологов в составе рода *Bombus*. Подавляющее большинство видов шмелей (кроме клептопаразитических видов) являются общественными насекомыми, живущие семьями и образующими примитивно-эусоциальные колонии, имеющие две морфологически слабо разделенные касты (самка-основательница и рабочие самки) [13]. Самки облигатных клептопаразитических видов (в основном это виды подрода *Psithyrus*) захватывают чужие гнезда общественных видов шмелей, при этом они на определенной стадии развития семьи хозяина изгоняют хозяйку из гнезда, затем откладывают свои яйца и в дальнейшем воспитанием потомства клептопаразита всегда занимаются рабочие самки узурпированного гнезда. Узурпация гнезд, по-видимому, характерна для многих видов шмелей.

Изучение экологии шмелей г. Донецка ранее проводилось В. Г. Радченко в рамках дипломной работы, а затем и кандидатской диссертации, посвященной пчелам Донецкой области [12], а также автором настоящей статьи [1, 2]. Наиболее актуальными вопросами изучения шмелей Донбасса, по нашему мнению, являются вопросы выявления мест гнездования и спектра кормовых растений, ландшафтно-биотопического распределения, многолетней динамики численности видов. В частности, изучение мест гнездования, кормовой базы шмелей в условиях урболандшафта г. Донецка позволяет выработать реальные меры по охране многих редких и практически значимых видов шмелей. Кроме того, учитывая, что шмели, как и многие другие группы гнездостроящих пчел, являются опылителями многих энтомофильных сельскохозяйственных культур и имеют важное практическое значение, весьма актуальной задачей является составление каталога кормовых растений шмелей с критическим обзором всех накопленных и разрозненных литературных сведений.

Основная цель данной работы – представить результаты многолетних исследований биотопического распределения, фенологии, трофических связей пяти видов шмелей (*B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*, *B. sylvarum*, *B. argillaceus*) обитающих в г. Донецке и его окрестностях, показать их практическое значение и возможные пути сохранения популяций некоторых малочисленных видов. Частично результаты этих исследований были опубликованы ранее [1, 2].

Город Донецк расположен в степной природной зоне в юго-западной части Донецкой возвышенности (37°48' В. д., 48°00' С. ш.). В пределах города и его окрестностей доминируют урбо- и техноландшафты, хорошо представлены также агроландшафты. Внешние границы города в северном и северо-восточном направлениях сливаются с границами других городов (Макеевки, Ясиноватой, Авдеевки), образуя достаточно крупную городскую агломерацию. Естественная растительность представлена сильно трансформированными байрачными лесами, небольшими степными и луговыми участками в долинах рек, которые подвержены периодическим палам и пастбищной дигрессии. В недалеком прошлом (около 250 лет назад) здесь были широко распространены лесостепные ландшафты (Донецкая Лесостепь) с луговыми и разнотравно-типчачково-ковыльными петрофитными степями, пойменными и байрачными дубовыми лесами и растительностью каменистых обнажений.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в период с 1995 по 1999 гг. и в 2010-2016 гг. на территории г. Донецка и его ближайших (до 6 км) окрестностей. В качестве стационарных участков наблюдений, в которых систематически осуществляли учеты населения шмелей и изучали их видовой состав, были использованы: дендрарий Донецкого ботанического сада (Богодуховская балка), приусадебный участок в пос. Калинкино (восточная часть города), окр. пос. Ларино (южная часть города), окр. г. Макеевки (шахта «Бутовка»), окр. г. Донецка (шахта «Глубокая»), участок степной балки на правом берегу р. Грузская (шахта «Восточная»). Несистематический сбор материала (несколько раз в разное время сезона) проводили в Путиловском парке г. Донецка (Киевский р-н), микрорайоне «Широкий» (лугово-степные участки возле прудов «Песчаный» и «Донецкое море»), окр. г. Ясиноватая (Крутая Балка), г. Моспино, окр. пос. Авдотьино, Ампилогово, Грузско-Ломовка, Ганзовка, Минеральное, Старомихайловка. Наиболее детально были обследованы южные, юго-восточные, восточные и северо-восточные окрестности г. Донецка. Кроме того, были использованы любезно переданные автору данные наблюдений И. Н. Оголя за некоторыми видами шмелей (устные и фотоматериалы) в Кировском районе г. Донецка. На стационарных участках исследования проводили еженедельно с марта по октябрь в 1995-1999 гг. и ежемесячно в последующие годы. При определении относительной численности видов использовали 5-балльную логарифмическую шкалу Ю. А. Песенко [9]. Шмелей собирали энтомологическим сачком на цветущих растениях и возле гнезд. Кроме того, собирали сбитых машинами особей вдоль шоссе дорог. Для хорошо узнаваемых видов (*B. lapidarius*, *B. sylvarum*, *B. zonatus*, *B. argillaceus*, *B. rupestris*) проводили визуальный маршрутный учет фуражирующих на растениях самок (без отлова). Сбор материала и наблюдения осуществляли в следующих биотопах: городские лесопарки, созданные на месте байрачных лесов, приусадебные участки в черте города, степные балки, кварталы городской застройки, луговые участки возле искусственных прудов, опушки байрачных лесов, пустыри с рудеральной растительностью возле промышленных предприятий и терриконов угольных шахт, опушки лесополос, плантации энтомофильных культур. За указанный период было собрано и учтено не менее 1565 экз. шмелей. Собранный материал определяли по таблицам Т. Павликовского [15] и Д. В. Панфилова [8]. Весь материал хранится в коллекции Зоологического музея кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета.

Результаты и обсуждение

Род *Bombus*, включая шмелей-кукушек, на территории города и его ближайших окрестностей насчитывает по нашим данным не менее 13 видов (*Bombus argillaceus* (Scopoli, 1763), *B. armeniacus* Radoszkowski, 1877, *B. barbutellus* (Kirby, 1802), *B. hypnorum* (Linnaeus, 1758), *B. lapidarius* (Linnaeus, 1758), *B. lucorum* (Linnaeus, 1761), *B. muscorum* (Fabricius, 1775), *B. pascuorum* (Scopoli, 1763), *B. rupestris* (Fabricius, 1793), *B. sylvarum* (Linnaeus, 1761),

B. terrestris (Linnaeus, 1758), *B. vestalis* (Fourcroy, 1785), *B. zonatus* Smith, 1854). Очень вероятны также находки *B. cryptarum* (Fabricius, 1775), морфологически близкого вида к *B. lucorum* и *B. terrestris*.

Распределение выявленных на исследуемой территории видов шмелей по их относительной численности имеет следующий вид: *B. armeniacus* и *B. barbutellus* – отмечены единичные экземпляры, *B. muscorum*, *B. zonatus*, *B. rupestris*, *B. lucorum* – малочисленные виды, *B. argillaceus*, *B. vestalis*, *B. pascuorum* – имеют среднюю численность, *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*, *B. sylvarum* – многочисленные виды. Массовых видов здесь не обнаружено. Таким образом, исследуемые в данной работе виды относятся к категории многочисленных и среднечисленных видов. В отдельные годы наблюдали снижение относительной численности *B. sylvarum* и *B. lapidarius* до категории среднечисленных и малочисленных (*B. sylvarum*). Самым многочисленным является вид *B. terrestris*.

Фенология

Сроки лёта перезимовавших самок исследуемых видов, в частности начало их вылета из зимних убежищ, сильно зависят от особенностей климата конкретного года, а именно от годового хода температуры. Суммируя данные собственных наблюдений можно отметить, что вылет перезимовавших самок *B. terrestris* и *B. hypnorum* в г. Донецке и его окрестностях примерно совпадает с началом цветения ив и комплекса весенних эфемеров и эфемероидов, в частности, с зацветанием хохлатки плотной (*Corydalis solida*) (обычно в начале апреля). Самки *B. lapidarius* и *B. argillaceus* вылетают несколько позже (с начала второй декады апреля – *B. lapidarius* и с конца второй декады апреля – *B. argillaceus*). *B. sylvarum*, по нашим наблюдениям, появляется только с середины мая. В конце апреля самки *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum* основывают гнезда и приступают к яйцекладке, а в конце мая (с началом зацветания малины) в их гнездах появляется первый выводок рабочих самок. В третьей декаде июля (иногда с середины июля) у *B. lapidarius* и *B. hypnorum* выходят самцы. Копуляцию у *B. lapidarius* регистрировали также в третьей декаде июля, возле гнезда. У *B. argillaceus* выход самцов отмечали уже в начале второй декады июля. Фуражирующих на кормовых растениях рабочих самок *B. terrestris*, *B. hypnorum* и *B. sylvarum* наблюдали до начала сентября. Одними из самых первых на зимовку уходят оплодотворенные самки *B. argillaceus* (по-видимому, во второй половине августа). Самки-основательницы остальных четырех видов уходят на зимовку в сентябре. В отдельные годы наблюдали лет самок-основательниц *B. lapidarius* в конце сентября. Самцы *B. sylvarum*, *B. terrestris*, *B. lapidarius* держатся на цветущих растениях до конца сентября. Максимальная дата регистрации (8 октября) отмечена для самцов *B. sylvarum*. Таким образом, на изучаемой территории исследуемые виды дают одно репродуктивное поколение в год. Лёт длится с апреля (все виды, кроме *B. sylvarum*) до конца сентября (у *B. argillaceus* до конца августа). *B. sylvarum* – самый поздний вид (лёт начинается со второй половины мая и длится до конца сентября).

Ландшафтно-биотопическое распределение

В табл. 1 приведено ландшафтно-биотопическое распределение изучаемых видов. Практически во всех изученных биотопах отмечены два вида *B. terrestris* и *B. lapidarius*. Эти виды достаточно хорошо адаптированы к обитанию в антропогенных ландшафтах, в частности в урболандшафтах, причем их гнездование отмечали на приусадебных участках г. Донецка (в сараях, в стенах имеющих свободные полости). *B. hypnorum* также отчетливо тяготеет к обитанию на приусадебных и дачных участках города, заселяя старые гнезда воробьиных птиц, устраиваемые под крышами домов. Гнезд *B. sylvarum* и *B. argillaceus* на исследуемой территории не находили, эти виды в городских ландшафтах наиболее уязвимы, так как проявляют приуроченность к лугово-степным участкам, сохранившимся на территории города и его окрестностей. Для всех изучаемых видов отмечена территориальная разобщенность гнездовых и кормовых стаций. Например, рабочие самки *B. terrestris* при сборе пыльцы и нектара обследуют цветущие растения независимо от мест их произрастания (часто на городских клумбах, приусадебных участках и пр.).

Ландшафтно-биотопическое распределение *Bombus terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*, *B. sylvarum*, *B. argillaceus* в г. Донецке и его окрестностях

Виды	Распределение видов по биотопам	Предварительная оценка распределения
<i>B. terrestris</i>	1-8	Эвритопный, урботолерантный вид
<i>B. lapidarius</i>	1-3, 5-8	Эвритопный, урботолерантный вид
<i>B. hypnorum</i>	1-2, 4, 6-8	Лесной, урботолерантный вид
<i>B. sylvarum</i>	1-3, 5, 7-8	Лугово-степной вид
<i>B. argillaceus</i>	3, 5, 6-8	Степной вид

Примечание. Биотопы: 1 – городские лесопарки, созданные на месте байрачных лесов; 2 – приусадебные участки в черте города; 3 – степные балки; 4 – кварталы городской застройки; 5 – луговые участки возле искусственных прудов; 6 – опушки байрачных лесов; 7 – пустыри с рудеральной растительностью возле промышленных предприятий и терриконов угольных шахт; 8 – опушки лесополос.

Трофические связи

Перезимовавшие самки исследуемых видов, сразу после выхода из зимних укрытий начинают питаться нектаром на целом ряде весенних энтомофильных растений (табл. 2). Такое питание необходимо для повышения концентрации ювинильного гормона и, как следствие этого, развития овариев и формирования яиц [13]. В начале и середине апреля самки *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum* регулярно посещают цветки цветущих в это время эфемероидов и эфемеров, проявляя при этом определенную избирательность к выбору кормового растения. Избирательность в посещении шмелями цветков выражается в том, что самки-основательницы трех указанных выше видов одни виды растений посещают часто и в большом количестве (хохлатка плотная), а другие виды, цветущие в это же время, реже и единично или вообще не посещают. Например, *B. terrestris* в большом количестве (более 10 особей на 5 м²) посещает цветки хохлатки плотной (*Corydalis solida*), образующей относительно крупные куртины в байрачных лесах. При этом самки шмеля земляного берут нектар, всегда прогрызая шпорец венчика цветка. На исследованных в дендрарии Донецкого ботанического сада куртинах этого растения 90% цветков имели продырявленные этим шмелем шпорцы. При этом некоторые виды пчел, в частности, медоносная пчела (*Apis mellifera* L.), пчелы рода *Evylaeus*, охотно пользуются такими повреждениями и также берут нектар через продырявленные шпорцы. Среди других видов растений, охотно посещаемых шмелями, на исследуемой территории следует отметить яснотку пурпурную (*Lamium purpureum*) (чаще других на ней отмечен *B. argillaceus*), живокость татарскую (*Lonicera tatarica*), виды шиповников (*Rosa* spp.), чистец трансильванский (*Stachys transsilvanica*), малину (*Rubus idaeus*), шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata*), синяк обыкновенный (*Echium vulgare*), воловик итальянский (*Anchusa italica*), вязель пестрый (*Coronilla varia*), виды клеверов (в частности, *Trifolium pratense*). Большинство из них являются важнейшими кормовыми растениями, позволяющими выживать шмелиным семьям в условиях достаточно скудной кормовой базы урболандшафта. В то же время, на чистяке весеннем (*Ficaria verna* Huds), мать-и-мачехе (*Tussilago farfara* L.), гусином луке (*Gagea erubescens* (Bess.) Bess.), крыжовнике (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) отмечены единичные случаи посещения шмелями. При этом чистяк практически не посещается шмелями (отмечен один случай) несмотря на то, что это растение дает аспект, образуя заметные скопления. Не посещаются шмелями цветки чесночницы (*Alliaria petiolata*), дающей выраженный аспект весной, а также многих других сельдерейных (Ariaceae), всех молочайных (Euphorbiaceae) и большинства видов капустных (Brassicaceae). Также не отмечали посещения шмелями цветков мяты (*Mentha*). В небольшом количестве, но регулярно, шмели посещают плодовые розоцветные деревья (см. табл. 2). При этом на цветках яблони самки-основательницы *B. terrestris* и *B. hypnorum* в мае активно собирают пыльцу.

Спектр кормовых растений исследуемых видов шмелей в г. Донецке и его окрестностях

Кормовые растения	Виды шмелей	Примечания
<i>Tussilago farfara</i> L.	<i>B. terrestris</i>	Единичные, нерегулярные встречи
<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	<i>B. terrestris</i>	Всегда прогрызают шпорец венчика цветка
	<i>B. lapidarius</i>	
<i>Corydalis marschalliana</i> (Pall. ex Willd.) Pers.	<i>B. terrestris</i>	Всегда прогрызают шпорец венчика цветка
	<i>B. lapidarius</i>	
<i>Gagea erubescens</i> (Bess.) Bess.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. hypnorum</i>	Единичные встречи
<i>Ficaria verna</i> Huds.	<i>B. hypnorum</i>	Одна встреча за все время наблюдений
<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	<i>B. lapidarius</i>	Данные фотонаблюдений И. Н. Оголя
<i>Salix</i> sp.	<i>B. lapidarius</i>	
	<i>B. terrestris</i>	Регулярно посещают
<i>Hyacinthella pallasiana</i> (Steven) Losinsk.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i>	Единичные встречи
<i>Viola ambigua</i> Waldst. et Kit.	<i>B. terrestris</i>	Самки прогрызали венчик цветка
<i>Grossularia reclinata</i> (L.) Mill.	<i>B. hypnorum</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i>	Регулярно берут нектар, но всегда единично
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	<i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i> , <i>B. argillaceus</i>	Первые два вида регулярно посещают
<i>Malus domestica</i> Borkh	<i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i>	Активно собирали пыльцу и нектар
<i>Lamium purpureum</i> L.	<i>B. argillaceus</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i>	Первый вид посещает чаще других
<i>Caragana frutex</i> (L.) C. Koch	<i>B. argillaceus</i> , <i>B. terrestris</i>	Самки <i>B. terrestris</i> прогрызали венчик цветка
<i>Lonicera tatarica</i> L.	<i>B. sylvarum</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. argillaceus</i> , <i>B. terrestris</i>	
<i>Rosa</i> sp.	<i>B. sylvarum</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. hypnorum</i> , <i>B. terrestris</i>	Рабочие самки всех видов, кроме <i>B. sylvarum</i> , активно собирали пыльцу
<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	<i>B. sylvarum</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i>	Самки <i>B. terrestris</i> прогрызали венчик цветка
<i>Stachys transsilvanica</i> Schur	<i>B. lapidarius</i> , <i>B. sylvarum</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. argillaceus</i>	Самки <i>B. sylvarum</i> часто посещают
<i>Rubus idaeus</i> L.	<i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i> , <i>B. sylvarum</i>	Первые три вида регулярно посещают до конца цветения (рабочие самки <i>B. hypnorum</i> чаще других)
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>B. terrestris</i>	
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	<i>B. terrestris</i>	
<i>Tilia cordata</i> Mill.	<i>B. terrestris</i>	
<i>Phlomis tuberosum</i> L.	<i>B. terrestris</i>	
<i>Salvia nutans</i> L.	<i>B. terrestris</i>	Часто вместе с <i>B. vestalis</i>
<i>Salvia austriaca</i> Jacq.	<i>B. argillaceus</i>	
<i>Salvia pratensis</i> L.	<i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i>	

Кормовые растения	Виды шмелей	Примечания
<i>Salvia verticillata</i> L.	<i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. argillaceus</i>	Регулярно посещают
<i>Salvia tesquicola</i> Klok et Pobed.	<i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i> ,	Часто вместе с <i>B. vestalis</i>
<i>Vitis vinifera</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i>	Самки <i>B. terrestris</i> собирали пыльцу
<i>Chelidonium majus</i> L.	<i>B. terrestris</i>	Самки собирали пыльцу
<i>Echium vulgare</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. hypnorum</i> , <i>B. sylvarum</i>	Все виды регулярно посещают
<i>Nonea rossica</i> Stev.	<i>B. sylvarum</i> , <i>B. terrestris</i>	Регулярно посещают
<i>Anchusa italica</i> Retz.	<i>B. sylvarum</i> , <i>B. terrestris</i> <i>B. argillaceus</i>	Все виды регулярно посещают
<i>Lotus ucrainicus</i> Klok.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i>	Самки <i>B. lapidarius</i> часто берут пыльцу в первой половине июля
<i>Coronilla varia</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i>	
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. lapidarius</i>	
<i>Centaurea orientalis</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. argillaceus</i>	
<i>Sambucus ebulus</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i>	
<i>Trifolium pratense</i> L.	<i>B. lapidarius</i> , <i>B. terrestris</i>	Самки <i>B. lapidarius</i> посещают в большом количестве
<i>Melissa officinalis</i> L.	<i>B. hypnorum</i>	
<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	<i>B. hypnorum</i> , <i>B. sylvarum</i> , <i>B. terrestris</i>	
<i>Ballota longicalyx</i> Klok.	<i>B. hypnorum</i> , <i>B. terrestris</i>	Регулярно посещают в начале августа
<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	<i>B. argillaceus</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i>	Отмечено питание нектаром самцов и самок
<i>Helianthus annuus</i> L.	<i>B. terrestris</i>	Регулярно посещают самцы и самки
<i>Consolida arvensis</i> (L.) Opiz	<i>B. argillaceus</i> , <i>B. terrestris</i> <i>B. lapidarius</i>	Самцы <i>B. argillaceus</i> регулярно посещают; самки <i>B. terrestris</i> прогрызают шпорец
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i> , <i>B. lapidarius</i>	
<i>Carduus acanthoides</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. sylvarum</i>	Отмечено посещение самцов обоих видов с конца августа до конца сентября
<i>Solanum melongena</i> L.	<i>B. terrestris</i>	Рабочие самки собирали нектар
<i>Onopordum acanthium</i> L.	<i>B. lapidarius</i>	Отмечено питание нектаром самцов
<i>Solanum nigrum</i> L.	<i>B. terrestris</i> , <i>B. hypnorum</i>	Рабочие самки собирали пыльцу
<i>Linaria maerolica</i> Klok.	<i>B. argillaceus</i> , <i>B. sylvarum</i> , <i>B. lapidarius</i>	Самки перед уходом на зимовку часто питаются нектаром

Примечание. Перечень видов растений приведен в общей последовательности их цветения (кроме видов рода *Salvia*) в течение вегетационного периода.

Следует отметить, что во второй половине лета (с конца июля) на исследуемой территории отмечается ощутимый для жизни шмелиных семей дефицит кормовых растений. Вероятно, кроме прочих факторов, недостаток корма для выращивания выводков лимитирует численность населения шмелей, стимулирует самок к откладке

оплодотворенных яиц и выходу репродуктивного поколения и, как следствие этого, к распаду семей.

Наибольший кормовой рацион имеет *B. terrestris*, отмеченный на цветках 42 видов 18 семейств цветковых растений, при этом у пяти видов (*Corydalis solida*, *Viola ambigua*, *Caragana frutex*, *Vicia tenuifolia*, *Consolida arvensis*) самки прогрызали венчики цветков. Кроме того, в середине сентября 1996 г. отмечали одну самку шмеля земляного, которая слизывала сладкие выделения тлей на листьях ивы. Минимальный рацион (11 видов) отмечен у *B. sylvarum* и *B. argillaceus*. При этом самцы *B. argillaceus* в середине июля очень часто (чаще, чем *B. terrestris*) питаются на цветках *Consolida arvensis*. Важно отметить, что существует фенологическая сопряженность между сроками цветения многих кормовых растений и важнейшими этапами жизни шмелей. Например, вылет первого выводка у *B. hypnorum* сопряжен с зацветанием малины – одного из основных кормовых растений этого вида в г. Донецке. Кроме того, у всех видов активный рост семей отмечен в июне и первой половине июля, в то время, когда наблюдается увеличение общего числа видов цветущих кормовых растений.

В целом, на основе выше приведенных фактов, можно достаточно определенно говорить о трофической специализации, выраженной в разной степени у каждого из изучаемых видов шмелей при посещении ими цветковых растений. Вопрос о трофической специализации шмелей требует специального изучения. В первом приближении можно отметить, что указанная специализация проявляется в посещении большинством изученных видов преимущественно зигоморфных цветков яснотковых, бобовых, норичниковых, бурачниковых, дымяноквых, жимолостных, лютиковых и актиноморфных цветков розовых. При этом *B. terrestris* обладает выраженной способностью оперировать многие зигоморфные цветки и питаться сладкими выделениями сосущих насекомых, что позволило этому виду, кроме прочих факторов, занять доминирующее положение в урболандшафте.

Экологические факторы, лимитирующие численность шмелей в урболандшафте г. Донецка

В ходе многолетних наблюдений нами установлены основные факторы, лимитирующие численность населения шмелей в урболандшафте г. Донецка. К ним следует отнести наличие пригодных для гнездования мест и кормовой базы (достаточного количества энтомофильных растений, посещаемых шмелями для взятия нектара и пыльцы). В условиях урболандшафта прогрессирующий дефицит подходящих для гнездования мест особенно сильно испытывают виды с наземным способом гнездования (например, *B. muscorum*). В частности, выжигание человеком прошлогодней сухой растительности в поймах рек, степных балках, лесополосах приводит к полному исчезновению, в зоне действия пирогенного фактора, наземно гнездящихся видов.

Практическое значение

Значение шмелей в практической деятельности человека (шмелеводство) общеизвестно и связано с их опылением многих кормовых и овощных энтомофильных культур, например, красного клевера – ценной кормовой культуры, возделываемой во многих странах Европы [13]. Некоторые виды, в частности шмель земляной (*B. terrestris*), в настоящее время специально разводятся человеком в промышленных масштабах для опыления тепличных культур (огурцы, томаты, баклажаны, земляника и пр.) [4-7, 10]. В Донбассе, по нашему мнению, также имеются хорошие перспективы для промышленного разведения шмелей, прежде всего, для опыления культур закрытого грунта. На основе личных наблюдений, на приусадебных участках г. Донецка нами установлена высокая фуражировочная активность самок *B. terrestris*, *B. lapidarius* и *B. hypnorum* на цветках малины (*Rubus idaeus* L.) и яблони в течение всего периода цветения этих растений [2]. Кроме того, в Донецком ботаническом саду на участке эфирно-масличных, пряно-ароматических и редких овощных растений нами отмечена относительно высокая численность *B. terrestris*, *B. lapidarius* и *B. sylvarum* при посещении ими цветков некоторых интродуцентных эфирно-масличных лекарственных растений, например, душистика котовникового (*Calamintha nepeta* L.), лаванды (*Lavandula*

officinalis L.), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), чабера горного (*Satureja montana* L.), иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) [3]. Данный факт может также косвенно свидетельствовать об участии указанных видов шмелей в опылении этих растений.

Неотложные меры по сохранению популяций малочисленных видов шмелей

В последнее десятилетие наблюдается тенденция к снижению относительной численности некоторых видов шмелей, особенно краснокнижного вида – шмеля мохового (*B. muscorum*), численность которого быстро падает в окрестностях г. Донецка. Этот вид особенно уязвим в антропогенных ландшафтах, так как самки строят свои гнезда на поверхности земли в различных углублениях под слоем сухой травы и часто уничтожаются вследствие выжигания сухой травы (особенно на луговых участках в поймах рек). Для сохранения популяций этого и ряда других редких видов, гнездящихся наземно, необходимо, чтобы органы государственной власти на законодательном уровне полностью запретили выжигание прошлогодней сухой травянистой растительности на луговых и степных участках, особенно в долинах рек. Кроме того, необходимо прекратить массовые покосы газонокосилками цветущих энтомофильных растений в лесопарках г. Донецка, так как это ведет к сильному оскудению кормовой базы не только шмелей, но и многих других антофильных видов насекомых.

Выводы

1. В г. Донецке и его окрестностях нами выявлено не менее 13 видов шмелей, из которых исследуемые виды *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*, *B. sylvarum*, *B. argillaceus* относятся к категории многочисленных и среднечисленных видов.

2. Исследуемые виды имеют одно поколение в году и относятся к фенологической группе видов с растянутым периодом лёта (апрель – сентябрь). *B. sylvarum* – самый поздний вид (лёт начинается со второй половины мая и длится до конца сентября).

3. К числу урботолерантных видов (адаптированных к обитанию в урболандшафтах) можно отнести три вида шмелей – *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*. Шмели лесной (*B. sylvarum*) и глинистый (*B. argillaceus*) предпочитают лугово-степные участки в поймах рек, степные балки и опушки байрачных лесов. В урболандшафте эти виды наиболее уязвимы.

4. Спектр кормовых растений пяти изученных видов насчитывает не менее 51 вида цветковых растений, относящихся к 21 семейству. При этом изученные виды шмелей посещают преимущественно зигоморфные цветки яснотковых, бобовых, норичниковых, бурачниковых, дымяноквых, жимолостных, лютиковых и актиноморфные цветки розовых. Шмель земляной (*B. terrestris*) для взятия нектара оперирует (прогрызает) венчики пяти видов растений (*Corydalis solida*, *Viola ambigua*, *Caragana frutex*, *Vicia tenuifolia*, *Consolida arvensis*).

5. К основным факторам, лимитирующим относительное обилие видов шмелей в урболандшафте г. Донецка, следует отнести наличие подходящих для гнездования мест и кормовой базы (энтомофильных цветущих растений), а также пирогенный фактор, связанный с выжиганием сухой травянистой растительности в речных долинах и степных балках.

6. Шмель земляной, самый обычный среди всех отмеченных на исследуемой территории видов шмелей, является перспективным видом для искусственного разведения с целью опыления культур закрытого грунта (огурцы, томаты).

7. Среди неотложных мер, необходимых для сохранения популяций шмелей, в том числе редких видов, сокращающих свою численность в урболандшафтах г. Донецка, следует назвать полный запрет на выжигание сухой травы в речных долинах и степных балках (особенно в весенний и осенний периоды), а также скашивание цветущих растений в черте г. Донецка.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность коллегам-энтомологам И. Н. Оголю за переданные фотографии шмелей и аспирантке кафедры зоологии и экологии ДонНУ Д. А. Терещенко за предоставленную информацию о гнездовании шмеля земляного на приусадебном участке в г. Донецке.



А



Б



В



Г

Рис. 1. Фуражирующие самки некоторых видов шмелей на цветках кормовых растений:

А – самка *B. argillaceus* берет нектар на цветке *Stachys transsilvanica* (фото Оголь И. Н.);
Б – рабочая самка *B. terrestris* фуражирует на цветках *Arctium tomentosum*; В – рабочая самка *B. hypnorum* фуражирует на цветках *Rubus idaeus*; Г – самка-основательница *B. lapidarius* питается на цветке *Paeonia tenuifolia* (фото Оголь И. Н.)

Список литературы

1. Амолин А. В. О фауне и биотопическом распределении шмелей (Hymenoptera, Apoidea) в окрестностях г. Донецка / А. В. Амолин // V з'їзд Укр. ентомол. тов-ва : тези доп. (Харків, 7-11 вересня 1998 р.). – К. : УЕТ, 1998. – С. 5-6.
2. Амолин А. В. К изучению пчел-опылителей плодово-ягодных культур на приусадебных участках г. Донецка / А. В. Амолин // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 66-77.
3. Амолин А. В. Изучение насекомых-опылителей ароматических растений, интродуцированных в Донецком ботаническом саду / А. В. Амолин, О. К. Кустова // Промышленная ботаника. – 2017. – Вып. 17. – С. 78-87.
4. Ащеулов В. И. Шмели-опылители сельскохозяйственных растений в теплицах / В. И. Ащеулов. – Иваново : Минсельхоз РФ, 2001. – 233 с.

5. *Богатырев Н. Р.* Прикладная экология шмелей / Н. Р. Богатырев. – Новосибирск : Изд-во городского центра развития образования, 2001. – 160 с.
6. *Лопатин А. В.* Фуражировочная активность шмелей и пчел при опылении огурца в теплицах / А. В. Лопатин, Н. В. Солдатова, Н. А. Вилкова // Пчеловодство. – 2007. – № 9. – С. 56-59.
7. *Лопатин А. В.* Посещаемость шмелями цветков томатов в теплицах / А. В. Лопатин, Н. В. Солдатова, Н. А. Вилкова // Пчеловодство. – 2008. – № 8. – С. 56-58.
8. *Панфилов Д. В.* Сем. Apidae – Апиды / Д. В. Панфилов, А. З. Осычнюк, А. А. Пономарева // Определитель насекомых европейской части СССР. – Л. : Наука, 1978. – Т. III, Ч. 1. – С. 508-519.
9. *Песенко Ю. А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М. : Наука, 1982. – 287 с.
10. *Пономарев В. А.* Виды шмелей, используемые для разведения / В. А. Пономарев, В. И. Ащеулов // Пчеловодство. – 2012. – № 8. – С. 60.
11. *Прощалькин М. Ю.* Секция Apiformes – Пчелы / М. Ю. Прощалькин / Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России. Т. I. Перепончатокрылые. – Владивосток : Дальнаука, 2012. – С. 448-473.
12. *Радченко В. Г.* Биология пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) юго-восточной части Украины : Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.09 / В. Г. Радченко. – К., 1982. – 25 с.
13. *Радченко В. Г.* Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea) / В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко. – С.-Пб. : ЗИН РАН, 1994. – 350 с.
14. *Michener C. D.* The bees of the World / C. D. Michener. – Baltimore and London : The Johns Hopkins University Press, 2000. – 913 p.
15. *Pawlikowski T.* Klucze do oznaczania owadów Polski / T. Pawlikowski // Polskie Towarzystwo Entomologiczne. – Toruń : Oficyna wydaw. Turpress, 1996. – С. XXIV, Blonkówki – Hymenoptera. № 148 (serii kluczy). – S. 1-57.

Amolin A. V. Materials to study the ecology of some species of bumblebees (Hymenoptera, Apidae, Bombini) of Donetsk and its surrounding areas. – This paper presents the results of years research of biotopic distribution, phenology, food chains of five species bumblebees (*B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hypnorum*, *B. sylvarum*, *B. argillaceus*) dwelling in Donetsk and surrounding areas, shows its practical meaning and possible ways to save the populations of some small in number species.

Key words: bumblebees, ecology, practical meaning, Donetsk city.

УДК 595.771

© М. В. Рева, Е. В. Щелкова, А. Э. Бакланова

РЕДКИЕ И МАЛОЧИСЛЕННЫЕ ВИДЫ МОШЕК ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: mvreva@mail.ru

Рева М. В., Щелкова Е. В., Бакланова А. Э. Редкие и малочисленные виды мошек Донецкой области. – Приведены сведения о видовом составе и биологии редких и малочисленных стенобионтных видов мошек Донецкой области.

Ключевые слова: мошки, фауна, биология, стенобионтность.

Введение

На территории Донецкой области мошки (Diptera, Simuliidae) составляют важную часть гнуса. Укусы мошек болезненны, а слюна их токсична. Массовое нападение мошек вызывает интоксикацию организма и может привести к симулидотоксикозу. Кроме того, мошки являются переносчиками возбудителей онхоцеркоза и анаплазмоза крупного рогатого скота, туляремии, лейкоцитозооноза птиц и других опасных заболеваний [1-6].

Изучение структуры популяций мошек имеет важное значение для прогнозирования её численности. Редкие и малочисленные виды увеличивают разнообразие связей в популяциях, представляют собой резерв для замещения доминантных видов в случае резкого изменения условий существования, придают сообществу устойчивость.

Цель работы – изучение фауны и биологии редких и малочисленных видов мошек, обитающих на территории Донецкой области.

В задачи исследования входило: сбор мошек в природе; камеральная обработка материала; определение видового состава мошек Донецкой области; установление редких и малочисленных видов мошек Донецкой области; изучение их биологии.

Материал и методы исследования

Материалом для работы послужили собственные сборы и наблюдения за мошками Донецкой области в период с 1997 г. и коллекции кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета. В работе использованы общепринятые методики [3-5].

Результаты и обсуждение

В результате наших исследований на территории Донецкой области обнаружено 11 редких и малочисленных видов мошек: *Hellichiella latipes* (Meigen, 1804), *Eusimulium angustipes* (Edwards, 1915), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Nevermannia lundstromi* Enderlein, 1921, *Wilhelmia balcanica* Enderlein, 1924, *Odagmia baracornis* (Smart, 1944), *Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940), *Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940), *Odagmia frigida* (Rubzov, 1940), *Odagmia intermedia* (Roubaud, 1906), *Odagmia pratara* (Friederichs, 1921).

Ниже приводим систематическое описание видов и некоторые сведения по их биологии.

Hellichiella latipes (Meigen, 1804) (рис. 1).

Meigen, 1804; Edwards, 1915: 41 (*Simulium subexcisum*); Edwards, 1920, 11 : 244; Puri, 1925 : 358-359; Рубцов, 1940: 328-329 [*Simulium (Astega)*]; Grenier et Rageau, 1951 : 371-373 (*Cnephia*); Янковский, 2001: 10, 83, 260, 265, 266.

Самка. Длина тела – 3,0-3,2 мм.

Голова. Лоб высокий (0,24 мм), узкий (наименьшая ширина – 0,09 мм), параллельнокрайний, равномерно опушен короткими волосками. Лицо округло-квадратное, более-менее равномерно опушено. Усики и щупики черные. Длина усиков – 0,48 мм, 3-й членик примерно равен 4-му. Щупик с 4-м члеником длиной 0,20-0,22 мм, который чуть меньше длины 2-го и 3-го члеников вместе взятых (0,24 мм).

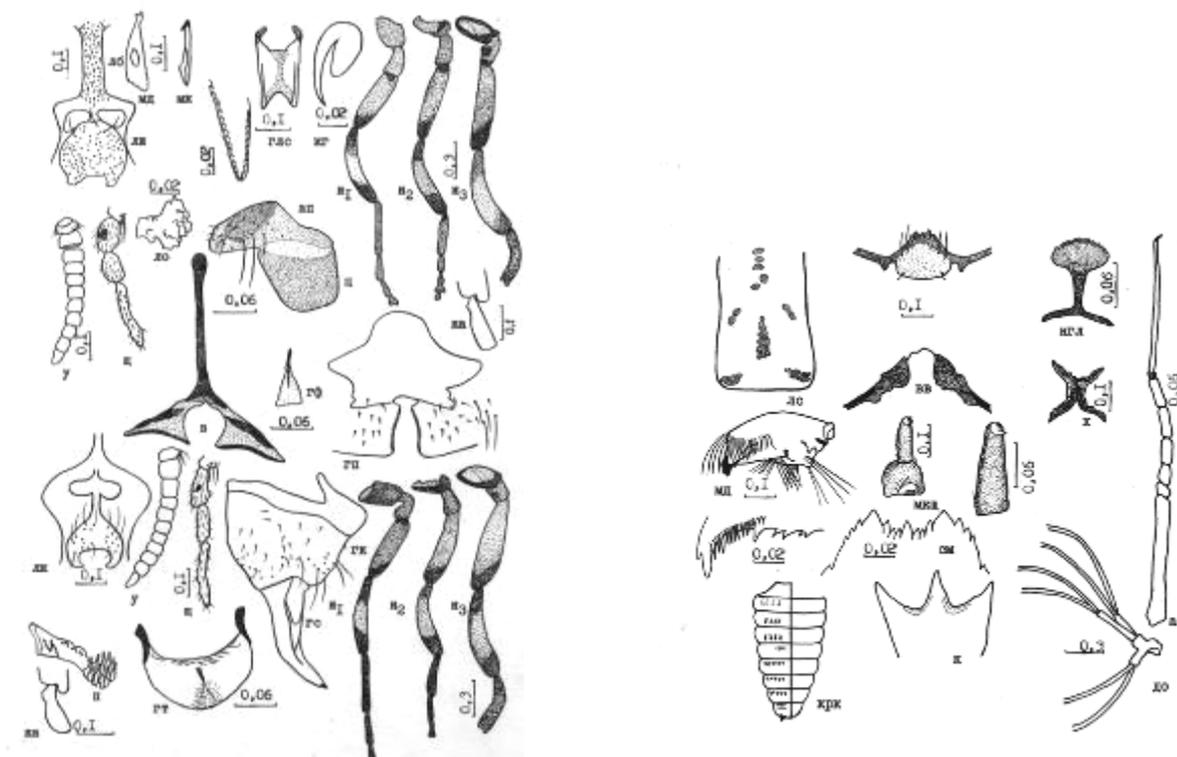


Рис. 1. *Hellichella latipes* (Meigen, 1804):

а – антенна личинки; ап – анальные пластинки; бс – базистернум самки; в – вилочка самки; вв – вентральный вырез личинки; глс – глоточный склерит; гк – гоноксит; го – голень; гп – генитальные пластинки самки; гс – гоностиль; гт – гоностерн; гф – гонофурка; до – дыхательный орган; зм – зубцы мандибулы; ка – кальципала; кг – коготок; крк – крючки на брюшке куколки; лб – лоб самки; ло – лаутерборнов орган; лс – лобный склерит личинки; мд – мандибула; мк – максилла; мкш – максиллярный щупик; н – нога; нгл – надглоточник; п – парамеры; см – субментум; у – усик; ц – церки; щ – щупики

Лаутерборнов орган маленький (длина – 0,04 мм, максимальная ширина – 0,04 мм), занимает приблизительно $\frac{1}{4}$ объема членика. Мандибула расширена на дистальном конце, неравномерно скошена, внутренних зубцов – 22, наружных – 10. Максилла имеет 16 внутренних и 14 наружных зубцов. Глоточный склерит длинный, прямоугольный (длина – 0,28 мм, в 2 раза больше ширины), с выростами по бокам.

Грудь. Спинка тускло-черновато-серая в желтом густом грубом опушении.

Ноги коричневатые-черные. 1-й членик передней лапки цилиндрический, его длина (0,36 мм) в 1,5 раза короче длины голени. Кальципала короткая (длина – 0,02 мм, ширина – 0,02 мм), занимает чуть меньше половины ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с едва заметной неглубокой выемкой, которая занимает не более $\frac{1}{3}$ ширины членика. Коготок с крупным зубцом у основания, который равен более половины длины коготка.

Брюшко. Вилочка с длинным (0,25 мм), слабо расширяющимся к вершине стебельком; ветви широкие, со склеротизированными полосками по бокам, расходятся под углом 75-80°, концы ветвей остротреугольные. Базистернум с выростами по бокам, однородно окрашен. Анальные пластинки овально-треугольной формы (длина – 0,07 мм, ширина – 0,23 мм), наружный край опушен разновеликими волосками, внутренний задний край анальной пластинки вытянут. Церки шапковидной формы. Генитальные пластинки прямоугольные, более-менее равномерно опушены.

Самец. Длина тела – 2,3-3,0 мм.

Голова. Лицевой киль высоко-колбовидной формы, по бокам опушен волосками. Усики и щупики темные, приблизительно равны по длине (0,45 мм). 3-й членик усиков в 2 раза длиннее 4-го. 4-й членик щупика короткий (0,17 мм), почти равен двум предыдущим членикам вместе взятым.

Грудь. Спинка черная в золотистых волосках.

Ноги сплошь черные, в грубом желтоватом опушении, за исключением лапок; передние бедра, а также задние бедра и голени в длинных темных волосках. Кальципала (0,02 мм) занимает приблизительно $\frac{1}{3}$ ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с неглубокой выемкой.

Брюшко. Гоностерн пластинчатый, овально-прямоугольный (длина – 0,09 мм примерно в 2 раза меньше ширины), с длинными (0,04 мм) тупыми крючьями. Гонококситы трапециевидной формы, сужены к основанию (длина – 0,17 мм, ширина у вершины – 0,27 мм, у основания – 0,10 мм), латеральный вырост короткий и узкий. Гоностили удлиненные (длина – 0,26 мм, ширина – 0,06 мм), конусовидные, на конце с небольшим шипиком. Гонофурка (длина – 0,10 мм, ширина – 0,04 мм) треугольной формы. Парамеры состоят из нескольких бутылковидных шипов и удлиненной формы (длина – 0,12 мм, ширина – 0,02 мм) гоноплеврита

Личинка. Длина тела – 6,5-7,0 мм. Окраска тела желтовато-коричневая, светлая.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы позитивный, отчетливый крестообразный, боковые затылочные пятна треугольной формы, вытянутые. Антенна длинная, расчленена на 8 члеников; длина 1-го членика равна длине последующих 5-и коротких вместе взятых. В большом веере 55-65 лучей. Мандибула длинная (длина – 0,50 мм; ширина – 0,20 мм), имеет 12 внутренних зубцов и 3-5 неравновеликих краевых, разделенных на 3 группы; вершинный зубец вдвое длиннее предвершинных, которые достигают почти одинаковой длины. Максилла с крупным шупиком (его длина – 0,15 мм, ширина – 0,05 мм). Субментум с сильно выдающимися боковыми зубцами, двумя парами щетинок по сторонам и с одной парой щетинок посередине ближе к нижнему краю. Вершины промежуточных зубцов субментума лежат на разных уровнях. Вентральный вырез головной капсулы неглубокий (высота – 0,1 мм, ширина – 0,07 мм), достигает менее $\frac{1}{3}$ длины головной капсулы. Хитиновые утолщения по бокам выреза достигают почти до его вершины.

Брюшко. Хитиновая рама маленькая, её нижние ветви достигают 8-го ряда крючьев заднего прикрепительного органа, который состоит из 75-85 рядов крючьев по 10-12 крючьев в ряду.

Куколка. Длина тела – 3,4 мм.

Плетение кокона рыхлое, по переднему краю посередине один длинный роговидный вырост, который выступает вперед почти на одном уровне с боковыми краями кокона. Дыхательные нити очень длинные, в количестве 6. 1-я пара идет вверх, и 2-е пары ветвящихся дихотомически – вниз. На V-м и VII-м тергитах брюшка находятся неполные ряды шипиков, на VIII-м и IX-м – ряд более крупных шипов. Каудальные шипы хорошо развиты.

Систематические замечания. Провести сравнительный анализ вида *H. latipes* (Mg.) представляется весьма затруднительным. Наши формы сходны с описанием и изображением вида *H. subexisa* (Edw.) (по И. А. Рубцову [3], сведенным в синонимы к *H. latipes* (Mg.). Что же касается вида *Eusimulium latipes* (Mg.), то он включает, по всей вероятности, группу из нескольких различных видов [3], некоторые из которых обнаруживают сходство с видом *H. subexisa* (Edw.) в фазе самки. Для их выделения в самостоятельные виды необходимы дополнительные исследования.

Биология. Вид редкий и малочисленный. Личинки заселяют узколиственную водную растительность и ветви опада деревьев на затененных участках русла при скорости течения воды 0,2-0,4 м/сек. В году развивается одно поколение. Зимуют яйца. Личинки отрождаются в конце апреля – начале мая при температуре воды +10-12°C. Развитие личинок длится 3-5 недель. Окукливание и вылет имаго наблюдается в конце мая – первой половине июня при температуре воды +14-17°C. Последние куколки встречаются во второй декаде июня.

Места обнаружения: ручей – приток р. Красной у с. Красная Поповка Кременского района Луганской области.

Общее распространение. Европа, Карелия, Канада.

Eusimulium angustipes (Edwards, 1915) (рис. 2).

Edwards, 1915: 23-42; Рубцов, 1956: 514; Рубцов, 1957: 808-809; Усова, 1961: 127-129; Янковский, 2002: 14, 370, 375, 378, 379; Сухомлин, Зинченко, 2007: 90-94.

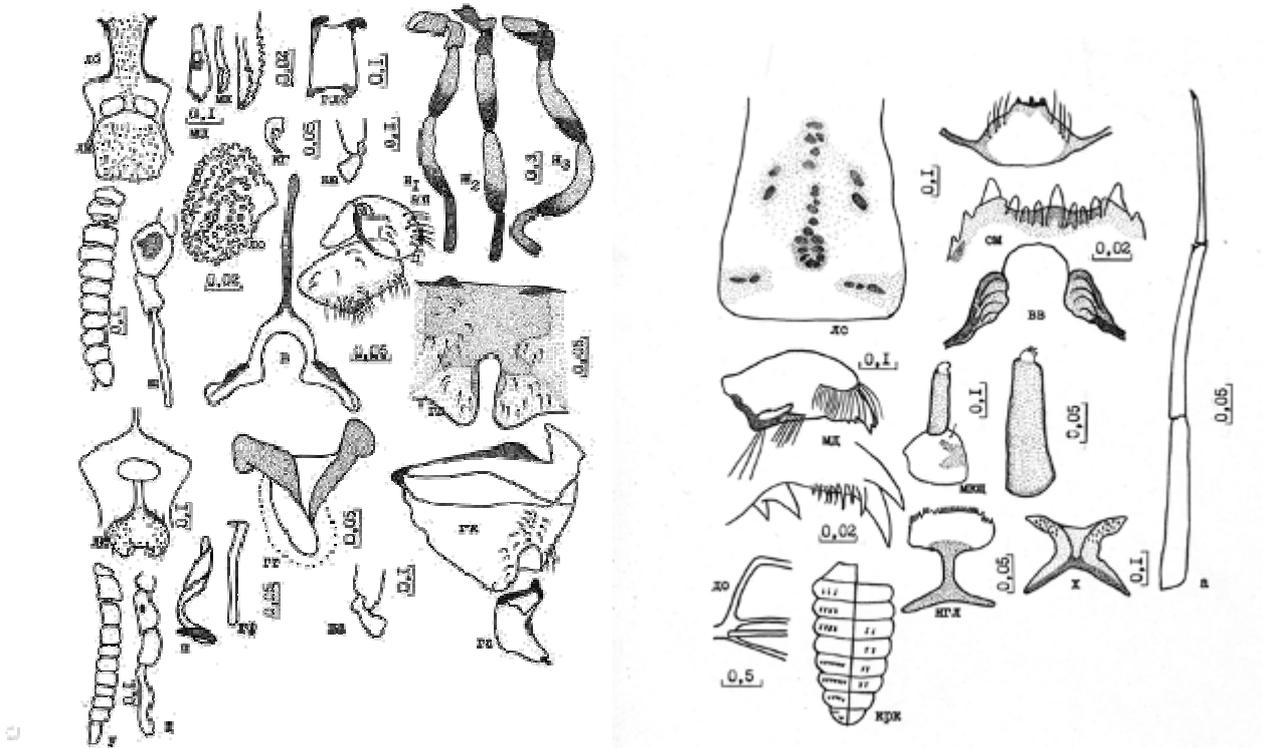


Рис. 2. *Eusimulium angustipes* (Edwards, 1915) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 2,6-2,9 мм.

Голова. Лоб высокий (0,18 мм) и узкий (0,11 мм), чуть расширен к затылку (0,13 мм), равномерно и густо покрыт волосками. Лицо округлое (длина – 0,22 мм, ширина – 0,25 мм), более светлое в нижней части, равномерно опушено волосками, голое лишь в верхней части около усиковых ямок. Усики коричневые, по длине (0,54 мм) почти равны щупикам. Щупик длинный, 2-й членик крупный (длина – 0,15 мм, ширина – 0,10 мм), в 2,5 раза шире 3-го членика, 4-й членик длиннее 2-го и 3-го члеников вместе взятых. Лаутерборнов орган крупный (длина – 0,08 мм, ширина – 0,05 мм), занимает ½ членика. Дистальный конец мандибулы треугольной формы, имеет 20 внутренних и 6 наружных зубцов. У максиллы 11 внутренних и 7 наружных зубцов. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,20 мм, ширина – 0,11 мм), с небольшими (0,04 мм) выростами по бокам.

Грудь. Спинка серовато-черная в густых светло-золотистых волосках.

Ноги окрашены в светло-коричневый цвет, бедра и голени охряные на ¾ от основания и затемнены на ¼ у вершины. 1-й членик передних лапок длинный (0,45 мм), чуть расширен на дистальном конце, его длина в 1,5 раза меньше длины голени; 1-й членик задних лапок с параллельными краями, кальципала хорошо развита (длина – 0,04 мм), занимает более половины ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с небольшой выемкой.

Брюшко. Вилочка высокая и тонкая, её стебелек длинный (0,18 мм), ветви вилочки высокие (0,10 мм), расширены, расходятся под углом 60-65°, лопасти на ветвях вилочки длинные (0,08 мм), по ширине почти равны ширине ветвей. Ветви вилочки имеют удлинённые хитиновые утолщения. Генитальные пластинки языковидно вытянуты (0,09-0,10 мм), со слабо вытянутым внутренним краем (0,02-0,03 мм), сильнее затемнены по внутреннему верхнему краю, опушены короткими разрозненными волосками. Анальные пластинки округлые (длина – 0,08 мм, ширина – 0,17 мм), с вытянутым наружным краем и длинными волосками по внутреннему верхнему краю. Церки неправильно прямоугольные (длина – 0,08 мм, ширина – 0,19 мм), наиболее густо опушены по нижнему краю.

Самец. Длина тела – 2,5-2,9 мм.

Голова. Лицевой киль низко колбовидный, опушен волосками по сторонам, в центре голый. Усики и щупики коричневые, приблизительно одинаковые по длине (0,50 мм), 4-й членик (0,19 мм) почти равен по длине 2-му и 3-му членикам вместе взятым.

Грудь. Спинка бархатисто-черная в золотистых волосках, серебристые пятна не явственны. Ноги темные. Кальципала хорошо развита, ее длина (0,03 мм) равна ширине и занимает половину ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с заметной выемкой.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, его крючья толстые и короткие (0,07 мм), расширены на концах; тело гоностерна (длина 0,17 мм) опушено длинными волосками. Гонококсит трапецевидный, сильно сужен к основанию (длина – 0,22 мм, наибольшая ширина – 0,25 мм, наименьшая – 0,07 мм); латеральный вырост короткий (0,065 мм) и широкий (0,04 мм). Гоностили маленькие, крючковидные, их ширина (0,04 мм) в 6 раз меньше ширины гонококситов и в 2 раза короче их. Гонофурка в виде длинной (0,15 мм) узкой пластинки загнутой на проксимальном конце. Парамеры состоят из одного крупного шипа и вытянутого (0,15 мм) гоноплеврита.

Личинка. Длина тела – 7,0-7,8 мм. Окраска тела серовато-желтая со светлой головой.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы светлый, крестообразный, все пятна заключены в легкое темное «облачко». Антенна длинная (0,53 мм), 1-й и 2-й членики почти равны между собой по длине, 3-й членик – чуть короче. В большом веере 35-36 лучей. Мандибула выпуклая по верхнему краю, ее длина (0,28 мм) в 2 раза больше ширины (0,14 мм). Вершинный зубец крупный (0,018 мм), узкий, заостренный, наружный зубец – немного короче. Передний и задний предвершинные зубцы равны по длине, срединный зубец короче; внутренних зубцов 5-6; краевые зубцы крупные, сближены; передний из них в 2 раза крупнее заднего. Максиллярный щупик крупный (длина – 0,19 мм, ширина – 0,06 мм). Субментум сильно сужен спереди (длина – 0,22 мм, ширина – 0,06 мм), несет по бокам 4-5 щетинок. Зубцы субментума крупные, срединный зубец немного ниже уровня боковых; из промежуточных зубцов – средний ниже соседних. Вентральный вырез маленький, квадратный (0,12 мм), не достигает до середины длины щечных склеритов.

Брюшко. Верхние ветви хитиновой рамы короткие (0,07 мм) и толстые, примерно равны нижним. На верхних ветвях множество мелких шипиков. Нижние ветви достигают 8-9 рядов крючьев. В прикрепительном органе 60-64 ряда крючьев по 10-12 крючьев в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 2,5-2,9 мм.

Дыхательных нитей – 4. Верхняя пара несколько обособлена и толще нижней; из них верхняя нить почти под прямым углом изгибается и затем идет вперед; верхняя и нижняя нити образуют угол в 90°.

На VI-VIII-м сегментах брюшка ряды разновеликих шипиков, на IX-м – мелкие шипики и небольшой каудальный шип.

Систематические замечания. Сравнивая наши формы с описанием, приведенным И. А. Рубцовым [3], видим, что их характеристики в основном совпадают, различия наблюдаются только в описании личиночных стадий.

Биология. Малочисленный, редко встречающийся вид. Личинки и куколки обитают в малых реках и ручьях. Населяют водотоки с чистой водой, илисто-песчаным дном, шириной до 3 м, глубиной до 1,5 м, со скоростью течения 0,3-0,7 м/сек. Субстратом служат водные растения. В году развивается 2 генерации. Зимуют личинки. Их отрождение из яиц наблюдается в октябре – ноябре при температуре воды +5-8°C. В марте – апреле при температуре воды +8-12°C у личинок появляются зачатки дыхательных нитей. Окукливание происходит в апреле – начале мая при температуре воды +12-17°C. С июля до начала сентября в тех же водотоках при температуре воды +18-23°C найдены личинки и куколки летней генерации. Как кровосос не зарегистрирован.

Места обнаружения: лесостепь, степь (исключение Приазовье).

Общее распространение. Юго-Восточная и Восточная Европа, Казахстан, Сибирь.

Eusimulium aureum (Fries, 1824) (рис. 3).

Fries, 1824; Рубцов, 1940, 1956; Янковский, 2002

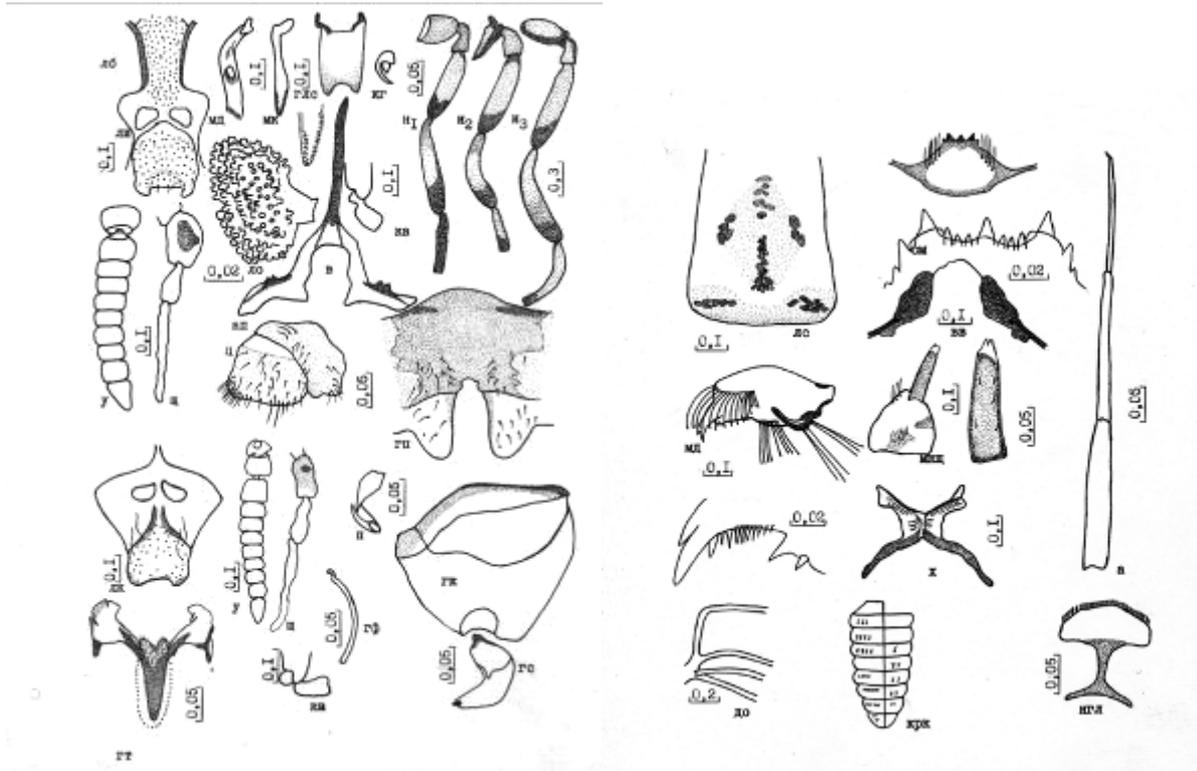


Рис. 3. *Eusimulium aureum* (Fries, 1824) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,0-4,5 мм.

Голова. Лицо, лоб и темя серовато-черные, густо покрыты светло-золотистыми волосками. Лоб узкий, его длина в 3 раза больше наименьшей ширины. Усики толстые и длинные с мелким серебристым опушением. Щупики темно-коричневые: 2-й членик очень толстый, его длина в 1,5 раза больше ширины, 4-й членик нитевидный, значительно превышает длину 2-го и 3-го члеников вместе взятых. Чувствительный орган округлый с большим количеством чувствительных бугорков. Глоточный склерит широкий, его длина в 2 раза больше ширины. Мандибула имеет зубчики только на внешней стороне. На максилле зубцы с внешней стороны более многочисленные.

Грудь. Спинка серовато-черная, густо покрыта ярко-золотистыми волосками. Щиток буровато-коричневый, с длинными волосками. Жужжальца желтые. Мембрана между боковыми склеритами голая.

Ноги желтовато-коричневые, затемнены средние и задние тазики, вершинная треть бедер и голеней и целиком лапки всех ног. 1-й членик передних лапок слегка расширен и уплощен, его длина в 7 раз больше ширины. 1-й членик задних лапок слегка сужается к концам. Параметры с 1 шипом. Гонофурка палочковидная.

Личинка. Длина тела 6-7 мм, окраска светлая, желтоватая или зеленоватая.

Голова желтая, лобный склерит с четким позитивным рисунком (крестообразным). Заднее срединное пятно не расширено к основанию, а вытянуто продольно и мостиком пигментации соединяется с передним срединным пятном, вокруг рисунка легкое затемненное облако. Антенна очень длинная (в среднем 0,5 мм), 1-й и 2-й членики примерно равны, 3-й составляет ¼ общей длины. В большом веере 45-53 луча.

Вершинный зубец на конце мандибулы очень крупный, сильно вытянут. Краевые зубцы хорошо развиты, передний зубец значительно крупнее заднего. Средний предвершинный зубец ниже уровня соседних. Срединный и боковые зубцы субментума хорошо развиты и прикрепляются чешуйками лишь до половины. Субментум трапециевидной формы с 4-мя щетинками по бокам, его длинна в среднем около 0,18 мм,

ширина 0,07 мм, на переднем крае сильно развиты срединный и боковые зубцы, последние чуть выше уровня срединного, промежуточные зубцы очень мелкие, из них средний ниже уровня соседних. Вентральный вырез головной капсулы округлый, неглубокий, составляет менее половины щечных склеритов.

Брюшко. Ректальные придатки простые. Задний прикрепительный орган состоит из 67-72 рядов крючков по 11-13 крючков в ряду.

Куколка. Длинна 3,5-4,0 мм. Кокон простой без окошечек, с плотным плетением стенок. Дыхательных нитей 4 с каждой стороны, они сидят попарно на коротких стебельках; верхняя пара слегка толще нижней. Нити широко расставлены, особенно резко выступает в сторону верхняя нить нижнего стебелька. Длина дыхательных нитей (4,5 мм) превосходит длину куколки.

Биология: Малочисленный вид. Населяет малые речки и ручьи. Личинки и куколки обитают на узколистой растительности и листьях злаков, опускающихся в воду, в местах, где скорость течения варьирует от 0,5 до 0,8 м/с. Развитие преимагинальных фаз происходит при температуре воды +11-29°C. Вид имеет 1-2 поколения. Первое вылетает и окукливается в конце июня, второе – развивается только в годы с теплой осенью, его вылет происходит только в сентябре. Зимуют в фазе яйца.

***Nevermannia lundstromi* Enderlein, 1921 (рис. 4).**

Enderlein, 1921: 212-224; Enderlein, 1922; Konovia, I, p. 68 (*Nevermannia*); 1930, Arch. Klass. phylog. Ent. I, p. 77 (*Cnetha*); Рубцов, 1956: 482 (*Eusimulium*); Rubtzov and Carlsson, 1956, Acta Univ. Lund. II, p. 25-27, (*Ch. kertessi*); Рубцов, 1962: 352 (*angustitarse*); Каплич, Сухомлин, Усова, 1992: 34-38; Янковский, 2002: 14, 360, 361, 363; Сухомлин, Зинченко, 2007: 73-78.

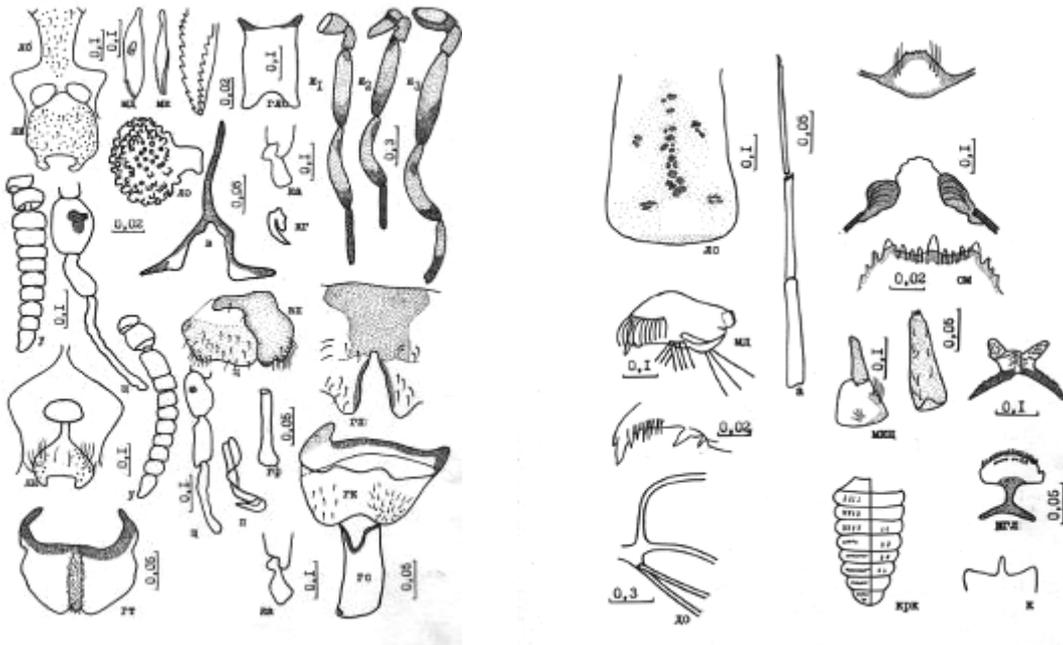


Рис. 4. *Nevermannia lundstromi* Enderlein, 1921 (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,0-3,3 мм.

Голова. Лоб высокий (длина – 0,19 мм, наибольшая ширина – 0,40 мм, наименьшая – 0,20 мм), опушен редкими волосками. Лицо округлое (длина – 0,25 мм, ширина – 0,23 мм), густо и равномерно опушено за исключением верхнего края. Усики коричневые, крупные (длина – 0,48 мм), 3-й членик почти равен 4-му. Щупик длинный, светло-коричневый; 2-й членик более темный, очень крупный (длина – 0,14 мм, ширина – 0,12 мм), 4-й членик по длине (0,30 мм) равен или чуть больше длины 2-го и 3-го члеников вместе взятых. Лаутерборнов орган округлый (длина – 0,07 мм, ширина – 0,04 мм), равномерно покрыт

чувствительными сосочками. Мандибула несет 20 зубцов по внутреннему краю. На максилле 13 внутренних и 10 наружных зубцов. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,25 мм, ширина – 0,14 мм), с короткими (0,03 мм) выростами по бокам и ровным верхним краем.

Грудь. Спинка черная, матовая с медно-желтым густым опушением.

Ноги окрашены в темный цвет, бедра и голени наиболее интенсивно затемнены на $\frac{1}{4}$ у вершины, 1-й членик передней лапки узкий, цилиндрический (длина – 0,40 мм, ширина – 0,07 мм), в 1,5 раза короче голени. Кальципала высокая, крупная (длина – 0,04 мм), занимает половину ширины членика на дистальном конце. Коготок с хорошо выраженным зубцом у основания, который достигает $\frac{1}{2}$ длины коготка.

Брюшко. Вилочка тонкая, её стебелек короткий (0,13 мм), ровный, ветви высокие (0,10 мм), широко расставлены, расходятся под углом 60-65°; лопасти на ветвях вилочки резко суживаются на концах. Базистернум с расширенным передним краем, Т-образный. Генитальные пластинки чуть языковидно вытянуты (0,09-0,10 мм), опушены редкими короткими волосками по внутреннему краю. Анальные пластинки (длина – 0,085 мм, ширина – 0,12 мм), с вытянутым наружным краем, наружный край немного рассечен и опушен группой длинных волосков. Церки прямоугольно-овальные, крупные (длина – 0,05 мм, ширина – 0,12 мм), более густо опушены по нижнему наружному краю.

Самец. Длина тела – 2,8-3,2 мм.

Голова. Лицевой киль широкий (0,21 мм) и короткий (0,13 мм), опушен волосками по бокам в нижней части. Усики коричневые, длина 2-го членика (0,08 мм) в 2 раза больше длины 4-го. Длина 4-го членика щупика (0,20 мм) меньше длины 2-го и 3-го члеников вместе взятых.

Грудь. Спинка бархатисто-черная с отчетливыми серебристыми пятнами. Ноги темные, голени более затемнены у основания и вершины. 1-й членик передней лапки узкий, цилиндрический (длина 0,44 мм), короче голени (0,65 мм), 1-й членика задней лапки имеет хорошо развитую кальципалу (длина – 0,03 мм) четырехугольной формы, которая занимает чуть меньше половины ширины членика на дистальном конце. Кальципала хорошо развита, ее длина (0,03 мм) равна ширине и занимает половину ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с заметной выемкой, которая занимает $\frac{3}{4}$ ширины членика.

Брюшко. Гоностерн пластинчатый (длина – 0,10 мм, ширина – 0,16 мм), закруглен и сужен в задней части; крючья короткие (0,07 мм) и сильно хитинизированы; валикообразный опушенный медиальный киль тянется вдоль всего тела гоностерна и выступает на заднем его конце. Гоностили почти прямоугольные (длина – 0,14 мм, ширина – 0,05 мм) с небольшим носком и маленьким шипиком на вершине. Гонофурка вытянутая (0,12 мм), слегка расширена и закруглена на вершине. Парамеры состоят из одного крупного шипа и вытянутого (0,09 мм) гоноплеврита.

Личинка. Длина тела – 5,5-6,0 мм. Окраска тела серовато-желтая со светло-коричневой головой.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы темный, крестообразный, боковые пятна не явственны, нижнее срединное пятно – в виде полоски; все пятна заключены в ромбическое затемненное «облачко». Антенна длинная (0,15 мм), тонкая, светло окрашена, все членики (исключение 1-й) приблизительно равны между собой. В большом веере 38-42 луча. Мандибула выпуклая по верхнему краю, ее длина (0,14 мм) более чем в 2 раза превышает ширину (0,06 мм). Вершинный зубец крупный (0,018 мм), тонкий; из предвершинных зубцов передний и задний равны по длине, срединный – короче их; внутренних зубцов 3-4; передний краевой зубец длинный, узкий у вершины и широкий у основания, задний зубец маленький. Максиллярный щупик длинный (длина – 0,13 мм, ширина – 0,04 мм). Субментум сужен на переднем крае, его длина (0,15 мм) больше ширины (0,05 мм), по бокам несет по 3-4 щетинки. Срединный зубец крупный, выше уровня боковых, наружный промежуточный зубец выше уровня внутреннего, средний – ниже соседних. Вентральный вырез маленький, округлый (длина – 0,14 мм равна ширине), занимает менее половины длины щечных склеритов.

Брюшко. Верхние ветви хитиновой рамы короткие (0,05 мм) и широкие с мелкими шипиками; нижние ветви тонкие и ребристые, по длине более чем в 2 раза превосходят верхние, достигают 12-13 ряда крючьев. В прикрепительном органе 54-69 рядов крючьев по 9-11 крючьев в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 2,8-3,5 мм.

Кокон с плотным кантиком и одним длинным роговидным выростом на переднем крае, который выступает за уровень краев кокона. Дыхательных нитей – 4. Верхняя пара несколько обособлена и толще нижней, из них верхняя нить почти под прямым углом изгибается и затем идет вперед. Верхняя и нижняя нити образуют угол в 125-130°.

Вооружение тергитов брюшка начинается с V-го сегмента. На V-м и VI-м сегментах по одному ряду разновеликих шипиков, на VII-VIII – по одному ряду крупных треугольных шипиков, на IX-м – мелкие треугольные шипики и крупный каудальный шип.

Систематические замечания. От описания, приведенного И. А. Рубцовым [3], наши формы отличаются деталями в строении половых придатков самок и самцов, морфологией личинок.

Биология. Малочисленный, редко встречающийся вид. Обитает в ручьях и малых реках. В сборах из ручьев бассейна р. Миус в июне – июле встречались единичные личинки и куколки. Ширина ручьев от 0,3-0,7 до 1,0 м, глубина – 30-60 см, скорость течения воды 0,2-0,5 м/сек. Дно илистое или илисто-каменистое. Температура воды в июне +16-19°С, в июле – августе +19-23°С. Субстрат – листья и стебли опускающихся в воду растений. Зимует в фазе яйца.

Места обнаружения: ручьи в Шахтерском районе Донецкой области.

Общее распространение. Венгрия, Германия, Швеция, Северо-Запад Европейской части СНГ.

Wilhelmia balcanica Enderlein, 1924 (рис. 5).

Enderlein, 1924, Рубцов, 1940, 1956; Янковский: 2002.

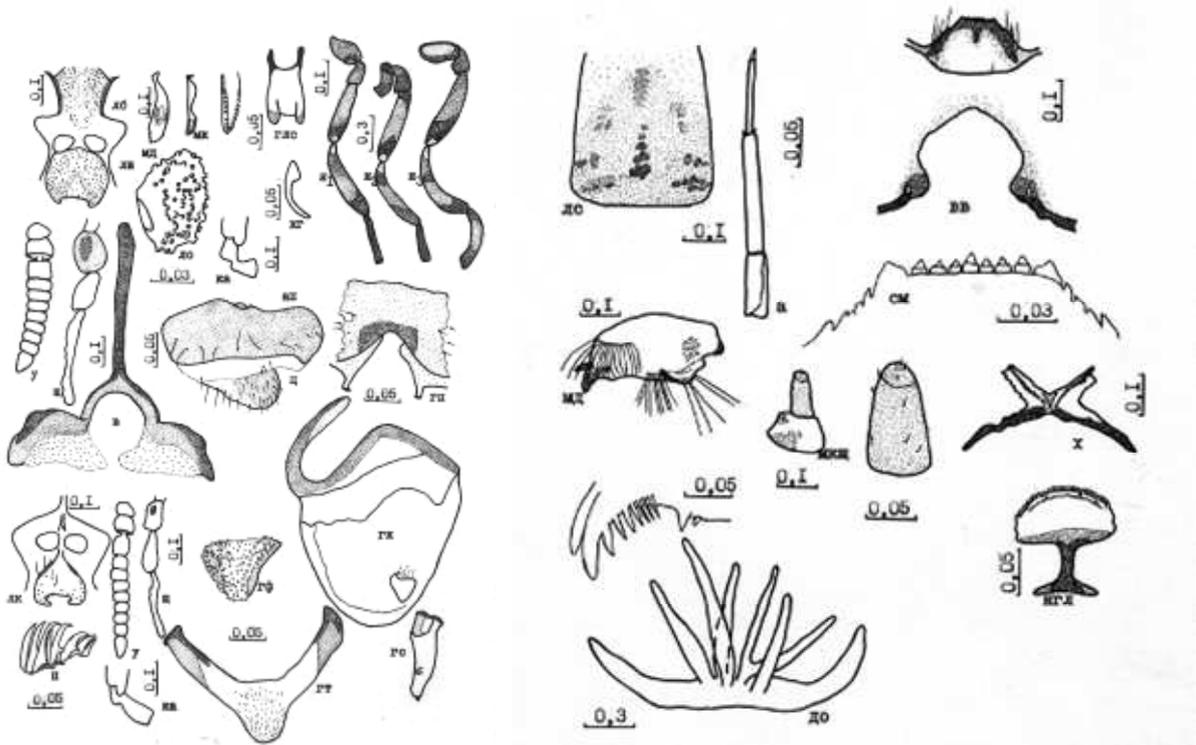


Рис. 5. *Wilhelmia balcanica* Enderlein, 1924 (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 2,0-2,5 мм.

Голова. Лоб широкий, темный, со светлым пятном посередине, более густо опушен на затылке и реже спереди, голый посередине. Лицо округлое, его длина равна ширине, темное, со светлым треугольным пятном спереди, густо опушено короткими волосками. Усик коричневый, длина второго членика чуть меньше длины 3-го и чуть больше длины 4-го. Щупик длинный, длина 4-го членика больше, чем 2-го и 3-го вместе взятых. 2-й членик округлый, крупный. Лаутерборнов орган крупный, занимает чуть больше половины длины и половину ширины членика, неравномерно покрыт чувствительными сосочками. Мандибула имеет 17 наружных и 10 внутренних зубцов. Максилла несет 10 наружных и 11 внутренних зубцов. Глоточный склерит небольшой, с большими крючьями и вогнутым краем.

Грудь. Окраска спинки матовая, серовато-черная. Опушение светло-золотистое равномерное. Жужжальца темно-серые.

Ноги. Окраска ног, как у самца. Кальципала хорошо развита, ее длина равна ширине и занимает чуть меньше половины ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с глубокой выемкой, занимающей $\frac{1}{2}$ ширины членика. Коготок длинный.

Брюшко. Вилочка с длинным и широким стержнем, ее ветви расходятся под углом 60° , образуют крупные лопасти, нижняя часть лопастей в виде тонкой пленки, опушенной короткими волосками, верхняя – сильно хитинизирована. Базистернум неправильной формы. Центральная часть дистального края опушена маленькими волосками. Генитальные пластинки небольшие, треугольные, с вытянутыми внутренними краями, равномерно опушены. Анальные пластинки широкие, лентовидные, с небольшим носком по внутреннему краю. Церки округло-треугольные.

Самец. Длина тела около 2 мм.

Голова. Лицо колбовидное, редко опушено волосками. Усики коричневые, длинные (0,6 мм), 2-й членик равен длине 4-го и короче 3-го. Щупик короткий, длина 4-го членика короче длины 2-го и 3-го члеников вместе взятых.

Грудь. Опушение спинки светло-золотистое, жилки крыла желтовато-белые. Ноги желто-коричневые. Голени у сочленения, задняя голень на $\frac{1}{3}$ от основания, 1-й членик задней лапки на $\frac{2}{3}$ желтые: вершина и основание затемнены. Кальципала хорошо развита, её длина равна ширине и занимает $\frac{1}{2}$ ширины членика на дистальном конце. Педискулькус с глубокой выемкой, достигающей $\frac{1}{2}$ ширины членика.

Брюшко. Гоностерн V-образный, маленький, его тело опушено редкими волосками, крючья длинные, расходятся под углом чуть больше 90° . Гонококситы крупные, вытянутые к вершине. Латеральный вырост большой. Гоностили маленькие с небольшим бугорком в центре внутренней стороны. Гонофурка треугольно-овальная, густо покрыта шипиками и короткими волосками. В параметрах по 7 неравновеликих приостренных шипов.

Личинка. Длина тела – 5,0-6,5 мм.

Голова. Головная капсула затемнена более сильно к затылку. Рисунок лба позитивный, крестообразный, широкий, передние и боковые пятна неяркие. Антенна короткая, 1-й членик чуть короче 3-го и почти в два раза меньше 2-го. В большом веере 30-33 луча. Вентральный вырез головной капсулы округлый, не достигает заднего края субментума на $\frac{1}{3}$ длины последнего.

Мандибула прямоугольная. Вершинный зубец мандибулы небольшой, чуть больше переднего предвершинного; предвершинные зубцы отдалены друг от друга; внутренних зубцов 4; краевые зубцы небольшие, задний зубец шиловидный. Максиллярный щупик короткий, расширен к основанию. Субментум широкий, несет по бокам по 4 щетинки.

Боковые зубцы ниже уровня остальных, вершины промежуточных зубцов лежат на одном уровне, срединный зубец выше уровня остальных.

Брюшко. Хитиновая рамка тонкая. Верхние ветви шире и короче нижних ветвей. В заднем прикрепительном органе около 100 рядов крючков по 20-22 крючка в верхних и 28-37 в нижних рядах. Ректальные придатки простые, толстые.

Куколка. Длина кокона около 3 мм. 8 дыхательных нитей. Из числа 6 срединных 2 верхних внутренних нити сливаются в 1 стебелек (главное отличие). Кокон с воротничком, нижняя часть воротничка нередко с явственным плетением.

Биология. Единичный вид. Зимовка может протекать в фазе яйца или личинки. Ежегодно отмечается два небольших по численности пика водных фаз (первый – в начале июня, второй – в начале августа). Вид по встречаемости редкий.

Места обнаружения: малые реки и большинство крупных ручьев Донецкой области.

Общее распространение. Европейская часть СНГ.

***Odagmia baracornis* (Smart, 1944) (рис. 6).**

Smart, 1944: 133; Рубцов, 1940; Рубцов, 1956: 661; Рубцов, Янковский, 1984; Янковский, 2002: 18, 458, 466, 473, 479, Рева, Усова, Семушин, 2013: 159.

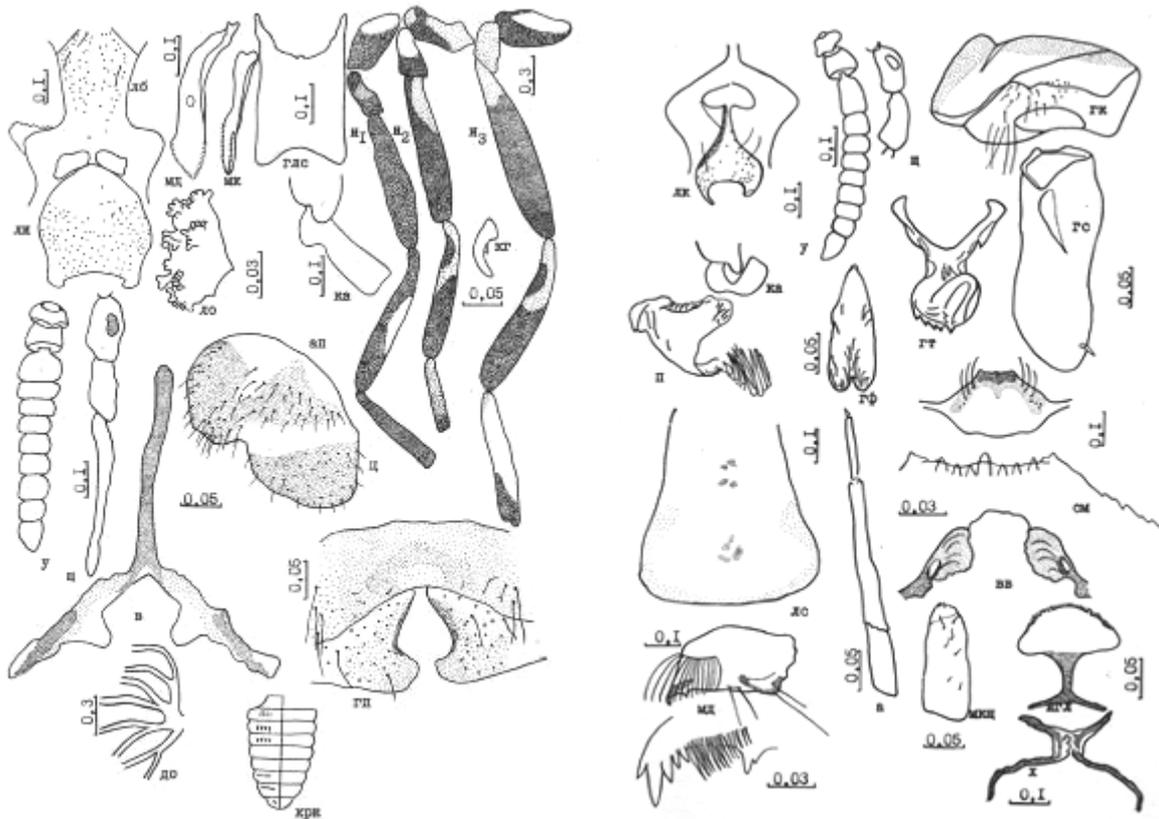


Рис. 6. *Odagmia baracornis* (Smart, 1944) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,0-3,3 мм.

Голова. Лоб высокий (0,18 мм), широкий (наименьшая ширина – 0,12 мм, наибольшая – 0,18 мм), неравномерно опушен волосками. Лицо почти круглое (ширина – 0,25 мм, длина – 0,24 мм), опушено в нижней части. Усик темно-коричневый (длина – 0,80 мм), 1-й и 2-й членики светло-коричневые, 3-й членик в 2 раза длиннее 4-го. Щупик светло-коричневый, длинный (0,90 мм), 4-й членик (0,49 мм) почти в 1,5 раза длиннее 2-го и 3-го вместе взятых. Лаутерборнов орган крупный (длина – 0,09 мм, ширина – 0,06 мм), занимает 1/3 длины и менее 1/2 ширины членика. Чувствительные сосочки расположены группами. Мандибула равномерно скошена, по внутреннему краю 13 зубцов, по наружному – 14. Максилла несет по 15 зубцов с обеих сторон. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,22 мм, ширина – 0,20 мм), с крупными боковыми выростами (0,1 мм) и мелким выростом посередине верхнего края.

Грудь. Спинка в центре темная, плечевые поля охряные.

Ноги. Желтовато-коричневые, бедра и голени 2-й и 3-й пары ног светлые на $\frac{1}{4}$ вершины; голени всех ног со светлыми пятнами. 1-й членик лапки передних ног темно-коричневый, его длина (0,05 мм) в 1,5 раза короче голени. Кальципала крупная (длина – 0,05 мм – равна ширине), занимает больше половины ширины членика на дистальном конце. Коготок с хорошо выраженным мелким зубчиком у основания.

Брюшко. Вилочка с высоким (0,25 мм) и утолщенным стержнем, ветви вилочки широко расставлены, образуют угол 100° , лопасти с хитиновыми лентовидными утолщениями и внутренними выростами; вырез между лопастями ромбовидной формы. Базистернум прямоугольный, без выемки по нижнему краю. Генитальные пластинки с вогнутым и более затемненным внутренним краем, опушены волосками. Анальные пластинки крупные, овально-треугольные (длина – 0,07 мм, ширина – 0,10 мм) с тупым наружным краем. Церки небольшие (длина – 0,04 мм, ширина – 0,05 мм) полукруглые.

Самец. Длина тела – 2,9-3,0 мм.

Голова. Лицевой киль округло-колбовидной формы, опушен длинными волосками, которые располагаются по бокам. Усик темно-коричневый (0,51 мм), 2-й членик равен по длине 4-му и в 2 раза короче 3-го. Щупик светло-коричневый.

Грудь. Спинка бархатисто-черная, в золотистых волосках. На плечевых полях заметны серебристые пятна.

Ноги черные. Голени средней и задней ног желтоватые у основания; 1-й членик задней лапки желтый более чем наполовину от основания. Кальципала мелкая (длина – 0,01 мм, равна ширине), занимает $\frac{1}{3}$ ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с едва заметной выемкой.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, носок его длинный (0,05 мм) и округлый. Гонокситы прямоугольной формы (длина – 0,06 мм, ширина – 0,12 мм), более густо опушены по нижнему краю. Гоностили вытянутые (длина – 0,30 мм, ширина – 0,10 мм), с почти параллельными краями; несут 1 шип; бугорок у основания невысокий (0,01 мм) и вытянутый (0,09 мм). Гонофурка расширена к вершине (длина – 0,15 мм, ширина – 0,05 мм), резко сужена на проксимальном и рассечена на $\frac{1}{10}$ длины у дистального конца. Парамеры состоят из более чем 10 разновеликих шипов, расположенных в несколько рядов, и крупных гоноплевритов (длина – 0,16 мм, ширина – 0,14 мм).

Личинка. Длина тела – 6,9-7,0 мм. Окраска тела желтовато-серая со светлой головой.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы едва просматривается, выделяются лишь срединные пятна. Антенна короткая (0,29 мм), 1-й членик (0,07 мм) в 2 раза короче 2-го. В большом веере 48-51 луч. Мандибула прямоугольная (длина – 0,31 мм, ширина – 0,20 мм); вершинный зубец клиновидный и широкий, крупный (0,01 мм); из предвершинных зубцов наружный наиболее крупный, средний и внутренний примерно одинаковые, их вершины разновеликие; краевые зубцы соприкасаются, передний примерно в 4 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,14 мм, ширина – 0,05 мм). Субментум прямоугольный (длина – 0,20 мм, ширина – 0,30 мм), несет по бокам по 4-5 щетинок. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец крупнее мелких боковых зубцов; промежуточные зубцы мелкие, широко расставлены, наружные чуть выше уровня среднего и внутреннего. Вентральный вырез некрупный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,15 мм), закруглен по верхнему краю.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими и длинными ветвями; верхние ветви (0,15 мм) короче нижних (0,20 мм), которые достигают 14-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 85-87 рядов крючьев по 12-14 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,3-3,6 мм. Кокон простой. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нити образуют угол, близкий к 180° . На VII-VIII-м тергитах брюшка по одному ряду равновеликих шипов. Каудальные шипы развиты хорошо.

Систематические замечания. Исследованные нами особи несколько отличаются от описанных И. А. Рубцовым [3] деталями строения вилочки самки и формой вентрального выреза личинки.

Биология. Вид малочисленный. Развивается в ручьях и малых реках шириной 3-5 м, глубиной 0,2-1,5 м со скоростью течения 0,3-0,7 м/сек. Личинки и куколки прикрепляются к водной растительности и камням. В году развивается 3-4 генерации. Личинки отрождаются в октябре – ноябре при температуре воды +9-14°C. Их окукливание и вылет имаго отмечается в апреле – начале мая, когда вода прогревается до +14-17°C. Вылет второго поколения происходит в конце июня – начале июля при температуре воды +19-22°C; третьего – в августе и сентябре при температуре воды +17-21°C. Зимуют личинки. Как кровосос не отмечен.

Места обнаружения: ручьи и малые реки юго-востока Донецкой области, за исключением Приазовья.

Общее распространение. Карпаты, юг Украины, Северный Кавказ.

***Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940) (рис. 7).**

Рубцов, 1940: 387-388 [*Simulium (Odagmia) ornatum*, var. *caucasicum*], Рубцов, 1956: 651; Янковский, 2002: 18, 458, 465, 473, 479, Рева, Усова, Семушин, 2013: 158.

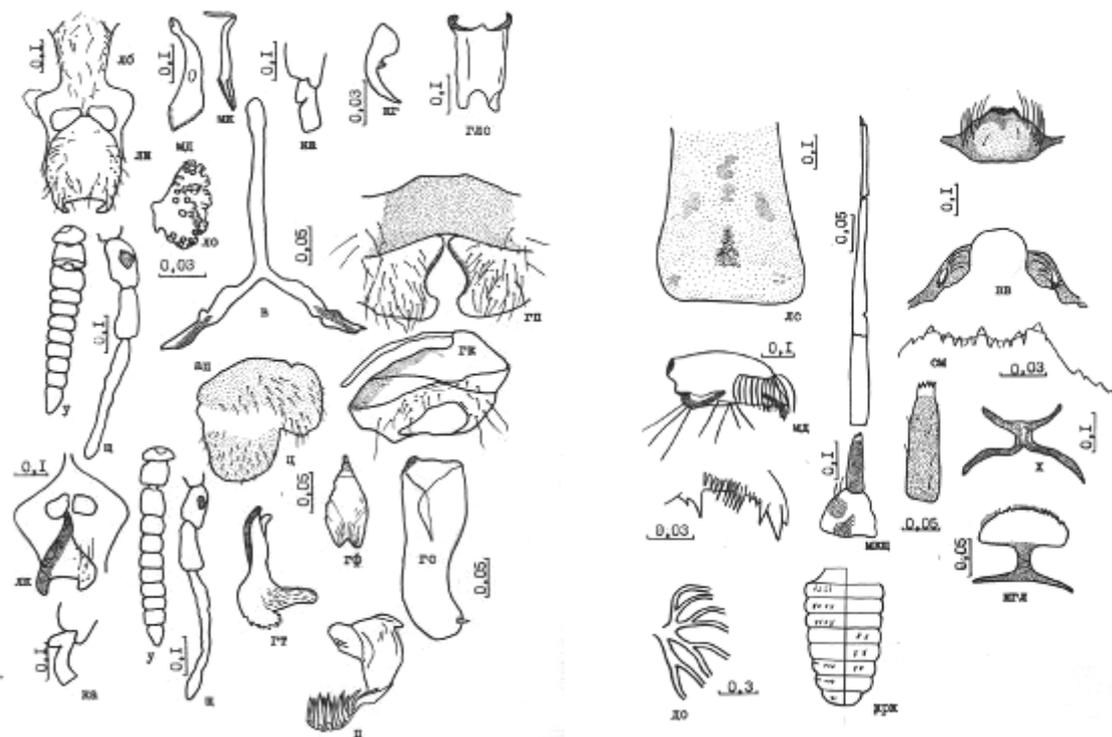


Рис. 7. *Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,6-3,8 мм.

Голова. Лоб высокий (0,17 мм), трапециевидный (наименьшая ширина – 0,15 мм, наибольшая – 0,18 мм), неравномерно опушен волосками. Лицо удлиненное (ширина – 0,18 мм, длина – 0,27 мм), в центре неопушенное. Усик темно-коричневый (длина – 0,50 мм), 1-й и 2-й членики светло-коричневые, 3-й членик в 2 раза длиннее 4-го. Щупик светло-коричневый, длинный (0,60 мм), 4-й членик (0,35 мм) более, чем в 1,5 раза длиннее 2-го и 3-го вместе взятых. Лаутерборнов орган не крупный (длина – 0,06 мм, ширина – 0,03 мм), занимает $\frac{1}{3}$ длины и $\frac{1}{2}$ ширины членика. Чувствительные сосочки расположены группами. Мандибула имеет 11 зубцов по внутреннему краю, по наружному – 15. Максилла несет 15 зубцов с внутренней стороны и 13 – с внешней. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,20 мм, ширина – 0,15 мм) с не крупными боковыми выростами (0,03 мм) и мелким выростом по середине верхнего края.

Грудь. Спинка сероватая с ярким серебристым подковообразным рисунком на плечевых полях.

Ноги в большей части охряно-желтые. Кальципала некрупная (длина – 0,03 мм, равна ширине), занимает меньше половины ширины членика на дистальном конце. Коготок с хорошо выраженным мелким зубчиком у основания.

Брюшко. Вилочка с высоким (0,25 мм) и утолщенным стержнем, ветви вилочки широко расставлены, образуют угол 100°, лопасти с небольшими хитиновыми утолщениями. Базистернум прямоугольный, без выемки по нижнему краю. Генитальные пластинки с вогнутым и более затемненным внутренним краем, густо опушены волосками. Анальные пластинки некрупные, овально-треугольные (длина – 0,07 мм ширина – 0,12 мм) с закругленными краями. Церки небольшие (длина – 0,05 мм, ширина – 0,07 мм) полукруглые.

Самец. Длина тела – 3,0-3,5 мм.

Голова. Лицевой киль удлинненно-колбовидной формы, опушен длинными волосками, которые располагаются по бокам. Усик темно-коричневый (0,51 мм), 2-й членик равен по длине 3-му и в 1,5 раза короче 4-го. Щупик светло-коричневый.

Грудь. Спинка с серебристой каймой; опушение из редких золотистых волосков.

Ноги. Первые два членика коричневые, более светлые, чем последующие. Задняя голень светлая примерно на четверть от основания; 1-й членик задней лапки светлый наполовину. Кальципала мелкая (длина – 0,01 мм, примерно равна ширине), занимает ¼ ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с едва заметной выемкой.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, носок его длинный (0,05 мм) и округлый. Гонококситы прямоугольной формы (длина – 0,10 мм, ширина – 0,16 мм), более густо опушены по нижнему краю. Гоностили вытянутые (длина – 0,20 мм, ширина – 0,07 мм), сапжковидной формы; несут по одному шипу; бугорок у основания невысокий (0,01 мм) и вытянутый (0,09 мм). Гонофурка расширена к вершине (длина – 0,15 мм, ширина – 0,05 мм), резко сужена на проксимальном и незначительно рассечена у дистального конца. Парамеры состоят из 10-и равновеликих шипов, расположенных в несколько рядов, и крупных гоноплевритов (длина – 0,18 мм, ширина – 0,07 мм).

Личинка. Длина тела – 7,0-8,0 мм. Окраска тела темно-желтая или грязно-зеленоватая.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный, очень бледный с более ярким нижним срединным пятном. Антенна короткая (0,29 мм), 1-й членик (0,07 мм) в 2 раза короче 2-го. В большом веере 48-52 луча. Мандибула прямоугольная (длина – 0,35 мм, ширина – 0,18 мм); вершинный зубец широкий (0,01 мм), крупный; из предвершинных зубцов наружный наиболее крупный, средний и внутренний примерно одинаковые, мелкие; внутренних зубцов – 9-10, они разновеликие; краевые зубцы соприкасаются, передний примерно в 4 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,20 мм, ширина – 0,03 мм). Субментум прямоугольный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,24 мм), несет по бокам по 7 щетинок. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец расположен на одном уровне с боковыми зубцами; промежуточные зубцы мелкие, наружные выше уровня среднего и внутреннего. Вентральный вырез некрупный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,16 мм), закруглен по верхнему краю.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими и длинными ветвями; верхние ветви (0,15 мм) короче нижних (0,20 мм), которые достигают 10-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 80-82 ряда крючьев, по 9-10 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,5-3,8 мм. Кокон простой. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нити образуют угол, близкий к 180°. На VII-VIII-м тергитах брюшка по одному ряду равновеликих шипов. Каудальные шипы некрупные.

Систематические замечания. Наши формы сходны с описанными И. А. Рубцовым [3] особями *Odagmia caucasica caucasica*, и отличаются количеством крючьев в каждом отдельном ряду заднего прикрепительного органа.

Биология. Вид ранневесенний, редко встречающийся. Нами отмечена 1 генерация. Зимуют личинки и яйца. Их развитие заканчивается в марте – начале апреля при

температуре воды +2-5°C. Окукливание личинок наблюдается в апреле при температуре воды +7-12°C. Кровососание не отмечено.

Места обнаружения: ручьи поймы р. Северский Донец.

Общее распространение. Северный Кавказ, Армения, Азербайджан, юг Украины.

***Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940) (рис. 8).**

Рубцов, 1940: 371 [*Simulium (Odagmia)*]; Рубцов, 1951: 801-804 [*Simulium (Odagmia)*]; Рубцов, 1956: 670-672; Янковский, 2002: 18, 459, 465, 466, 479, Рева, Усова, Семушин, 2013: 160.

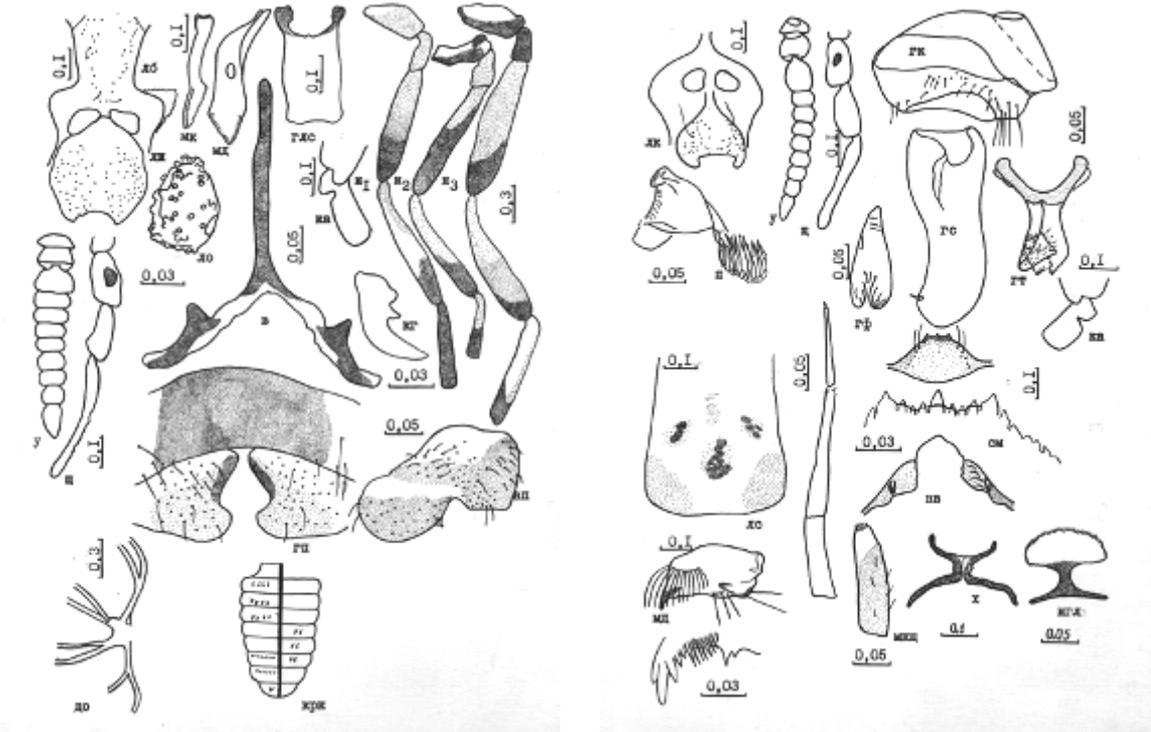


Рис. 8. *Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,4- 3,6 мм.

Голова. Лоб высокий (0,20 мм), трапецевидный (наименьшая ширина – 0,17 мм, наибольшая – 0,22 мм), неравномерно опушен волосками. Лицо удлиненное (ширина – 0,32 мм, длина – 0,32 мм), в центре неопушенное. Усик темно-коричневый (длина – 0,70 мм), 1-й и 2-й членики светло-коричневые, 3-й членик в 1,5 раза длиннее 4-го. Щупик светло-коричневый, длинный (0,84 мм), 4-й членик (0,42 мм) более чем в 1,5 раза длиннее 2-го и 3-го вместе взятых. Лаутерборнов орган не крупный (длина – 0,07 мм, ширина – 0,05 мм), занимает 1/3 длины и 1/2 ширины членика. Чувствительные сосочки расположены группами. Мандибула имеет 12 зубцов по внутреннему краю, по наружному – 14. Максилла несет 14 зубцов с внутренней стороны и 11 – с наружной. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,22 мм, ширина – 0,12 мм), с крупными боковыми выростами (0,08 мм) и мелким выростом посередине верхнего края.

Грудь. Крылья прозрачные, жилки белые. Жужжальца белые.

Ноги желтовато-белые, затемнены вершины передних и задних голеней, вершинная четверть и передний край 1-го членика задней ноги, вершинная половина 2-го членика средней и задней ног. Лапки всех трех ног в остальной части черные. 1-й членик передней лапки слабо расширен, по ширине равен ширине усиков. Кальципала крупная (длина – 0,06 мм, равна ширине), занимает половину ширины членика на дистальном конце. Коготок с хорошо выраженным мелким зубчиком у основания.

Брюшко. Вилочка с высоким (0,30 мм) стержнем, ветки вилочки широко расставлены, образуют угол 90°, лопасти с крупными хитиновыми утолщениями. Базистернум

прямоугольный, без выемки по нижнему краю. Генитальные пластинки с вогнутым и более затемненным внутренним краем, густо опушены волосками. Анальные пластинки некрупные, овально-треугольные (длина – 0,07 мм, ширина – 0,10 мм) с закругленными краями. Церки небольшие (длина – 0,05 мм, ширина – 0,07 мм) полукруглые.

Самец. Длина тела – 3,0-3,3 мм.

Голова. Лицевой киль округло-колбовидной формы, опушен длинными волосками, которые располагаются по всему лицевому килю. Усик темно-коричневый (0,51 мм), 2-й членик равен по длине 3-му и в 1,5 раза короче 4-го. Щупик светло-коричневый.

Грудь. Крылья прозрачные, жилки белые. Жужжальца светло-лимонно-желтоватые; к основанию затемнены. Ноги в большей части желтоватые; черные – передние лапки, основания средних ног и задние тазики, вершинная треть задней голени, 1-го членика лапки средней и задней ног, вершинная половина 2-го членика лапки средней и задней ног и остальная часть лапок. Кальципала мелкая (длина – 0,01 мм – примерно равна ширине), занимает $\frac{1}{4}$ ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с едва заметной выемкой.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, носок его длинный (0,05 мм) и округлый. Гонококситы округло-прямоугольной формы (длина – 0,10 мм, ширина – 0,16 мм), более густо опушены по нижнему краю. Гоностили вытянутые (длина – 0,20 мм, ширина – 0,07 мм), сапожковидной формы; несут 1 шип; бугорок у основания невысокий (0,01 мм) и вытянутый (0,09 мм). Гонофурка расширена к вершине (длина – 0,15 мм, ширина – 0,05 мм), резко сужена на проксимальном и незначительно рассечена у дистального конца. Парамеры состоят из более чем 10 разновеликих шипов, расположенных в несколько рядов, и крупных гоноплевритов (длина – 0,18 мм, ширина – 0,07 мм).

Личинка. Длина тела – 8,0-9,0 мм. Окраска тела светло-желтая.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный, очень бледный с более яркими нижним и боковыми срединными пятнами. Антенна короткая (0,29 мм), 1-й членик (0,07 мм) в 2 раза короче 2-го. В большом веере 24-28 лучей. Мандибула прямоугольная (длина – 0,35 мм, ширина – 0,18 мм); вершинный зубец широкий (0,01 мм), крупный; из предвершинных зубцов наружный наиболее крупный, средний и внутренний примерно одинаковые, мелкие; внутренних зубцов – 9-10, они разновеликие; краевые зубцы соприкасаются, передний примерно в 4 раза крупнее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,20 мм, ширина – 0,03 мм). Субментум прямоугольный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,24 мм), несет по бокам по 7 щетинок. Зубцы субментума сильно прикрыты чешуйками. Срединный зубец расположен на одном уровне с боковыми зубцами; промежуточные зубцы мелкие, наружные выше уровня среднего и внутреннего. Вентральный вырез некрупный (длина – 0,18 мм, ширина – 0,16 мм), закруглен по верхнему краю.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими и длинными ветвями; верхние ветви (0,15 мм) короче нижних (0,20 мм), которые достигают 10-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 80-85 рядов крючьев по 12-14 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,0-3,3 мм. Кокон простой. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2). Верхняя и нижняя нити образуют угол, близкий к 180°. На VII-VIII-м тергитах брюшка полные ряды разновеликих шипов. Каудальные шипы некрупные.

Систематические замечания. Исследованные нами особи сходны с описанием И. А. Рубцова [3], но отличаются отсутствием внутренних выростов на лопастях вилочки у самки и количеством крючьев в каждом отдельном ряду заднего прикрепительного органа личинки.

Биология. Вид ранневесенний, редко встречающийся. Развивается в чистых родниковых ручьях. Нами отмечена 1 генерация. Зимуют личинки. Их развитие заканчивается в марте – начале апреля при температуре воды +2-5°C. Окукливание личинок наблюдается в апреле при температуре воды +7-12°C. Кровососание не отмечено.

Места обнаружения: ручьи поймы р. Северский Донец.

Общее распространение. Юго-восточная Европа, Средняя Азия.

Odagmia frigida (Rubzov, 1940) (рис. 9).

Рубцов, 1940: 531 [*Simulium (Odagmia) ornatum* var.], 1956: 650-651; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992; Янковский, 2002: 18, 452, 458, 466, 473, 480; Сухомлин, Зінченко, 2007: 133-139, Рева, Усова, Семушин, 2013: 163.

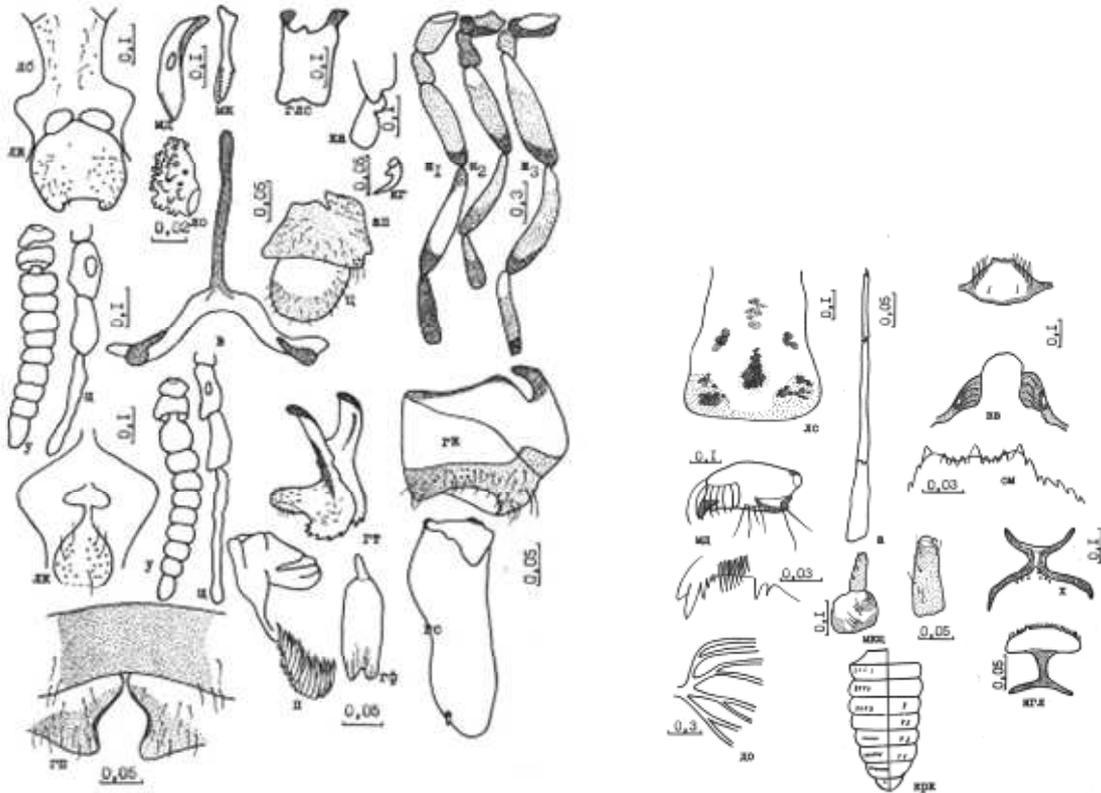


Рис. 9. *Odagmia frigida* (Rubzov, 1940) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,1-3,4 мм.

Голова. Лоб высокий (0,16 мм) и широкий, его наименьшая ширина (0,14 мм) почти в 1,5 раза меньше наибольшей (0,19 мм), опушен редкими волосками по бокам. Лицо широкое (длина – 0,22 мм, ширина – 0,27 мм), почти круглое, опушено в нижней части по бокам. Усики толстые, коричневые, их длина – 0,53 мм, ширина члеников в 2 раза больше длины. Щупики (0,65 мм) длиннее усиков, 4-й членик (0,30 мм) равен по длине 2-му и 3-му вместе взятым. Лаутерборнов орган маленький (длина – 0,04 мм, ширина – 0,03 мм), занимает $\frac{1}{3}$ длины и $\frac{1}{2}$ ширины членика, чувствительные сосочки располагаются группами. Мандибула имеет 13 наружных и 27 внутренних зубцов. Максилла с 12 наружными и 13 внутренними зубцами. Глоточный склерит прямоугольный (длина – 0,24 мм, ширина – 0,13 мм), с широкими боковыми выростами (0,04 мм) и шипом посередине верхнего края.

Грудь. Спинка сероватая, на плечевых полях несет серебристый подковообразный рисунок.

Ноги темные, коричневато-желтые, бедра на $\frac{3}{4}$ длины коричневые, более интенсивно окрашены у вершины. Голени средних и задних ног затемнены на $\frac{2}{3}$ длины у вершины. 1-й членик лапки передней ноги конический, с серебристым пятном, сильно расширен к вершине, его длина (0,5 мм) в 1,5 раза меньше длины голени. Кальципала высокая (0,04 мм), занимает $\frac{1}{2}$ ширины членика на дистальном конце. Коготок с мелким зубчиком у основания.

Брюшко. Вилочка с высоким (0,19 мм), слегка расширенным на вершине стержнем; её ветви имеют хорошо выраженные плечи и плавно расходятся под углом 84° ; на лопастях пологие хитинизированные утолщения. Базистернум лентовидный, имеет прямоугольное затемнение. Генитальные пластинки с вогнутыми внутренними краями, далеко отстоящими друг от друга, опушены короткими волосками. Анальные пластинки почти овально-

квадратные (длина – 0,08 мм, ширина – 0,14 мм), с неглубоким рассечением на переднем крае. Церки овальные (длина – 0,08 мм, ширина – 0,09 мм), опушены более густо в вершинной части.

Самец. Длина тела – 2,9-3,2 мм.

Голова. Лицевой киль опушен длинными волосками, которые располагаются по бокам. Усик темно-коричневый (0,55 мм), 2-й членик равен по длине 4-му и в 1,5 раза короче 3-го. Щупик светло-коричневый, длинный (0,62 мм), 4-й членик (0,30 мм) в 1,3 раза длиннее 2-го и 3-го вместе взятых.

Грудь. Спинка бархатисто-черная, в золотистых волосках. На плечевых полях с серебристым подковообразным рисунком.

Ноги коричневато-желтые, с серебристыми пятнами на передних голених. Передняя и средняя голени затемнены на $\frac{1}{5}$ у основания и $\frac{2}{5}$ у вершины. Голени задних ног с темным пятном у основания и затемнением на $\frac{1}{4}$ длины у вершины. 1-й членик лапки передней ноги конусовидный, его длина (0,60 мм) в 1,4 раза меньше голени (0,80 мм). Кальципала крупная (длина – 0,03 мм) и широкая (0,04 мм), занимает половину ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с глубокой выемкой, занимающей $\frac{1}{2}$ ширины членика.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, носок его длинный (0,05 мм) и относительно узкий, опушен мелкими волосками, пятка гоностерна зубчатая, крючья (0,10 мм) чуть длиннее тела (0,09 мм). Гонокситы почти квадратные (длина – 0,17 мм, ширина – 0,20 мм), более густо опушены по заднему краю, особенно у основания; латеральный вырост небольшой (0,03 мм), крючковидный. Гоностили вытянутые (длина – 0,28 мм, ширина – 0,10 мм), сужены и заострены к вершине и несут 1 шип; бугорок у основания невысокий (0,01 мм) и вытянутый (0,08 мм), опушен мелкими волосками. Гонофурка почти прямоугольная (длина – 0,15 мм, ширина – 0,04 мм), резко сужена на проксимальном и рассечена на $\frac{1}{8}$ длины у дистального конца. Парамеры состоят из более, чем 20 равновеликих шипов, расположенных в несколько рядов, и крупных гоноплевритов (длина – 0,14 мм, ширина – 0,10 мм).

Личинка. Длина тела – 7,1-7,8 мм. Окраска тела сероватая, голова светлая.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный, широкий; верхние и срединные пятна неясные. В большом веере 35-44 луча. Антенна светлая, длинная (0,38 мм), 1-й членик (0,11 мм) приблизительно равен 3-му и в 1,5 раза короче 2-го, не имеет насечки. Мандибула прямоугольная вытянутая (0,38 мм), ее ширина в 2 раза меньше длины. Вершинный зубец крупный (0,022 мм), острый, его длина до переднего предвершинного равна 0,015 мм; предвершинные зубцы сближены, уменьшаются от переднего к заднему; внутренних зубцов 8-9; передний краевой зубец в 1,5 раза длиннее заднего. Максилла с крупным щупиком (длина – 0,12 мм, ширина – 0,05 мм). Субментум сужается спереди (длина – 0,15 мм, ширина – 0,08 мм), несет по бокам по 4-5 щетинок. Вершины срединного и боковых зубцов лежат на одном уровне; средний промежуточный зубец лежит ниже уровня соседних. Вентральный вырез маленький, вытянутый (длина – 0,18 мм, ширина – 0,15 мм), занимает почти половину длины капсулы.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими ветвями; верхние ветви (0,12 мм) короче нижних (0,15 мм), которые достигают 12-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 62-72 ряда крючьев, по 10-12 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,0-3,3 мм. Кокон простой с тонкими стенками и плотным кантиком. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2), сидят на длинных стебельках, две верхние пары нитей имеют у основания один общий ствол. Две пары нижних нитей имеют более длинные стволы. Все стволы отходят от общего основания. На VI-VIII-м сегментах брюшка по одному ряду разновеликих шипов. Каудальные шипы маленькие, тупые.

Систематические замечания. Сравнение наших особей с описанием И. А. Рубцова [3] позволило выявить некоторые различия в строении половых придатков взрослых особей и морфологии личинок и куколок. У самок исследованной нами популяции более мелкий лаутерборнов орган, занимающий $\frac{1}{3}$ длины 2-го членика щупика, генитальные пластинки полностью покрыты мелкими волосками; анальная пластинка овально-квадратной формы.

Гонококситы самца более высокие (ширина примерно равна высоте); гоностили заострены в вершинной части; гонофурка рассечена на $\frac{1}{8}$ длины (по И. А. Рубцову, на $\frac{1}{3}$). Личинки отличаются строением антенны (наши формы не имеют насечки на 2-м членике) и деталями строения зубцов субментума. Куколка отличается вооружением брюшка, которое начинается с VI-го сегмента. На VI-м тергите – ряд мелких шипиков, на VII-м и VIII-м – крупные шипы, каудальный шип маленький и тупой.

Биология. Вид редкий. Обнаружен в ручьях, длина которых 200-500 м, ширина 0,6-1,5 м, глубина 20-60 см, скорость течения 0,3-0,7 м/сек. Температура воды: в марте +2-6°C, в апреле +7-12°C, в мае +12-17°C, в июне +16-21°C, в июле – августе +19-23°C. Вода чистая, дно песчаное. Субстратом для личинок служит водная растительность. Имеет 1-2 генерации. Зимуют яйца. Личинки старших возрастов и куколки встречались в конце мая – начале июне при температуре воды +15-20°C.

Места обнаружения: ручьи поймы рек Северский Донец, Красная, Айдар.

Общее распространение: Европа, Предуралье, Восточная и Западная Сибирь.

***Odagmia intermedia* (Roubaud, 1906) (рис. 10).**

Roubaud, 1906; Edwards, 1921: 221-225 (*Simulium ornatum*); Рубцов, 1940: 386-387 [*Simulium (Odagmia) ornatum* var. *nitidifrons*]; Grenier, 1953: 118-120 (*Simulium*), Рубцов, 1956: 646-647; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992: 134; Янковский, 2002: 19, 457, 465, 471, 479, Рева, Усова, Семушин, 2013: 162.

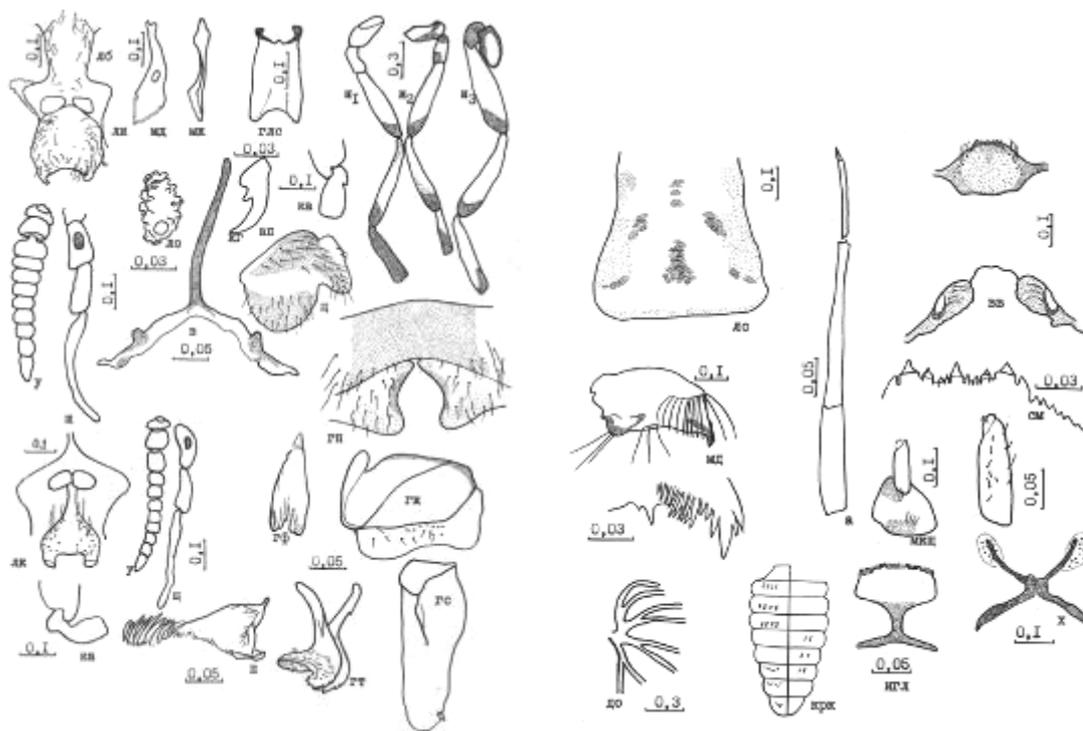


Рис. 10. *Odagmia intermedia* (Roubaud, 1906) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 4,8-5,3 мм.

Голова. Лоб высокий (длина – 0,15 мм, наибольшая ширина – 0,17 мм, наименьшая ширина – 0,13 мм), опушен редкими волосками по бокам. Лицо широкое (длина – 0,23 мм, ширина – 0,25 мм), опушено волосками по бокам и снизу. Усик коричневый, длинный (0,51 мм), 2-й членик (0,04 мм) почти равен 3-му и длиннее 4-го (0,03 мм). Щупик длинный (0,61 мм), 4-й членик (0,30 мм) длиннее 2-го и 3-го вместе взятых. Лаутерборнов орган небольшой (длина – 0,05 мм, ширина – 0,03 мм), густо покрыт чувствительными сосочками, занимает меньше половины длины (0,13 мм) и ширины (0,065 мм) членика. Мандибула имеет 35 внутренних и 16 наружных зубцов. У максиллы по 14 зубцов с обеих сторон. Глоточный

склерит длинный (длина – 0,24 мм, ширина – 0,13 мм), с короткими (0,04 мм) боковыми выростами и одним сосочковидным выростом посередине.

Грудь. Серебристые пятна на спинке отчетливые, боковые половинки серебристых пятен почти округлые.

Ноги светлые, затемнены лишь вершины бедер и голеней на 1/6 их длины. Кальципала небольшая (длина – 0,02 мм, ширина – 0,03 мм), занимает 1/3 ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с маленькой выемкой, занимающей 1/3 ширины членика.

Брюшко. Вилочка с длинным (0,21 мм) стержнем, тонкими ветвями, «плечи» пологие. Хитинизированные утолщения на лопастях хорошо развиты. Базистернум прямоугольный, опушен единичными волосками по дистальному краю. Генитальные пластинки с вогнутыми внутренними краями, максимальное расстояние между которыми – 0,07 мм; опушены редкими волосками. Анальные пластинки треугольные (длина – 0,09 мм, ширина – 0,16 мм), с рассеченным верхним краем. Церки полукруглые (длина – 0,07 мм, ширина – 0,10 мм).

Самец. Длина тела – 4,0-4,3 мм.

Голова. Лицо колбовидное (длина – 0,15 мм, ширина – 0,20 мм), опушено редкими длинными волосками по бокам. Усик длинный (0,54 мм), его 2-й членик (0,06 мм) равен 3-му. 4-й членик щупика превышает длину 2-го и 3-го члеников вместе взятых.

Грудь. На спинке – отчетливая серебристая кайма.

Ноги пятнистые. Задняя голень черная, 1-й членик задней лапки желтый на 1/2 длины у основания. Кальципала высокая (длина – 0,03 мм, ширина – 0,04 мм), занимает меньше половины ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с мелкой выемкой, занимающей 1/3 ширины членика.

Брюшко. Гоностерн сжат с боков, крючья длинные (0,08 мм), равны длине тела, носок длинный (0,05 мм), в пятке 7 зубцов. Гонококситы высокие (длина – 0,15 мм, ширина – 0,20 мм). Латеральный вырост маленький (0,02 мм). Гоностили длинные (длина – 0,25 мм, ширина – 0,09 мм), сужаются к вершине, бугорок у основания невысокий. Гонофурка треугольная, высокая (длина – 0,15 мм, ширина – 0,05 мм), рассечена на проксимальном конце и сужена на дистальном. В параметрах 10 крупных зубцов и мелкие, расположены в 2 ряда. Гоноплевриты треугольные (длина – 0,12 мм, ширина – 0,08 мм).

Личинка. Длина тела – 7,1-7,2 мм. Окраска тела сероватая.

Голова. Лоб светлее, чем окружающий склерит. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный четкий. В большом веере 55 лучей. Антенна светлая, длинная (0,49 мм), 1-й членик (0,15 мм) в 1,5 раза короче 2-го, который в свою очередь в 2 раза больше 3-го (0,11 мм). Мандибула широкая (длина – 0,40 мм, ширина – 0,25 мм). Вершинный зубец мандибулы тонкий, острый, на 0,015 мм длиннее переднего предвершинного; средний и задний предвершинный зубцы в 2 раза меньше переднего; внутренних зубцов – 10; краевые зубцы мелкие, острые. Максиллярный щупик длинный (0,15 мм) и тонкий (0,04 мм). Субментум сужается спереди (длина – 0,18 мм, ширина – 0,07 мм), несет по бокам по 8 щетинок, расположенных как неровный ряд. Зубцы субментума мелкие, сближены, вершины срединного и боковых лежат на одном уровне; из промежуточных зубцов – средний ниже внутреннего и наружного. Вентральный вырез маленький, его длина (0,11 мм) меньше ширины (0,14 мм).

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими длинными (0,16 мм) верхними ветвями и более широкими нижними ветвями, достигающими 16-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 84 ряда крючьев по 16 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,5-4,0 мм. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2), сидят на коротких стебельках. Угол расхождения верхней и нижней нитей у основания – 160°. На VII-VIII-м тергитах брюшка неполные и неровные ряды треугольных шипиков.

Систематические замечания. От *O. ornata nitidifrons* (Edw.) в описании И. А. Рубцова [3] наши формы отличаются менее глубоким вентральным вырезом головной капсулы личинки.

Биология. Вид малочисленный и редкий. Найден в верховьях малых рек и ручьев, затененных древесной растительностью и текущих по склонам оврагов, на участках шириной 0,5-1,0 м, глубиной 10-15 см при скорости течения воды 0,5-0,8 м/сек. В году развивается 3 генерации. Зимуют личинки, которые отрождаются в октябре – ноябре при температуре воды +9-14°C. Субстратом для личинок служат водная растительность, камни, ветви, листья опада. Окукливание наблюдается в апреле при температуре воды +12-14°C. Развитие второй генерации происходит с мая по июль, третьей – с июля по сентябрь при температуре воды +15-21°C.

Места обнаружения: повсеместно, за исключением водотоков Приазовья и Приднепровской низменности.

***Odagmia pratora* (Friederichs, 1922) (рис. 11).**

Friederichs, 1922: 31 (*Simulium ornatum*); Рубцов, 1940: 387 [*Simulium (Odagmia) ornatum* var.]; 1956: 647-650; Каплич, Сухомлин, Усова, 1992: 124-129; Янковский, 2002: 19, 450, 459, 471, 479; Сухомлин, Зінченко, 2007: 129-133, Рева, Усова, Семушин..., 2013: 156.

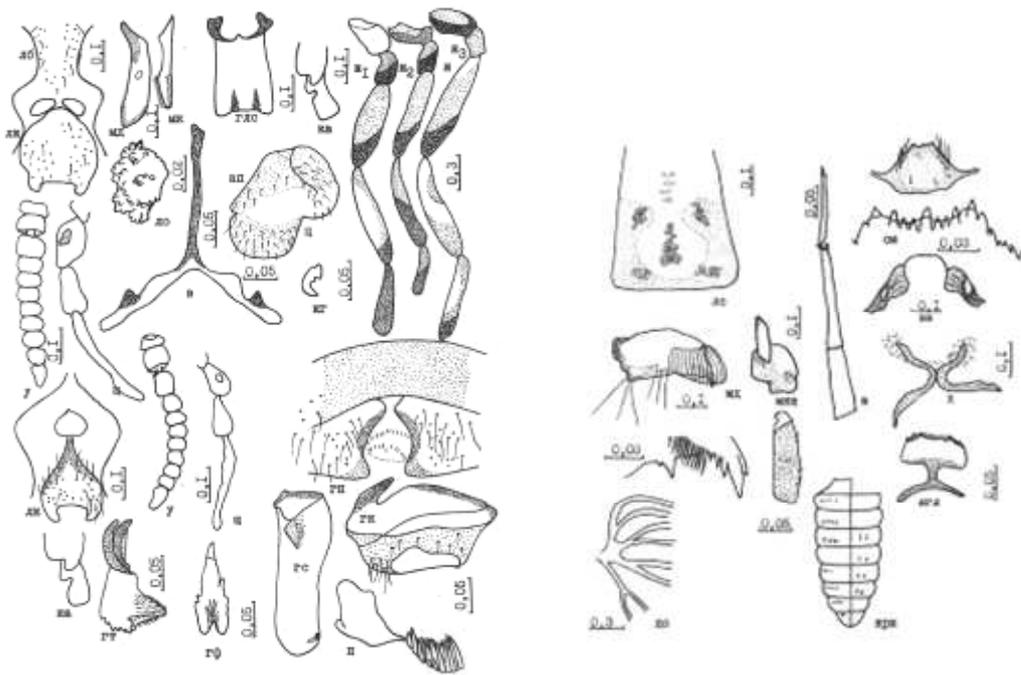


Рис. 11. *Odagmia pratora* (Friederichs, 1922) (условные обозначения – см. рис. 1)

Самка. Длина тела – 3,3-3,5 мм.

Голова. Лоб невысокий (длина – 0,15 мм) и широкий (наименьшая ширина – 0,15 мм, наибольшая – 0,22 мм), опушен по бокам волосками. Лицо овальное (длина – 0,25 мм, ширина – 0,26 мм), вытянутое в верхней части, опушено волосками по бокам. Усики темно-коричневые, 1-й и 2-й членики охристые, 2-й почти равен 3-му. Щупик длинный (0,76 мм), 4-й членик (0,36 мм) длиннее 2-го и 3-го вместе взятых (0,32 мм). Лаутерборнов орган не крупный (длина – 0,05 мм, ширина – 0,03 мм), занимает 1/3 длины и 3/4 ширины членика, чувствительные бугорки располагаются редкими группами. Мандибула неравномерно скошена, несет 12 наружных и 29 внутренних зубцов. Максилла имеет 11 наружных и 15 внутренних зубцов. Глоточный склерит прямоугольный, крупный (длина – 0,25 мм, ширина – 0,14 мм), с небольшими широкими боковыми выростами (0,05 мм) и мелким выростом посередине верхнего края, на заднем крае два елочковидных затемнения.

Грудь. Спинка серая, серебристый подковообразный рисунок неявственный.

Ноги охристо-коричневые, с серебристым пятном на голених передних ног. Бедра задней пары ног коричневые на 3/4, с более интенсивно окрашенными вершинами. Голени

средней пары ног затемнены на $\frac{1}{2}$; голени задних ног с темным пятном у основания и затемнением на $\frac{1}{2}$ длины у вершины. 1-й членик передней лапки конусовидный, расширяющийся к вершине, его длина (0,57 мм) почти в 2 раза меньше длины голени.

Самец. Длина тела – 2,8-3,3 мм.

Голова. Лицевой киль овально-вытянутый к вершине, голый в центре. Усики темно-коричневые (длина – 0,50 мм), 2-й и 3-й членики почти равны. Щупики светло-коричневые, длинные. 4-й членик (0,29 мм) чуть длиннее 2-го и 3-го вместе взятых (0,26 мм).

Грудь. Спинка бархатисто-черная с золотистыми волосками и неясными серебристыми пятнами.

Ноги охристо-коричневые, бедра темно-коричневые на $\frac{1}{3}$ у вершины; голени передней и задней ног с темным пятном у основания и затемнением на $\frac{1}{4}$ длины у вершины. 1-й членик лапки передней ноги расширен к вершине, его длина (0,50 мм) в 1,5 раза короче голени; 1-й членик задней лапки светлый менее половины его длины от основания. Кальципала крупная (длина – 0,02 мм, ширина – 0,04 мм), занимает половину ширины членика на дистальном конце. Педисулькус с глубокой выемкой, достигающей половины ширины членика.

Брюшко. Гоностерн крупный (длина – 0,08 мм), с зубчатой пяткой, сжат с боков; носок тупой, хорошо развит (0,04 мм), короче, чем у *O. ornata*, и опушен мелкими волосками, крючья длинные (0,07 мм), тонкие, чуть короче длины тела. Гонококситы чашеобразные, короткие (0,12 мм), трапециевидные, широкие – 0,22 мм; опушены волосками, более длинными по внутреннему краю; латеральный вырост крючковидный (0,03 мм). Гоностили вытянутые (длина – 0,24 мм, ширина – 0,08 мм) и немного сужаются к вершине (0,05 мм), на вершине – маленький шип; бугорок у основания гоностилей высокий (0,02 мм), опушен мелкими волосками. Гонофурка коническая (длина – 0,13 мм, ширина – 0,04 мм), сужается на проксимальном конце, на дистальном конце незначительно рассечена. Парамеры состоят из 8-9 крупных шипов и множества мелких, расположенных в несколько рядов; гоноплеврит крупный (длина – 0,10 мм, ширина – 0,07 мм).

Личинка. Длина тела – 6,8-7,8 мм. Окраска тела желтовато-серая, голова светлая.

Голова. Рисунок на лбу головной капсулы крестообразный широкий, верхне-срединные пятна не столь явственные, как остальные, нижний край капсулы более затемнен. В большом веере 55 лучей. Антенна короткая (0,37 мм), 1-й членик в 1,5 раза короче 2-го почти равен 3-му. Мандибула прямоугольная (длина – 0,38 мм, ширина – 0,17 мм). Вершинный зубец мандибулы крупный, заостренный (0,03 мм), его ширина до переднего предвершинного зубца равна 0,021 мм; предвершинные зубцы не сближены, уменьшаются от переднего к заднему, внутренних зубцов – 11; краевые зубцы острые, передний крупный, задний мелкий, соприкасается с передним. Максиллярный щупик длинный (0,13 мм) и тонкий (0,04 мм). Субментум трапециевидный, его длина – 0,16 мм в 2 раза больше ширины. Срединный зубец субментума крупный, расположен ниже уровня боковых зубцов; промежуточные зубцы находятся ниже уровня боковых, из них наружный наиболее крупный, средний и внутренний зубцы почти на одном уровне. Вентральный вырез маленький, занимает меньше половины длины щечных склеритов.

Брюшко. Хитиновая рама с тонкими длинными (0,15 мм) верхними ветвями и более широкими нижними ветвями, достигающими 14-го ряда крючьев. В заднем прикрепительном органе 70-75 рядов крючьев, по 12-16 крючков в каждом ряду.

Куколка. Длина тела – 3,0-3,3 мм. Дыхательных нитей 8 (2+2+2+2), сидят на обособленных стебельках. Угол расхождения верхней и нижней нитей у основания – 135-140°. На VI-VIII-х тергитах брюшка ряды разновеликих шипиков. Каудальные шипы маленькие.

Систематические замечания. От форм, описанных И. А. Рубцовым [3], наши особи отличаются более ярким рисунком на лобном склерите личинки.

Биология. Встречается редко. Развивается в небольших, до 300 м длиной открытых ручьях. Их ширина – 20-70 см, глубина – 5-25 см. Вода чистая, дно илистое, вязкое.

Субстратом для личинок служат листья и корни водных растений. Зимуют яйца. Отрождение личинок наблюдается в конце февраля – в марте при температуре воды +3–6°C.

Места обнаружения: водотоки Донецкого Кряжа, Приднепровской возвышенности, поймы р. Северский Донец и Донецкого Плато.

Общее распространение: европейская часть СНГ, Иркутская область, Германия.

Выводы

1. В результате наших исследований на территории Донецкой области обнаружено 11 редких и малочисленных видов мошек: *Hellichiella latipes* (Meigen, 1804), *Eusimulium angustipes* (Edwards, 1915), *Eusimulium aureum* (Fries, 1824), *Nevermannia lundstromi* Enderlein, 1921, *Wilhelmia balcanica* Enderlein, 1924, *Odagmia baracornis* (Smart, 1944), *Odagmia caucasica* (Rubzov, 1940), *Odagmia deserticola* (Rubzov, 1940), *Odagmia frigida* (Rubzov, 1940), *Odagmia intermedia* (Roubaud, 1906), *Odagmia pratora* (Friederichs, 1921).

2. Редкие и малочисленные виды мошек Донецкой области заселяют малые реки и ручьи, относительно чистые с песчаным и илисто-песчаным дном. Скорость течения в местах обитания личинок варьирует от 0,2 до 0,8 м/сек. Субстратом для преимагинальных фаз служат водная растительность, а также камни и любые предметы, попавшие в воду. Плотность личинок и куколок в местах обитания варьирует от 30–40 шт./дм².

3. Зимуют редкие и малочисленные виды мошек в водотоках Донецкой области в фазе личинки (*E. angustipes*, *O. baracornis*, *O. intermedia*, *O. deserticola*) и в фазе либо яйца (*H. latipes*, *E. aureum*, *O. frigida*, *O. pratora*), либо яйца или личинки (*O. caucasica*, *W. balcanica*) в зависимости от погодных условий.

4. Редкие и малочисленные виды мошек на территории Донецкой области могут являться моновольтинными (*H. latipes*, *O. caucasica*, *O. deserticola*) или поливольтинными, и иметь от 2 до 4 генераций в год.

5. Все вышеуказанные виды мошек не зарегистрированы как кровососы человека и домашних животных.

Список литературы

1. Рева М. В. Мошки (Diptera, Simuliidae) рода *Odagmia* Enderlein, 1921 юго-востока Украины / М. В. Рева, З. В. Усова, Р. Д. Семушин, В. И. Гринь // Проблемы экологии и охраны техногенного региона. – 2012. – № 1 (12). – С. 154–168.
2. Рева М. В. Фауна и биология мошек (Diptera, Simuliidae) рода *Odagmia* Enderlein, 1921 юго-востока Украины / М. В. Рева, З. В. Усова, Р. Д. Семушин // Проблемы экологии и охраны техногенного региона. – 2013. – № 1 (13). – С. 134–163.
3. Рубцов И. А. Мошки (сем. Simuliidae). Фауна СССР. Двукрылые насекомые / И. А. Рубцов. – М., Л. : Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 6, вып. 6. – 860 с.
4. Сухомлін К. Б. Мошки підродини Simuliinae мішаних лісів Європи (фауна, морфологія, філогенія, систематика, екологічні особливості) : автореф. дис. ... докт. біол. наук / К. Б. Сухомлін. – К., 2013. – 40 с.
5. Усова З. В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области / З. В. Усова. – М., Л. : Изд-во АН СССР, 1961. – 267 с.
6. Янковский А. В. Определитель мошек (Diptera, Simuliidae) России и сопредельных территорий бывшего СССР / А. В. Янковский. – СПб. : Изд-во РАН, 2002. – 570 с.

Reva M. V., Schelkova E. V., Baklanova A. E. The rare and small in numbers species of the black-flies in the Donetsk region. – The dates on the species composition and biology of rare and small in numbers stenobiont species of the black-flies in the Donetsk region are present.

Key words: black-flies, fauna, biology, stenobiont species.

© А. Д. Штирц, Ю. Е. Колосова

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ОТДЕЛЕНИЯ «МЕОТИДА» БООПТРЗ «ХОМУТОВСКАЯ СТЕПЬ – МЕОТИДА» В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: eco-1999@mail.ru

Штирц А. Д., Колосова Ю. Е. Экологическая структура населения панцирных клещей отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» в весенний период. – Установлен видовой состав и проанализированы основные экологические характеристики сообществ панцирных клещей (видовое богатство, средняя плотность населения, экологическое разнообразие, структура доминирования и соотношение жизненных форм) в 5-ти биотопах отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» в весенний период. Проведена оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю сообществ орибатид.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатиды, экологическая структура, сообщества, «Хомутовская степь – Меотида».

Введение

Фауна орибатид побережья Азовского моря изучена очень слабо. В 1969 г. Н. Н. Ярошенко [7] в прибрежной зоне на территории Донецкой области было собрано 70 проб в береговой зоне (шириной до 300 м), из которых впоследствии было извлечено 1650 экз. панцирных клещей 44 видов, относящихся к 35 родам и 27 семействам. В дерне, глинистых и суглинистых почвах на участках вдоль побережья обнаружено 24 вида, 5 из них доминирующие. В посадках желтой акации, клена полевого, лоха узколистного, тутовых деревьев отмечен 21 вид, из них 6 доминирующих. На косах, лиманах и в прибрежной зоне моря обнаружено 16 видов, из них 7 доминирующих. В наносах водорослей обнаружено 15 видов орибатид, 6 из которых являются доминирующими. В фауне орибатид побережья Азовского моря обнаружен новый вид – *Zygoribatula* sp. n.; *Hermannia scabra* (Koch) найден впервые на Украине. Наиболее распространенные виды – *Oppia* sp., *Scutovertex minutus* (Koch), *Passalozetes bidactylus* (Coggi), *Zygoribatula frisiae* (Oudms.), *Schelorbitatus laevigatus* (Koch), *Tectocephus velatus* Mich. Отмечено, что восемь видов орибатид являются промежуточными хозяевами ленточных червей (Anophlocephalidae) сельскохозяйственных животных [7, 8].

В связи с недостаточной изученностью орибатид побережья Азовского моря в пределах заповедных территорий Донбасса нами была поставлена цель – установить видовой состав и исследовать особенности экологической структуры населения панцирных клещей в весенний период на территории отделения «Меотида» (в окр. пос. Седово) БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида».

Материал и методика исследования

Сбор материала проводился в апреле 2016 г. на территории отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида». Всего было собрано 37 стандартных почвенных проб объемом 250 см³, из которых было извлечено 758 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 39 видам. Пробы были собраны в пяти биотопах: сосняк на берегу моря, лиман, сосняк у автотрассы «Новоазовск – Седово», лесополоса и степной участок.

Отбор почвенных проб и выгонка клещей в термоеклекторах проводились по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной [1]. Видовая принадлежность панцирных клещей устанавливалась при микроскопировании с помощью микроскопа Zeiss Primo Star (Германия). Для анализа структуры доминирования сообществ использовались градации доминирования по шкале Г. Энгельманна [9] для микроартропод, где: E – эудоминант (>40,0%), D – доминант (12,5–39,9%), SD – субдоминант (4,0–12,4%), R – рецедент (1,3–3,9%), SR – субрецедент (<1,3%). Анализ распределения жизненных форм

проведен в соответствии с работами Д. А. Криволицкого [2, 3]. Для оценки экологического разнообразия сообществ панцирных клещей исследуемых биотопов использованы индексы Шеннона, Пиелу, Маргалефа, Менхиника, Симпсона и Бергера-Паркера [4]. Оценка состояния окружающей среды с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей проведена в соответствии с методикой А. Д. Штирца [6]. Все расчеты проведены в MS Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных исследований в весенний период 2016 г. отражены в табл. 1.

Таблица 1

Видовой состав, численность и средняя плотность населения панцирных клещей исследуемых биотопов отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» (апрель 2016 г.)

№ п/п	Виды	Биотопы				
		Сосняк у берега моря	Лиман	Сосняк у автотрассы	Лесополоса	Степь
1.	<i>Palaeacarus kamenskii</i> (Zachvatkin, 1945)	1	13	1	0	0
2.	<i>Sphaerochthonius dilutus</i> Sergienko, 1991	1	0	0	0	2
3.	<i>Brachyochthonius immaculatus</i> Forsslund, 1942	0	0	1	1	0
4.	<i>Liochthonius strenzkei</i> Forsslund, 1963	1	0	0	0	0
5.	<i>Rhysothritia ardua affinis</i> (Sergienko, 1989)	0	0	0	6	0
6.	<i>Epilochmania cylindrica cylindrica</i> (Berlese, 1904)	0	0	0	5	0
7.	<i>Plesiodamaeus ornatus</i> Perez-Inigo, 1972	0	0	0	0	4
8.	<i>Metabelba papillipes</i> (Nicolet, 1855)	0	0	0	1	0
9.	<i>Fosseremeus laciniatus</i> (Berlese, 1905)	10	0	0	1	0
10.	<i>Microzetorches emeryi</i> (Coggi, 1898)	0	0	1	0	0
11.	<i>Dorycranosus zachvatkini</i> (Kulijew, 1962)	0	0	0	0	1
12.	<i>Tectocephus velatus</i> (Michael, 1880)	0	0	2	1	1
13.	<i>Discoppia cylindrica</i> (Perez-Inigo, 1964)	126	0	4	0	22
14.	<i>Graptoppia foveolata</i> (Paoli, 1908)	8	0	0	11	43
15.	<i>Micropoppia minus</i> (Paoli, 1908)	61	90	116	4	0
16.	<i>Multioppia glabra</i> (Mihelčič, 1955)	0	0	0	1	3
17.	<i>Ramusella mihelcici</i> (Perez-Inigo, 1965)	0	0	0	30	1

№ п/п	Виды	Биотопы				
		Сосняк у берега моря	Лиман	Сосняк у автотрассы	Лесополоса	Степь
18.	<i>Oppia</i> sp.	2	0	0	0	2
19.	<i>Suctobelbella perpendiculata</i> (Forsslund, 1958)	0	0	0	2	0
20.	<i>Suctobelbella</i> sp.	10	0	4	1	0
21.	<i>Passalozetes africanus</i> (Grandjean, 1932)	10	1	0	0	1
22.	<i>Scutovertex minutus</i> (C.L. Koch, 1836)	0	0	0	0	8
23.	<i>Peloribates europaeus</i> Willmann, 1935	0	0	0	0	7
24.	<i>Zygoribatula exarata</i> (Berlese, 1917)	6	5	0	0	2
25.	<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudemans, 1900)	0	0	1	0	5
26.	<i>Zygoribatula terricola ucrainica</i> (Iordansky, 1990)	1	0	0	1	3
27.	<i>Protoribates elongatus</i> Mihelčič, 1955	0	0	0	0	11
28.	<i>Protoribates capucinus</i> (Berlese, 1908)	2	0	0	19	1
29.	<i>Hemileius humeralis</i> Perez-Inigo, 1990	0	0	0	0	16
30.	<i>Scheloribates fimbriatus</i> (Thor, 1930)	0	0	0	0	2
31.	<i>Scheloribates laevigatus</i> (C.L. Koch, 1835)	6	0	0	0	0
32.	<i>Scheloribates</i> sp.	0	0	0	6	0
33.	<i>Ceratozetes</i> cf. <i>minutissimus</i> (Willmann, 1951)	0	0	0	0	14
34.	<i>Punctoribates liber</i> Pavlitshenko, 1991	0	0	0	0	2
35.	<i>Peloptulus phaenotus</i> (C.L. Koch, 1844)	0	0	0	0	1
36.	<i>Latilamellobates naltschicki</i> Shaldybina, 1971	1	0	0	0	0
37.	<i>Tectoribates ornatus</i> (Schuster, 1958)	0	0	0	8	6
38.	<i>Galumna dimorpha</i> Krivolutzkaja, 1952	0	0	0	15	1
39.	<i>Galumna</i> sp.	0	0	0	1	0
Количество проб		7	7	7	7	9
Численность (экз.)		246	109	130	114	159
Количество видов		15	4	8	18	24
Средняя плотность (экз./м ²)		14060	6230	7430	6510	7070

Достаточно специфические эдафические условия на исследуемых территориях отражаются на показателях средней плотности населения панцирных клещей (рис. 1). В биотопах лиман, лесополоса, степь и сосняк у автотрассы этот показатель в среднем

составляет 6-7 тыс. экз./м², и только в сосняке у берега моря он достигает 14 тыс. экз./м² (в основном за счет высокой численности мелких видов *D. cylindrica* и *M. minus*). Видовое богатство орибатид было минимальным в лимане (отмечено всего 4 вида) и в сосняке у автотрассы – 8 видов. В сосняке у берега моря обнаружено 15 видов, максимальные показатели были отмечены в лесополосе (18 видов) и на степном участке (24 вида).

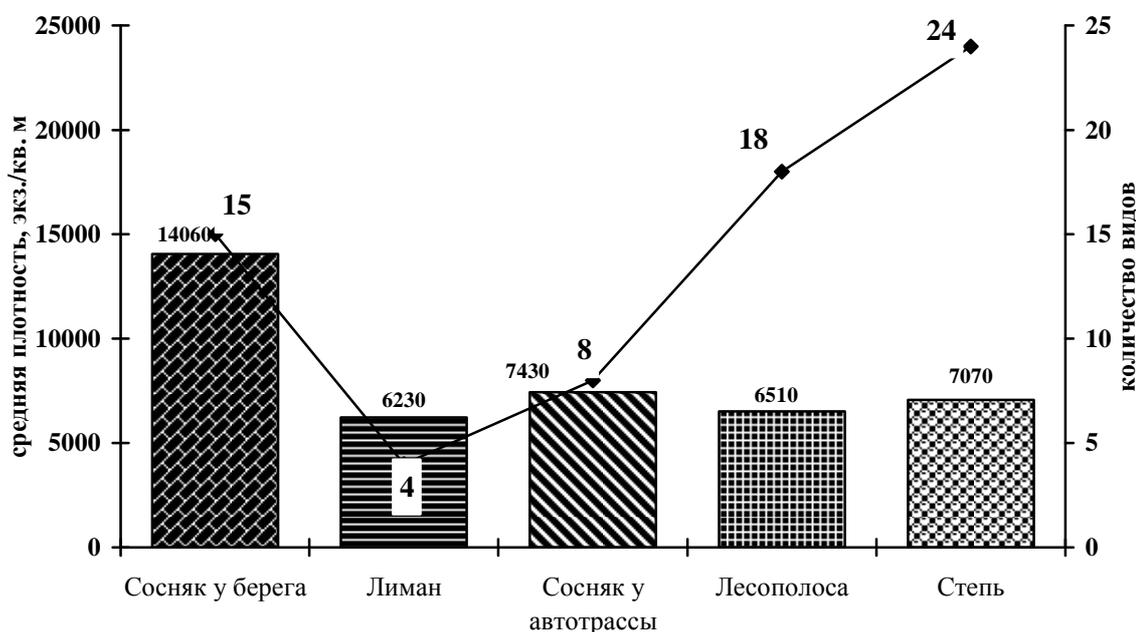


Рис. 1. Средняя плотность населения и видовое богатство панцирных клещей исследуемых биотопов отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» (апрель 2016 г.)

Анализ индексов экологического разнообразия (табл. 2) показал, что по большинству индексов максимальные показатели отмечены на степном участке, а по индексу Пиелу и Бергера-Паркера – и в лесополосе. Минимальные показатели по большинству индексов зарегистрированы в сосняке у автотрассы, а по индексу видового богатства – Маргалефа и Менхиника – в лимане. В целом следует отметить, что максимальные показатели одного из наиболее показательных индексов – Шеннона составили в лесополосе – 2,3, на степном участке – 2,5, что свидетельствует о достаточно высоком экологическом разнообразии исследуемых сообществ. Напротив, в лимане и в сосняке у автотрассы эти показатели не превышают 0,6, что свидетельствует о явном нарушении структуры сообществ и крайне низком экологическом разнообразии орибатид данных участков. Та же тенденция прослеживается и по другим индексам.

Таблица 2

Индексы экологического разнообразия панцирных клещей исследуемых биотопов отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» (апрель 2016 г.)

Индексы экологического разнообразия	Биотопы				
	Сосняк у берега моря	Лиман	Сосняк у автотрассы	Лесополоса	Степь
Индекс Шеннона	1,56	0,57	0,53	2,30	2,52
Индекс Пиелу	0,58	0,43	0,25	0,79	0,79
Индекс Симпсона	3,04	1,44	1,25	7,70	8,42
Индекс Маргалефа	2,54	0,64	1,44	3,59	4,53
Индекс Менхиника	0,96	0,38	0,70	1,69	1,90
Индекс Бергера-Паркера	1,95	1,21	1,12	3,80	3,70

Анализ структуры доминирования панцирных клещей (рис. 2) в сосняке у берега моря показал, что более половины численности всего населения составляет вид *D. cylindrica*. На долю другого доминанта (*M. minus*) приходится почти 25%. Таким образом, общая доля этих двух мелких видов из группы обитателей мелких почвенных скважин превышает 3/4 всего населения орибатид. Тем не менее, несмотря на достаточно специфические эдафические условия (песчаные почвы), в сообществе присутствовали не только рецеденты (3 вида, 8,11%), но и субрецеденты (7 видов, 3,62%).

Крайне экстремальные эдафические условия лиманов Кривой Косы сказались на структуре доминирования сообщества панцирных клещей. Здесь более 80% от численности всех орибатид приходится на долю *M. minus*. К субдоминантам отнесены 2 вида, к субрецедентам – 1 вид.

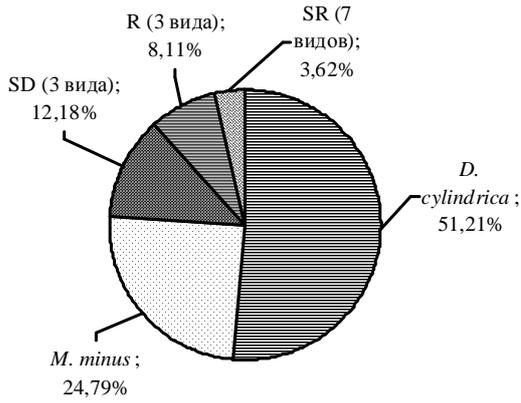
Та же картина наблюдается и в сосняке у автотрассы. Здесь около 90% от численности всего сообщества приходится на эудоминантный вид *M. minus*. Тем не менее, свыше 10% населения составляют редкие виды (рецеденты и субрецеденты).

Структура доминирования на участке лесополосы характеризуется отсутствием эудоминантов. На долю трех доминантных видов *P. capucinus*, *R. mihelcici*, *G. dimorpha* приходится 56%. К субдоминантам отнесены 4 вида (31,6%), к редким отнесены 10 видов – более 12%.

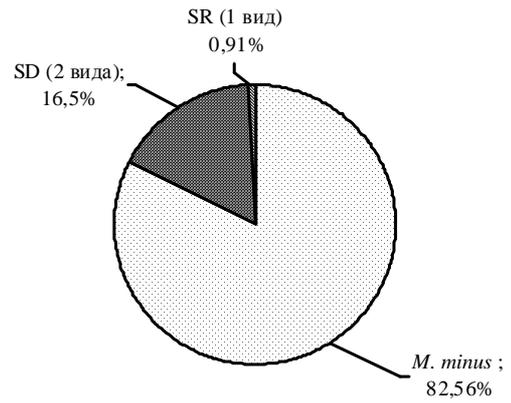
На степном участке доминируют виды *G. foveolata* (27,04%) и *D. cylindrica* (13,86%), к субдоминантам относятся 5 видов (35,20%), к рецедентам – 5 видов (13,18%), к субрецедентам – 12 видов (10,59%). Таким образом, структура доминирования на степном участке в отделении «Меотида» близка к таковой на степных заповедных территориях Донбасса [5], хотя по численности населения значительно им уступает. Следует также отметить явные нарушения структуры доминирования сообществ орибатид лимана и сосняков у автотрассы и у берега моря (см. рис. 2).

В исследуемых биотопах отмечены представители всех шести адаптивных типов орибатид (рис. 3). Наибольшее разнообразие жизненных форм зафиксировано в лесополосе, здесь же отмечены представители всех жизненных форм, при этом доминируют обитатели мелких почвенных скважин и вторично неспециализированные формы, а также достаточно высокая доля обитателей поверхности почвы и обитателей толщи подстилки, по сравнению с другими участками. В лесополосе соотношение между жизненными формами более выровнено, по сравнению с другими участками. На степном участке преобладают представители двух жизненных форм – вторично неспециализированные (50,37%) и обитатели мелких почвенных скважин (44,66%). В лимане и сосняках наблюдается явное доминирование обитателей мелких почвенных скважин (в основном за счет видов *D. cylindrica* и *M. minus*), на долю которых приходится 80–95% всего населения. Первично и вторично неспециализированные формы здесь не вносят существенного вклада в общий характер распределения жизненных форм орибатид. Представители других адаптивных типов отсутствуют.

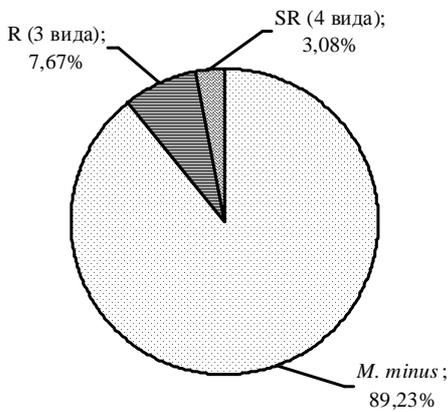
Анализируя интегральный показатель сообщества панцирных клещей [6] исследуемых биотопов отделения «Меотида» (рис. 4), следует отметить, что в лимане экологическое состояние окружающей среды характеризуется **значительным уровнем отклонения от нормы (IV уровень, 10 баллов)**, в сосняке у берега моря и у автотрассы – **средним уровнем отклонения от нормы (III уровень, 13 и 11 баллов, соответственно)**, а в лесополосе и на степном участке отмечены **незначительные отклонения от нормы (II уровень, по 19 баллов)**.



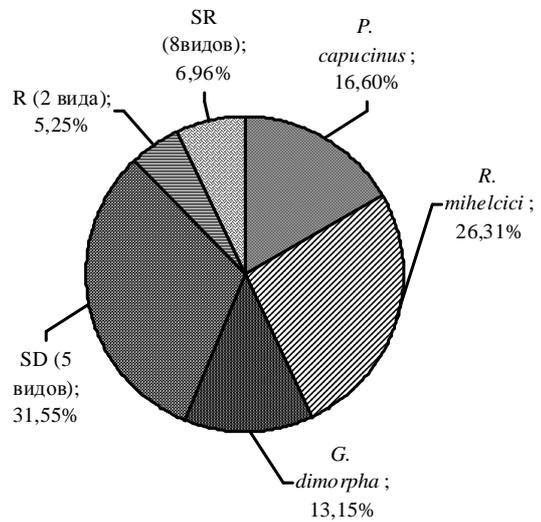
Сосняк у берега моря



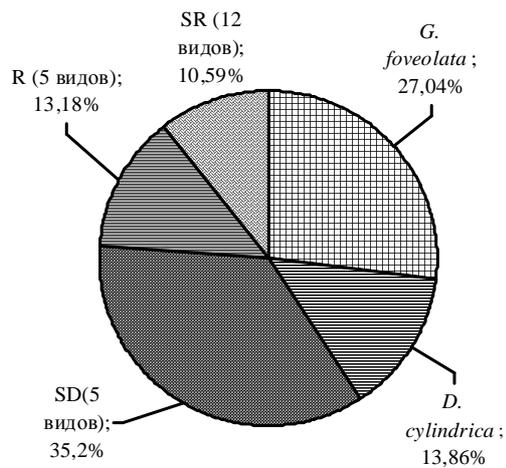
Лиман



Сосняк у автотрассы



Лесополоса



Степь

Рис. 2. Структура доминирования панцирных клещей исследуемых биотопов отделения «Меотиды» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотиды» (апрель 2016 г.)

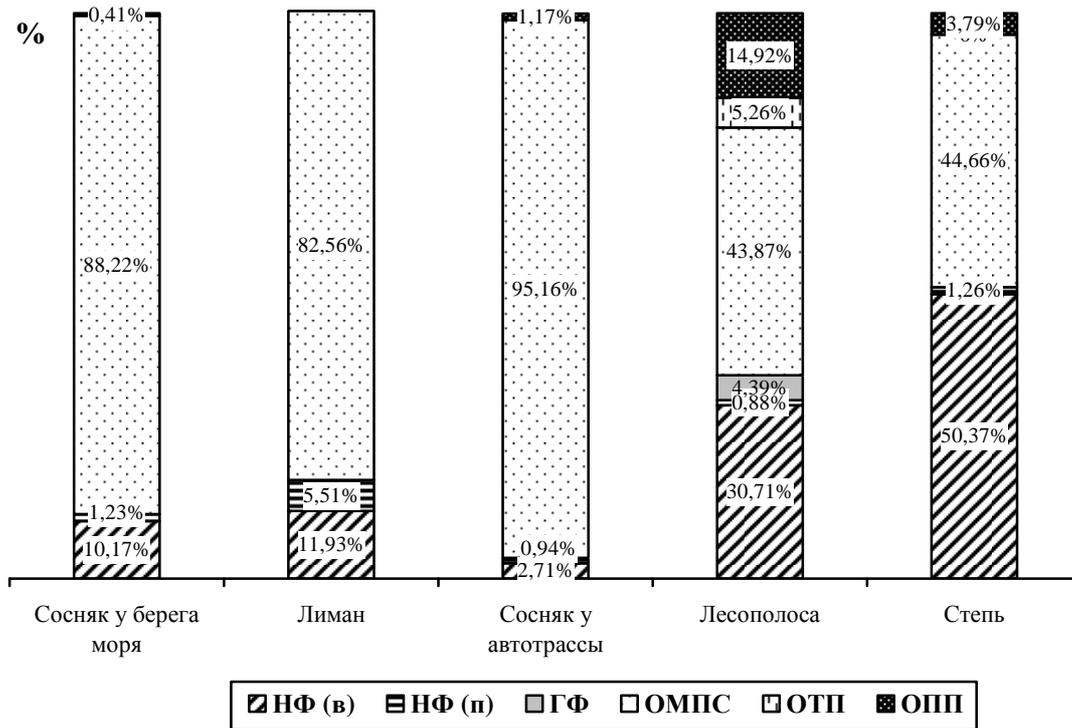


Рис. 3. Соотношение жизненных форм панцирных клещей исследуемых биотопов отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» (апрель 2016 г.):

ОПП – обитатели поверхности почвы, ОТП – обитатели толщи подстилки, ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин, ГФ – глубокопочвенные формы, НФ (п) – первично неспециализированные формы, НФ (в) – вторично неспециализированные формы.

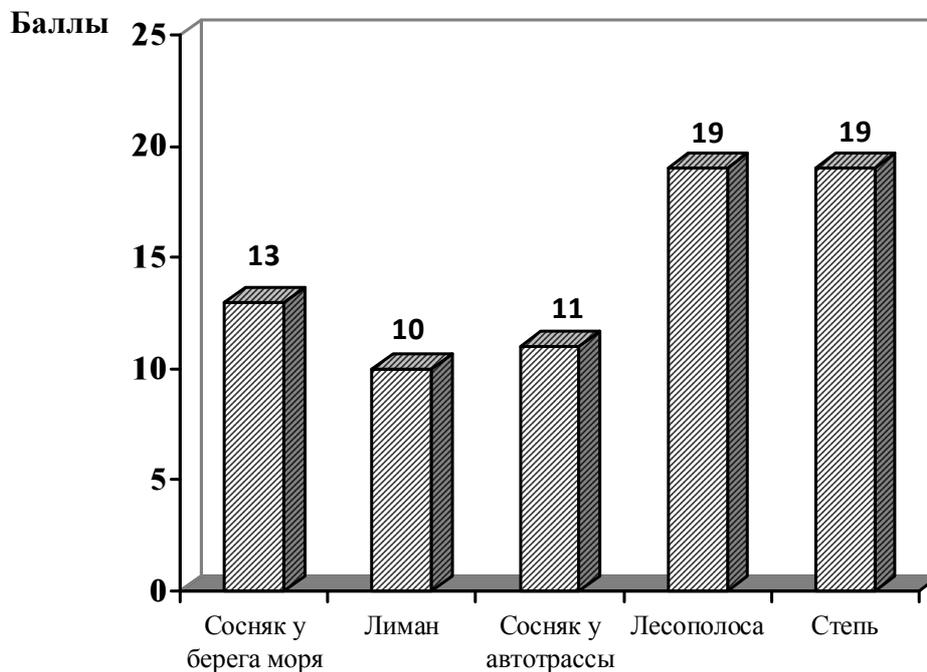


Рис. 4. Интегральный показатель сообщества панцирных клещей исследуемых биотопов отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» (апрель 2016 г.)

Выводы

В весенний период в лимане и сосняках у берега моря и у автотрассы «Новоазовск – Седово» на территории отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» отмечены достаточно низкие показатели средней плотности населения, видового богатства и экологического разнообразия панцирных клещей. На этих участках отмечено явное нарушение структуры доминирования и соотношения жизненных форм панцирных клещей. На степном участке и в лесополосе видовое богатство и экологическое разнообразие орибатид было высоким, хотя численность, по сравнению со степными заповедными территориями Донбасса, достаточно низкая. Структура доминирования и соотношение жизненных форм орибатид в лесополосе и степи более выровнены, по сравнению с другими участками. Отмечено присутствие всех жизненных форм и большое количество рецедентных и субрецедентных видов.

Исследуемые биотопы отделения «Меотида» БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» характеризуются достаточно специфическими условиями (песчаные почвы, псаммофитная растительность), что накладывает отпечаток на экологическую структуру сообществ обитающих здесь панцирных клещей. Отмечено явное доминирование мелких видов из группы обитателей почвенных скважин, являющихся эудоминантами и доминантами сообществ и нарушение в целом экологической структуры сообществ орибатид лимана и сосняков у берега моря и у автотрассы. На степном участке экологическая структура населения панцирных клещей более выровнена и по основным синэкологическим показателям (за исключением, средней плотности) приближается к таковой в отделении «Хомутовская степь».

Список литературы

1. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – орибатиды / Е. М. Буланова-Захваткина. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
2. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) / Д. А. Криволицкий // Зоол. журн. – 1965. – 44, № 8. – С. 1176-1189.
3. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / Криволицкий Д.А., Лебрен Ф., Кунст М. и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М. : Наука, 1995. – 224 с.
4. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение : пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М. : Мир, 1992. – 184 с.
5. Штирц А. Д. Структура и динамика населения панцирных клещей заповедных степей юго-востока Украины / А. Д. Штирц, Н. Н. Ярошенко. – Донецк : Норд, 2003. – 269 с.
6. Штирц А. Д. Оценка влияния антропогенной нагрузки на экосистемы с использованием интегрального показателя сообществ панцирных клещей / А. Д. Штирц // Acta Biologica Sibirica. – 2015. – № 1 (1–2). – С. 51-66.
7. Ярошенко Н. Н. К фауне орибатид (Oribatida) побережья Азовского моря / Н. Н. Ярошенко // Вестник зоологии. – 1972 а. – № 1. – С. 81-82.
8. Ярошенко Н. Н. Панцирные клещи Донецкой области : Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. Н. Ярошенко. – Донецк, 1972 б. – 18 с.
9. Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H.-D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

Shtirts A. D., Kolosova Yu. E. Ecological structure of oribatid mites population of branch «Meotida» of biosphere reserve «Khomutovskaya Steppe – Meotida» in the spring. – The species composition and the main ecological characteristics of oribatid mites populations (species richness, average population density, ecological diversity, dominance structure and the ratio of life forms) in five biotopes of branch «Meotida» of biosphere reserve «Khomutovskaya Steppe – Meotida» in the spring were analyzed. An assessment of the state of the environment based on the integral indicator of oribatid populations was carried out.

Key words: oribatid mites, ecological structure, populations, «Khomutovskaya Steppe – Meotida».

**ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ
PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY**

УДК 635.82 : 57.043

© С. И. Демченко, Н. П. Ткаченко, Д. Л. Ермолаев, И. А. Грановский
**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ МИЦЕЛИЯ И
ПЕРОКСИДАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ШТАММОВ
ГРИБА *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.: FR.) KUMM.**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: sdemch5@mail.ru

Демченко С. И., Ткаченко Н. П., Ермолаев Д. Л., Грановский И. А. Влияние экстремальной температуры на рост мицелия и пероксидазную активность природных штаммов гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. – В работе представлены результаты исследований устойчивости природных штаммов *Pleurotus ostreatus* к гипертермии. Установлено, что мицелиальный рост и метаболическая активность гриба зависит от длительности воздействия экстремальной температуры. Выявлены штаммы *Pleurotus ostreatus*, способные к адаптации при длительной гипертермии.

Ключевые слова: гриб *Pleurotus ostreatus*, природные штаммы, гипертермия, мицелиальный рост, метаболическая активность, устойчивость.

Введение

Температура является важным фактором внешней среды и изучение механизмов толерантности и адаптации грибов к гипо- и, особенно, к гипертермии, имеет большое научное и практическое значение. Максимальная температура, при которой возможен рост мицелия грибов умеренного климатического пояса – 35-37°C [2, 6, 10]. Тепловые повреждения у сапротрофных грибов наблюдаются при температуре 40-60(80)°C. Причем вегетативные клетки более чувствительны к нагреванию, чем споры. Сухие споры повреждаются при температуре выше 100°C [3, 12].

Поскольку у грибов отсутствуют поведенческие механизмы защиты от действия неблагоприятной температуры, основные адаптивные изменения происходят на морфологическом и, в первую очередь, на биохимическом уровнях [7]. К настоящему времени выявлена группа неспецифических реакций на действие стрессового фактора, к которым относят, прежде всего, торможение синтеза ростактивирующих веществ и усиление образования ингибиторов, вызывающих замедление роста грибов через снижение скорости деления и роста клеток. При стрессе у грибов также заметно подавляются энергетические процессы. Стрессовый ответ связан с нарушением функционирования мембран: увеличивается их проницаемость, происходит деполяризация плазмалеммы. При этом на фоне активации синтеза специфических стрессовых белков наблюдается общее снижение синтетических процессов. Одновременно усиливаются процессы гидролиза и закисления цитоплазмы. Все эти изменения развиваются как каскадные процессы, позволяя мобилизовать резервы для быстрого общего ответа на действие раздражителя [1].

При действии на клетку экстремально высоких температур одновременно имеют место как повреждения и нарушения жизнедеятельности клетки, так и процессы адаптации и восстановления повреждений (репарации). В связи с этим различают первичную теплоустойчивость – непосредственную реакцию клетки на повышение температуры при кратковременном (5-минутном) нагреве, и общую теплоустойчивость, определяемую при более длительных экспозициях, когда успевают включиться адаптационные и репарационные механизмы [3].

Общая теплоустойчивость зависит от продолжительности воздействия тепла, т. е. подчиняется закону дозы: более умеренная жара при большой продолжительности оказывает такое же повреждающее действие, как и кратковременная сильная жара [7]. Поэтому ученые условились характеризовать общую теплоустойчивость растений и грибов переносимостью

определенных экстремальных температур при их получасовом воздействии. Если бы вместо этого высокая температура поддерживалась в течение часа, то пределы устойчивости находились бы примерно на 1-2°C ниже [3].

Устойчивость грибов к гипертермии обусловлена генетически и поэтому у разных видов и даже штаммов выражена в разной степени [2, 5, 10]. Однако это не такое свойство, которое присуще грибам постоянно и всегда в одинаковой мере. Согласно литературным данным [3], мицелиальные культуры грибов чрезвычайно чувствительны к экстремальной температуре в фазе экспоненциального роста.

Целью нашей работы было изучение устойчивости природных штаммов гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. к кратковременной и продолжительной гипертермии в логарифмическую фазу роста мицелия.

Материал и методы исследования

В работе использовали девять штаммов (ДП-15, РО-2317, СА, С-2000, РО-2217, РО-1, ДС, Р-15, ОТ-12) гриба *P. ostreatus* из природных условий обитания, выделенные в мицелиальную культуру сотрудниками кафедры физиологии растений ГОУ ВПО «ДонНУ» из плодовых тел, собранных в парковых зонах г. Донецка. Выделение чистых культур гриба и размножение мицелия осуществляли на картофельно-глюкозном агаре (КГА) [15]. Музейные штаммы хранили на КГА с добавлением опилок из тополя при температуре +4°C.

Для определения устойчивости мицелия природных штаммов *P. ostreatus* к гипертермии 7-суточные культуры гриба, предварительно выращенные в стационарных условиях при оптимальной температуре +26±1°C на жидкой глюкозо-картофельной среде [15] в колбах Эрленмейера ёмкостью 100 мл, прогревали в термостате ТС-80М-2 при температуре +40±1°C в течение 5 и 30 мин. Через 1 ч. после температурного стресса биомассу мицелия отделяли от культуральной жидкости фильтрованием через капроновый фильтр. Затем культуральный фильтрат центрифугировали 6 мин. при 5000 об./мин. и в полученном супернатанте определяли концентрацию белков и активность внеклеточных пероксидаз. В качестве контроля использовали КФ 7-суточных культур вешенки обыкновенной, которые не подвергали воздействию экстремально высокой температурой.

Концентрацию белков (мг/мл) в КФ определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-26 [8]. Метод основан на способности ароматических аминокислот (триптофана и тирозина) поглощать ультрафиолетовый свет с максимумом поглощения при длине волны 280 нм.

Пероксидазную активность КФ определяли фотоэлектроколориметрическим методом на КФК-3 [4], который основан на измерении оптической плотности продуктов реакции, образовавшихся при окислении о-дианизидина («ICN», США) в присутствии перекиси водорода («Реахим», Россия) за определённый промежуток времени. За единицу активности фермента принимали его количество, окисляющее 1 мкмоль о-дианизидина за 1 мин. в условиях эксперимента (t = +24°C, pH = 5,4). Удельную активность определяли отношением общей активности фермента к содержанию белка (мг) в 1 мл КФ.

Для проверки жизнеспособности мицелия исследуемых штаммов вешенки обыкновенной их культивировали после гипертермии в стационарных условиях при оптимальной температуре +26±1°C на протяжении 7 суток. Затем у 14-суточных мицелиальных культур гриба определяли накопление абсолютно сухой биомассы мицелия (г/л) весовым методом [11]. В качестве контроля использовали 14-суточные мицелиальные культуры вешенки обыкновенной, которые не подвергали воздействию экстремальной температурой.

Повторность всех проведенных опытов была трехкратной. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при 5%-м уровне значимости с помощью дисперсионного анализа и множественного сравнения средних арифметических по критерию Даннета [9, 13].

Результаты и обсуждение

Скорость роста вегетативного тела базидиальных грибов – один из ведущих показателей ответной реакции грибов на влияние внешних факторов [11]. Поэтому на первом этапе наших исследований было изучено влияние экстремальной температуры +40°C на накопление биомассы мицелия природными штаммами вешенки обыкновенной. Результаты этого эксперимента представлены в табл. 1, где указаны варианты опыта, штаммы гриба, накопленная ими абсолютно сухая биомасса (АСБ) на 14-е сутки культивирования и процентное отношение этого показателя к контролю.

Таблица 1

Влияние экстремальной температуры (+40°C) на накопление абсолютно сухой биомассы мицелия природными штаммами *P. ostreatus*

Штаммы <i>P. ostreatus</i>	Продолжительность гипертермии, мин.				
	контроль	5		30	
	АСБ, г/л	АСБ, г/л	% от контроля	АСБ, г/л	% от контроля
ДП-15	5,34 ± 0,06	5,29 ± 0,09	99	5,19 ± 0,11	97
РО-2317	4,53 ± 0,24	4,46 ± 0,02	98	4,56 ± 0,27	101
СА	5,00 ± 0,15	4,43 ± 0,14*	89	4,22 ± 0,25	84
С-2000	5,33 ± 0,24	5,41 ± 0,19	102	4,80 ± 0,19	90
РО-2217	4,36 ± 0,27	4,34 ± 0,12	99	4,16 ± 0,03	95
РО-1	5,13 ± 0,22	4,42 ± 0,30	86	4,61 ± 0,15	90
ДС	4,66 ± 0,12	4,21 ± 0,11	90	4,29 ± 0,07	92
Р-15	4,64 ± 0,07	4,60 ± 0,19	99	4,36 ± 0,06	94
ОТ-12	4,58 ± 0,37	4,55 ± 0,32	99	4,31 ± 0,23	94

Примечание. * – в этой и последующих таблицах жирным шрифтом выделены арифметические средние, которые достоверно отличаются от контрольного варианта опыта при 5%-м уровне значимости.

Установлено, что исследуемые штаммы *P. ostreatus* имели различную степень толерантности к действию экстремальной температуры. Характер влияния на скорость накопления биомассы мицелия зависел от длительности гипертермии. Так, у штамма ДС исследуемый стрессовый фактор на одинаковом уровне тормозил ростовые процессы при разных экспозициях воздействия. У штамма СА под влиянием экстремальной температуры также достоверно снижалось накопление биомассы мицелия. Однако при гипертермии в течение 30 мин. АСБ 14-суточной культуры была достоверно меньше, чем при 5 мин. воздействии экстремального фактора. У штамма РО-1 выявлена иная зависимость ростовых процессов от длительности действия абиотического стресса. При 30 мин. экспозиции гипертермии накопление АСБ снижалось на 10%, а при 5 мин. экспозиции – на 14% относительно контроля. У штамма С-2000 температурный стрессовый фактор оказывал достоверное негативное влияние на рост мицелия лишь при длительном воздействии (30 мин.), снижая накопление АСБ на 10% относительно контроля. Штаммы ДП-15, РО-2317, Р-15, РО-2217 и ОТ-12 были устойчивыми к действию экстремальной температуры, т. к. гипертермия не вызвала достоверного снижения биомассы мицелия.

Литературные источники свидетельствуют о том, что действие повреждающих факторов на растительные и грибные организмы всегда усиливает расщепление сложных соединений, но это вызывает или усиливает реакцию ресинтеза. Поэтому уже во время действия повреждающего фактора (и особенно после него) репарационные биосинтетические процессы усиливаются: идет приспособительный синтез структурных и ферментных белков, восстанавливаются запасы энергии, расходуемые во время действия неблагоприятных факторов [1, 3, 7]. На втором этапе наших исследований было изучено влияние экстремальной температуры на накопление внеклеточных белков, синтезируемых штаммами *P. ostreatus* при поверхностном культивировании на жидкой питательной среде. Результаты этого эксперимента представлены в табл. 2.

Количество белков в культуральном фильтрате штаммов *P. ostreatus* после прогрева мицелия при температуре +40°C

Штаммы <i>P. ostreatus</i>	Продолжительность гипертермии, мин.				
	Контроль	5		30	
	содержание белков, мг/мл	содержание белков, мг/мл	% от контроля	содержание белков, мг/мл	% от контроля
ДП-15	7,57 ± 0,16	7,63 ± 0,16	101	9,80 ± 0,23	129
РО-2317	8,13 ± 0,04	8,29 ± 0,08	102	8,90 ± 0,01	110
СА	6,83 ± 0,16	6,60 ± 0,12	97	8,90 ± 0,06	130
С-2000	7,83 ± 0,17	7,83 ± 0,08	100	9,17 ± 0,08	117
РО-2217	7,33 ± 0,11	7,40 ± 0,16	101	9,23 ± 0,05	126
РО-1	8,37 ± 0,08	8,40 ± 0,14	100	8,33 ± 0,15	100
ДС	8,30 ± 0,25	7,53 ± 0,22	91	8,38 ± 0,14	101
Р-15	9,30 ± 0,17	9,48 ± 0,19	102	9,70 ± 0,18	104
ОТ-12	7,50 ± 0,25	7,50 ± 0,28	100	8,53 ± 0,04	114

Анализ экспериментальных данных, приведенных в табл. 2, показал, что почти у всех исследуемых штаммов вешенки обыкновенной содержание белков в культуральном фильтрате (КФ) находилось на уровне контроля при воздействии стрессового фактора в течение 5 мин. При данной экспозиции гипертермии лишь в КФ одного штамма ДС уменьшалась концентрация белков по сравнению с контролем на 9%. Однако при длительном температурном стрессе (30 мин.) этот штамм ускорил синтез протеинов, концентрация которых в КФ достигла контрольного варианта опыта.

При воздействии экстремальной температуры в течение 30 мин. у 67% исследуемых штаммов *P. ostreatus* наблюдался сходный компенсаторный механизм, обеспечивающий жизнеспособность организма в экстремальных условиях. У этих штаммов увеличивалось содержание белков на 10-30% относительно контроля. У трех штаммов РО-1, ДС и Р-15 концентрация белков в КФ достоверно не отличалась от контрольного варианта опыта.

Одним из самых ранних эффектов при перегреве мицелия грибов является окислительный стресс, обусловленный накоплением активных форм кислорода. Для защиты от него у грибов существует антиоксидантная система, состоящая из ферментов (супероксиддисмутаза, каталазы, пероксидазы и др.) и низкомолекулярных антиоксидантов [1]. Особый интерес представляют пероксидазы, активность которых коррелирует с развитием устойчивости грибов к абиотическим стрессам [14]. Поэтому на третьем этапе наших исследований была изучена пероксидазная активность природных штаммов *P. ostreatus* при разной длительности гипертермии (табл. 3).

Анализ результатов исследований, приведенных в табл. 3, показал, что экстремальная температура +40°C оказывала как положительное, так и отрицательное влияние на активность внеклеточных пероксидаз, синтезируемых штаммами вешенки в стрессовых условиях. Так, при 5 мин. экспозиции гипертермии у штаммов ДС и С-2000 пероксидазная активность КФ достоверно снижалась, а у штамма РО-2317 достоверно увеличивалась по сравнению с контролем. У 67% исследуемых штаммов *P. ostreatus* активность внеклеточных пероксидаз достоверно не изменялась относительно контроля.

При воздействии стрессового фактора в течение 30 мин. лишь у 44% штаммов гриба пероксидазная активность оставалась на уровне контроля. У двух штаммов (РО-2217 и ОТ-12) активность ферментов увеличивалась по сравнению с контролем на 31 и 20% соответственно, у трех штаммов (СА, С-2000 и РО-1) – достигала минимальных значений. При этом у штамма С-2000 снижение активности внеклеточных пероксидаз наблюдалось в большей степени по сравнению с другими штаммами. Штамм ДС при длительном действии стрессового фактора адаптировался к нему, и уровень активности ферментов стал более близким к контрольному варианту опыта.

Влияние экстремальной температуры (+40°C) на пероксидазную активность культуральных фильтратов штаммов *P. ostreatus*

Штаммы <i>P. ostreatus</i>	Продолжительность гипертермии, мин.				
	контроль	5		30	
	удельная активность внеклеточных пероксидаз, ед./мг белка	удельная активность внеклеточных пероксидаз, ед./мг белка	% от контроля	удельная активность внеклеточных пероксидаз, ед./мг белка	% от контроля
ДП-15	3,33 ± 0,17	3,51 ± 0,27	105	3,57 ± 0,18	107
РО-2317	2,30 ± 0,02	2,72 ± 0,15	118	2,51 ± 0,05	109
СА	2,32 ± 0,09	2,38 ± 0,12	103	1,76 ± 0,17	76
С-2000	2,26 ± 0,15	1,51 ± 0,12	67	1,05 ± 0,14	47
РО-2217	1,41 ± 0,10	1,46 ± 0,09	104	1,78 ± 0,04	131
РО-1	0,95 ± 0,09	0,88 ± 0,09	93	0,53 ± 0,05	60
ДС	2,60 ± 0,22	1,80 ± 0,22	69	2,51 ± 0,25	97
Р-15	0,79 ± 0,03	0,77 ± 0,07	98	0,74 ± 0,08	94
ОТ-12	1,61 ± 0,19	1,60 ± 0,14	99	1,93 ± 0,03	120

Выводы

Устойчивость природных штаммов *P. ostreatus* к гипертермии зависит от их индивидуальных особенностей и продолжительности воздействия стрессового фактора. В исследуемой выборке мицелиальных культур вешенки обыкновенной толерантными к гипертермии были штаммы ДП-15, РО-2317, РО-2217, Р-15 и ОТ-12. Адаптация грибных культур к экстремальной температуре осуществляется за счет повышения пероксидазной активности в ответ на воздействие стрессора, а также за счет количественного изменения содержания внеклеточных белков.

Список литературы

1. Березина Н. А. Экология растений : учеб. пособие / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 400 с.
2. Бухало А. С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре / А. С. Бухало. – К. : Наук. думка, 1986. – 144 с.
3. Горышина Т. К. Экология растений / Т. К. Горышина. – М. : Высш. шк., 1979. – 368 с.
4. Гудкова Л. В. Ферменты в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве / Л. В. Гудкова, Р. Г. Дегтярь. – К. : Наук. думка, 1968. – 172 с.
5. Демченко С. И. Биологические особенности гриба *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass. – природного антагониста *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.21 / С. И. Демченко. – Донецк, 2001. – 257 с.
6. Дудка И. А. Культивирование съедобных грибов / И. А. Дудка, Н. А. Бисько, В. Т. Билай. – К. : Урожай, 1992. – 160 с.
7. Колупаев Ю. Е. Формирование адаптивных реакций на действие абиотических стрессоров / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец. – К. : Основа, 2010. – 352 с.
8. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии : учеб. пособие / Г. А. Кочетов. – М. : Высш. шк., 1980. – 272 с.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 350 с.
10. Ломберг М. Л. Лікарські макроміцети у поверхневій та глибинній культурі : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.21 / М. Л. Ломберг. – К., 2005. – 231 с.
11. Методы экспериментальной микологии : справочник / [Дудка И. А., Вассер С. П., Элланская И. А. и др.]; под ред. В. И. Билай. – К. : Наук. думка, 1982. – 550 с.

12. Основы биотехнологии высших грибов : учеб. пособие / [Н. А. Заикина, А. Е. Коваленко, В. А. Галынкин и др.]. – СПб. : Проспект Науки, 2007. – 336 с.
13. *Приседський Ю. Г.* Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : Кассиопея, 1999. – 201 с.
14. *Рогожин В. В.* Peroxidaza как компонент антиоксидантной системы живых организмов / В. В. Рогожин. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 240 с.
15. *Семенов С. М.* Лабораторные среды для актиномицетов и грибов : справочник / С. М. Семенов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 240 с.

Demchenko S. I., Tkachenko N. P., Ermolaev D. L., Granovskyi I. A. The influence of extreme temperature on mycelium growth and peroxidase activity of fungus *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. natural strains. – In this thesis the results of resistance of *Pleurotus ostreatus* natural strains to a hyperthermia are presented. It is established that the mycelium growth and metabolic activity of fungus depends on duration of extreme temperature influence. The *Pleurotus ostreatus* strains capable to adaptation at a long hyperthermia are identified.

Key words: fungus *Pleurotus ostreatus*, natural strains, hyperthermia, mycelium growth, metabolic activity, resistance.

© Фрунзе О. В., Киселев С. В.

**ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ПОЧВЫ ИОНАМИ КОБАЛЬТА И МАРГАНЦА**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: hromyh82@mail.ru

Фрунзе О. В., Киселев С. В. Изменение площади листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца. – Исследовали изменение площади листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца. Проведенные исследования показали, что загрязнение почвы соединениями кобальта и марганца неоднозначно влияет на площадь листовой пластины проростков изученных видов растений. Их влияние зависит от физиологических особенностей вида, концентрации и свойств загрязнителя. Внесение в почву как кобальта, так и марганца оказывает угнетающий эффект на ростовые показатели проростков *Petunia hybrida* Grandiflora L. и *Calendula officinalis* L. Проростки *Phacelia tanacetifolia* Benth. более толерантны к загрязнению почвы кобальтом и марганцем. На площадь листовой пластины проростков *Agrostemma githago* L. и *Ageratum houstonianum* cv. Vule Lagoon загрязнение почвы кобальтом и марганцем не оказывает негативного влияния.

Ключевые слова: кобальт, марганец, декоративные травянистые растения, площадь листовой пластины.

Введение

В последние десятилетия значительно возросло антропогенное влияние на окружающую среду. В хозяйственную деятельность стали вовлекаться большие количества природных ресурсов, что привело к радикальным изменениям динамики процессов, которые протекают в биосфере. Одним из отрицательных аспектов производственной деятельности человека является загрязнение окружающей среды органическими и неорганическими химическими соединениями, многие из которых оказывают значительное отрицательное влияние на растительные организмы [6-10].

Металлы поступают в атмосферу в основном в виде техногенной пыли, а также в составе газообразных выделений и дымов; они попадают со сточными водами в водоемы, а из воды и атмосферы переходят в почву, где миграционные процессы их существенно замедляются [5]. Почва, обладая ярко выраженной катионной поглотительной способностью, прочно удерживает положительно заряженные ионы, поэтому постоянное продолжительное поступление металлов даже в малых количествах приводит к существенному их накоплению [1-3, 12-13].

Увеличение концентрации тяжелых металлов в природной среде приводит к увеличению их содержания в тканях растений. При высоких концентрациях металлов их накопление в органах растений увеличивается [17-19]. В ответ на это в организме растения происходят разные физиологические и биохимические изменения, которые часто носят негативный характер: угнетение ростовых процессов, нарушение процессов фотосинтеза, дыхания, азотного обмена. Эти изменения приводят к ухудшению продуктивности растений, а иногда и к его гибели [14-16].

Поэтому целью нашей работы было изучение влияния тяжелых металлов на площадь листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений, изучение механизмов адаптации растений к загрязнению почвы соединениями марганца и кобальта, а также поиск видов, устойчивых к данному загрязнению.

Материал и методы исследования

При проведении эксперимента в качестве объектов исследования были использованы травянистые декоративные растения: Фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), Куколь обыкновенный (*Agrostemma githago* L.), Календула лекарственная (*Calendula*

officinalis L.), Петуния садовая (*Petunia hybrida* Grandiflora L.), Агератум Гаустона (*Agertum houstonianum* cv. Bule Lagoon).

Исследование влияния загрязнения почвы ионами кобальта и марганца на растения проводились по схеме полного двухфакторного трехуровневого эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

Схема эксперимента влияния загрязнения почвы кобальтом и марганцем на площадь листовой пластины декоративных травянистых растений

Вариант загрязнения	Загрязнители	
	CoSO ₄ , мг/кг (в перерасчете на Co ²⁺)	MnSO ₄ , г/кг (в перерасчете на Mn ²⁺)
1	0	0
2	5	0
3	10	0
4	0	1,5
5	5	1,5
6	10	1,5
7	0	3
8	5	3
9	10	3

В качестве загрязнителей использовались сульфат кобальта и сульфат марганца по стехиометрическому отношению. Концентрации марганца составляли 0-3 г/кг, кобальта – 0-10 мг/кг. Семена растений проращивались согласно их биологическим особенностям. Выращивание велось на протяжении тридцати дней, продолжительности светового дня 14 часов, температуре +20-22°C и влажности почвы около 70%. В каждый сосуд вносилось по 350 г почвы, просеянной через почвенное сито с диаметром отверстий 3 мм, в который предварительно вносились сульфат кобальта и сульфат марганца согласно схеме эксперимента.

При снятии результатов измеряли длину надземной части, длину корней, сырую и сухую массу проростков.

Площадь листовой поверхности определяли по методике, которая основана на применении компьютерных технологий с использованием сканирующих устройств и программ для работы с растровыми изображениями (Adobe Photoshop, Corel Photopaint) [4, 9].

Полученные данные обрабатывали статистически с помощью специально разработанных программ [11].

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования показали, что на ростовые процессы *C. officinalis* загрязнение почвы соединениями кобальта и марганца оказывает значительное негативное влияние (табл. 2). Так, внесение в почву низкой концентрации кобальта (5 мг/кг) уменьшает площадь листовой пластины проростков на 17%, по сравнению с контрольными растениями.

Загрязнение почвы соединениями марганца в концентрации 1,5 г/кг стимулирует рост листовой пластины проростков, но эти изменения статистически недостоверны. С увеличением концентрации соединений кобальта (3 вариант) наблюдается некоторое увеличение площади листовой пластины проростков, но эти изменения также статистически недостоверны. Внесение в почву марганца в концентрации 3 г/кг угнетает рост листовой пластины проростков *C. officinalis* на 26%, по сравнению с растениями, выращенными на незагрязненной почве (7 вариант).

Изменение площади листовой пластины некоторых видов декоративных травянистых растений в условиях загрязнения почвы ионами кобальта и марганца

Вариант загряз- нения	Площадь листовой пластины, см ²			
	M ± m	D	D ^d	вероятность
<i>Calendula officinalis</i>				
1	4,219 ± 0,131	–	–	–
2	3,535 ± 0,149	-0,683	0,652	Да
3	4,356 ± 0,141	0,138	0,652	Нет
4	4,264 ± 0,151	0,046	0,652	Нет
5	2,891 ± 0,214	-1,328	0,652	Да
6	2,893 ± 0,159	-1,325	0,652	Да
7	3,160 ± 0,179	-1,058	0,652	Да
8	3,610 ± 0,213	-0,609	0,652	Нет
9	3,416 ± 0,204	-0,803	0,652	Да
<i>Petunia hybrida Grandiflora</i>				
1	3,451 ± 0,101	–	–	–
2	2,985 ± 0,095	-0,466	0,523	Нет
3	2,321 ± 0,092	-1,130	0,523	Да
4	3,211 ± 0,105	-0,240	0,523	Нет
5	3,312 ± 0,101	-0,139	0,523	Нет
6	2,912 ± 0,086	-0,539	0,523	Да
7	2,510 ± 0,093	-0,941	0,523	Да
8	2,210 ± 0,092	-1,241	0,523	Да
9	2,260 ± 0,087	-1,191	0,523	Да
<i>Phacelia tanacetifolia</i>				
1	1,282 ± 0,201	–	–	–
2	1,355 ± 0,109	0,073	26,772	Нет
3	1,303 ± 0,096	0,021	26,772	Нет
4	1,332 ± 0,882	0,050	26,772	Нет
5	1,084 ± 0,078	-0,199	26,772	Нет
6	1,105 ± 1,071	1,041	26,772	Нет
7	0,758 ± 0,029	-0,525	26,772	Нет
8	0,568 ± 0,023	-0,715	26,772	Нет
9	0,496 ± 0,031	-0,786	26,772	Нет
<i>Agrostemma githago</i>				
1	2,307 ± 0,157	–	–	–
2	2,291 ± 0,158	-0,017	0,533	Нет
3	4,260 ± 0,213	1,953	0,533	Да
4	3,640 ± 0,092	1,333	0,533	Да
5	4,562 ± 0,198	2,255	0,533	Да
6	1,229 ± 0,069	-1,078	0,533	Да
7	1,386 ± 0,099	-0,921	0,533	Да
8	1,352 ± 0,096	-0,955	0,533	Да
9	1,930 ± 0,124	-0,377	0,533	Нет

Вариант загряз- нения	Площадь листовой пластины, см ²			
	M ± m	D	D ^d	вероятность
<i>Ageratum houstonianum</i> cv. Bule Lagoon				
1	2,200 ± 0,182	–	–	–
2	2,800 ± 0,188	0,600	0,850	Нет
3	3,320 ± 0,522	1,120	0,850	Да
4	2,173 ± 0,121	-0,027	0,850	Нет
5	2,520 ± 0,262	0,320	0,850	Нет
6	2,600 ± 0,194	0,400	0,850	Нет
7	2,740 ± 0,204	0,540	0,850	Нет
8	2,447 ± 0,126	0,247	0,850	Нет
9	2,307 ± 0,273	0,107	0,850	Нет

Примечание. D – разница между средними; D^D – допуск Даннета.

Комплексное внесение загрязнителей оказывает угнетающий эффект на площадь листьев *C. officinalis*. Наибольшее негативное влияние прослеживается при внесении в почву больших концентраций кобальта и марганца (Mn²⁺ – 1,5 г/кг, Co²⁺ – 10 мг/кг). В данных условиях наблюдается уменьшение площади листовой пластины на 25-58%. Так, в варианте 6 площадь листовой пластины *C. officinalis* уменьшалась на 32%.

Совместное действие загрязнителей негативно сказывается на площади листовой пластины проростков *C. officinalis*, даже при малых концентрациях кобальта и марганца наблюдалось уменьшение площади на 58%, а при увеличении концентрации площадь листовой пластины уменьшалась на 20%, по сравнению с контролем.

Негативное влияние оказывает внесение в почву кобальта и марганца на площадь листовой пластины проростков *P. hybrida* Grandiflora. Даже низкие концентрации кобальта уменьшают площадь листовой пластины на 14% (2 вариант), с увеличением концентрации негативный эффект усиливается и площадь листьев уменьшается на 33% (3 вариант). Похожая тенденция прослеживается и при внесении в почву марганца. Так, при внесении в почву марганца в концентрации 1,5 г/кг площадь листьев уменьшается на 7%, а при дальнейшем увеличении концентрации – на 28% (4, 7 вариант). При комплексном внесении загрязнителей наблюдается дальнейшее угнетение ростовых процессов листьев *P. hybrida* Grandiflora. Наибольшее негативное влияние наблюдается при комплексном внесении кобальта и марганца, особенно при высоких концентрациях кобальта. Так, в вариантах 8, 9 площадь листовой пластины уменьшилась на 37-54%, по сравнению с растениями, выращенными на незагрязненной почве.

Проведенные исследования влияния загрязнения почвы соединениями кобальта и марганца на площадь листовой поверхности декоративных травянистых растений свидетельствуют о том, что *Ph. tanacetifolia* проявляет некоторую устойчивость к загрязнению почвы кобальтом и марганцем, но при высоких концентрациях этих тяжелых металлов (Mn²⁺ – 3 г/кг, Co²⁺ – 10 мг/кг) наблюдается отрицательное воздействие на проростки исследованного вида растений. При внесении в почву низкой концентрации кобальта (Co²⁺ – 5 мг/кг), наблюдается достоверное улучшение роста проростков *Ph. tanacetifolia*, однако при увеличении концентрации ростовые процессы несколько угнетаются, но эти изменения недостоверны (3 вариант). Низкие концентрации марганца не оказывают негативного влияния на площадь листовой пластины проростков *Ph. tanacetifolia*, а наоборот, прослеживается стимулирование ростовых процессов. Так, в варианте 4 (Mn²⁺ – 1,5 г/кг) площадь листьев увеличивается на 3%, по сравнению с контролем. С увеличением концентрации марганца отмечено достоверное уменьшение площади листовой пластины на 41% (7 вариант). Комплексное внесение кобальта и марганца негативно сказывается на площади листовой пластины проростков. В варианте 5 данный показатель уменьшается на

16%, в варианте б – на 14%, по сравнению с растениями, выращенными на незагрязненной почве, а при больших концентрациях поллютантов данный показатель уменьшается на 26-56%, по сравнению с контрольными растениями (варианты 8, 9).

Внесение в почву небольших концентраций кобальта и марганца не оказывало значительного негативного влияния на площадь листовой пластины проростков *A. githago*. При внесении небольших концентраций кобальта было отмечено некоторое снижение площади листовой пластины, но данное изменение было недостоверно (2 вариант), а большие концентрации кобальта стимулировали рост листовой пластины на 84%, по сравнению с контролем (3 вариант). Интересная картина была отмечена и при внесении в почву соединений марганца. При небольшой концентрации данного загрязнителя площадь листовой пластины увеличилась на 57%, а при большой концентрации данный показатель уменьшился на 40% и эти изменения были статистически достоверными (7 вариант). Значительное уменьшение площади листовой пластины (на 17%) наблюдалось и при самых больших концентрациях марганца и кобальта (Mn^{2+} – 3 г/кг, Co^{2+} – 10 мг/кг).

Проведенные исследования показали, что наиболее устойчивыми к загрязнению почвы кобальтом и марганцем оказались проростки *A. houstonianum* cv. Vule Lagoon. Внесение небольших концентраций марганца не оказывало негативного влияния на площадь листовой пластины *A. houstonianum* cv. Vule Lagoon, прослеживалось некоторое снижение ростовых процессов, но эти изменения не были достоверными. Большие концентрации марганца стимулировали рост листовой пластины проростков на 24% (7 вариант). Комплексное внесение загрязнителей не оказывает угнетающего эффекта на ростовые процессы листьев проростков *A. houstonianum* cv. Vule Lagoon. Во всех исследованных вариантах было отмечено увеличение площади листовой пластины на 11-24%, по сравнению с контролем (5, 6, 8, 9 варианты).

Выводы

Проведенные исследования показали, что загрязнение почвы соединениями кобальта и марганца неоднозначно влияет на площадь листовой пластины проростков изученных видов декоративных травянистых растений. Их влияние зависит от физиологических особенностей вида, концентрации и свойств загрязнителя. Внесение в почву как кобальта, так и марганца оказывает угнетающий эффект на ростовые показатели проростков *Petunia hybrida* Grandiflora и *Calendula officinalis*. Наибольшее угнетение прослеживается при комплексном внесении загрязнителей. Проростки *Phacelia tanacetifolia* более толерантны к загрязнению почвы кобальтом и марганцем. На площадь листовой пластины проростков *Agrostemma githago* и *Ageratum houstonianum* cv. Vule Lagoon загрязнение почвы кобальтом и марганцем не оказывает негативного влияния.

Список литературы

1. Безсонова В. П. Вплив аерогенного забруднення навколишнього середовища на вміст проліну в листках декоративних квіткових рослин / В. П. Безсонова, Л. М. Фендюр, Т. М. Пересипкіна // Укр. ботан. журн. – 1995. – Т. 52, № 6. – С. 839-845.
2. Безсонова В. П. Можливості використання декоративних квіткових рослин для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища / В. П. Безсонова, Л. М. Фендюр, Т. М. Пересипкіна // Укр. ботан. журн. – 1996. – Т. 53, № 3. – С. 225-231.
3. Беспалова С. В. Біотехнології для нормалізації екологічного стану Донбасу / С. В. Беспалова // Донецький вісник наукового товариства ім. Шевченка : Біологія. Біофізіологія. Медицина. Психологія. – Донецьк, 2006. – 112 с.
4. Бессонова В. П. Практикум з фізіології рослин / В. П. Бессонова. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. – 316 с.
5. Большаков В. А. Агротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация / [В. А. Большаков и др.]. – М., 1993. – 91 с.

6. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії / Ж. З. Гуральчук. – К. : Логос, 2006. – 208 с.
7. Давыдова С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдова. – М. : Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
8. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 151 с.
9. Определение площади листовой поверхности с помощью компьютерной техники / Н. А. Наумова, С. Ю. Наумов, И. Д. Соколов // [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://ido.tsu.ru/forums/conf/download.php?id=234&sid=46b1323eaeff4741dcd41765dc6a24a4>
10. Пасічна О. О. Вплив міді та марганцю на фотосинтез, дихання та пігментну систему гідрофітів / О. О. Пасічна // Проблеми сучасної екології : тези Міжнар. конф. (Запоріжжя, 20–22 вересня 2000 р.). – Запоріжжя, 2000. – С. 32-33.
11. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : Кассіопея, 1999. – 210 с.
12. Хромих О. В. Вплив іонів кобальту та марганцю на деякі морфометричні показники квіткових декоративних рослин / О. В. Хромих // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин : матер. II Всеукр. наук.-практ. конф. до 80-річчя проф. Л. Г. Дольової. – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ, 2007. – С. 123-124.
13. Хромих О. В. Вплив іонів кобальту та марганцю на деякі морфометричні показники газонних трав / О. В. Хромих // Молодь та поступ біології : зб. тез III Міжнар. наук. конф. студ. і асп. (Львів, 23–27 квітня 2007 р.). – Львів, 2007. – С. 445.
14. Хромих О. В. Вплив забруднення ґрунту кобальтом та марганцем на інтенсивність фотосинтезу деяких видів газонних трав / О. В. Хромих // Рослини та урбанізація : матер. I наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 21–23 листопада 2007 р.). – Дніпропетровськ : ООО ТПГ «Куница», 2007. – С. 260.
15. Glick B. R. Phytoremediation : synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment / B. R. Glick // Biotechnology Advances. – 2010. – Vol. 21, N 5. – P. 383-393.
16. Junior A. M. D. Dispersal pattern of airborne emissions from an aluminium smelter in Ouro Preto, Brasil, as expressed by foliar fluoride accumulation in eight plant species / A. M. D. Junior, M. A. Oliva, F. A. Ferreira // Ecological Indicators. – 2012. – Vol. 8, N 5. – P. 454-461.
17. Kang D.-H. Assessment of landfill leachate volume and concentration of cyanide and fluoride during phytoremediation / [D.-H. Kang, D. Tsao, F. Wang-Cahill et al.] // Bioremediation Journal. – 2012. – Vol. 12, N 1. – P. 32-45.
18. Kramer U. Phytoremediation : novel approaches to cleaning up polluted soils / U. Kramer // Current Opinion in Biotechnology. – 2008. – Vol. 16, N 2. – P. 133-141.
19. Pilon-Smits E. Phytoremediation of metals using transgenic plants / E. Pilon-Smits, M. Pilon // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2014. – Vol. 21, N 5. – P. 439-456.

Frunze O. V., Kiselev S. V. Change in the area of the leaf blade of some types of ornamental herbaceous plants under conditions of soil contamination with cobalt and manganese ions. – The change in the area of the leaf blade of some species of ornamental herbaceous plants in conditions of soil contamination with cobalt and manganese ions was studied. Studies have shown that soil contamination with cobalt and manganese compounds has an ambiguous effect on the area of the leaf blade of sprouts of the studied plant species. Their influence depends on the physiological characteristics of the species, concentration and properties of the contaminant. The introduction of both cobalt and manganese into the soil has a depressing effect on the growth rates of the *Petunia hybrida* Grandiflora L. and *Calendula officinalis* L. Sprouts of *Phacelia tanacetifoli* Benth. more tolerant to soil contamination with cobalt and manganese. On the area of the leaf blade *Agrostemma githago* L. and *Ageratum houstonianum* cv. Bule Lagoon soil contamination with cobalt and manganese has no negative effect.

Key words: cobalt, manganese, ornamental herbaceous plants, area of leaf blade.

УДК 582.284 : 577.151.52

© О. В. Чемерис, А. А. Ильина, М. И. Бойко

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММА *IRPEX LACTEUS* 2432 – ПРОДУЦЕНТА ПРОТЕИНАЗ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: chemeris07@rambler.ru

Чемерис О. В., Ильина А. А., Бойко М. И. Оптимизация состава питательной среды для культивирования штамма *Irpex lacteus* 2432 – продуцента протеиназ молокосвертывающего действия. – Оптимизирован состав питательной среды для культивирования штамма *Irpex lacteus* 2432 с использованием метода математического планирования эксперимента (ПФЭ-2⁴ – полного факторного эксперимента) с целью повышения выхода молокосвертывающего фермента в культуральную жидкость. Установлены оптимальные концентрации компонентов питательной среды, содержащей минеральную соль (NH₄)₂HPO₄ в качестве источника азота.

Ключевые слова: базидиомицет *Irpex lacteus*, молокосвертывающая (сычужная) активность, оптимизация состава питательной среды, азотное питание.

Введение

Условия культивирования продуцентов биологически активных веществ является одним из важнейших способов регуляции их активности. Изучение биотехнологических условий культивирования в зависимости от динамики роста и выхода целевого продукта позволяет интенсифицировать процесс синтеза ферментов мицелиальными грибами. Важным этапом исследований является разработка условий культивирования, в первую очередь подбор оптимального состава питательной среды [6]. При этом главная роль в подборе компонентов питательной среды отводится источникам углерода и азота [3, 9].

Относительно влияния различных источников азотного питания в среде на рост микроорганизмов и образование протеолитических ферментов имеются различные мнения. Одни авторы считают, что белки являются единственным благоприятным источником азота для лучшего роста микроорганизмов и синтеза ферментов [1, 4, 15]. Другие же утверждают, что в качестве лучшего источника азота необходимо использовать сочетание минерального и белкового субстрата [5, 14], и, наконец, некоторые полагают, что минеральные соли могут быть единственным источником азота [13]. Для культивирования базидиальных грибов оптимальным источником азотного питания является пептон, однако возможно использование аммонийных солей – (NH₄)₂SO₄, (NH₄)₂HPO₄, NH₄H₂PO₄ [19, 20].

Оптимальный состав питательной среды для культивирования продуцента может обусловить значительное увеличение биосинтетических свойств гриба, а, следовательно, и повышение выхода полезного продукта, а также расширение сферы его применения в различных отраслях промышленности [10, 18]. В связи с этим была проведена оптимизация состава питательной среды с использованием минеральных источников азота для культивирования исследуемого штамма *Irpex lacteus* 2432 – продуцента молокосвертывающего фермента.

Материал и методы исследования

Культивирование штамма *Irpex lacteus* 2432 проводили в статических условиях на жидкой питательной среде. В качестве источника азотного питания выступали аммонийная соль – (NH₄)₂HPO₄. Указанное соединение вносили в питательную контрольную среду в количестве эквивалентном 3 г/л пептона.

Оптимизацию состава питательной среды проводили с использованием метода математического планирования эксперимента – полного факторного эксперимента – ПФЭ- 2⁴ (табл. 1), с помощью которого было рассчитано 17 питательных сред для культивирования штамма *I. lacteus* 2432. Среда № 1 служила контролем, а 16 других имели разный состав [8, 1212].

Единицы варьирования и концентрации (г/л) компонентов питательных сред

Компоненты сред	Средний уровень «0», г/л	Нижний уровень «-», г/л	Верхний уровень «+», г/л	Единица варьирования
Глюкоза	10	8	12	2
(NH ₄) ₂ HPO ₄	2,31	1,31	3,31	1
MgSO ₄ *7H ₂ O	0,5	0,4	0,6	0,1
CaCl ₂	0,05	0,04	0,06	0,01
K ₂ HPO ₄	0,4	постоянный уровень		
KH ₂ PO ₄	0,6	постоянный уровень		
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,001	постоянный уровень		

Кислотность питательной среды доводили до значения pH 4,0 с помощью 10%-го раствора HCl. Культивирование штамма осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 100 мл с 50 мл питательной среды при оптимальной для роста мицелия температуре +32°C. Определение молокосвертывающей активности (МСА) культуральной жидкости (КЖ) проводили на 15-е сутки культивирования по методу Kawai и Mukai [21]. За единицу молокосвертывающей активности принимали такое количество фермента, которое створаживает 100 мл молока за 40 минут при +35°C. Полученные значения переводили в условные единицы согласно формуле [2, 16].

Содержание белка в культуральном фильтрате определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО) [7], используя формулу Лайне [22]. Накопление биомассы определяли весовым методом [11]. pH культурального фильтрата измеряли с помощью анализатора ионов AI-123 (ДЕСКК, Украина).

Все исследования проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку полученных данных осуществляли дисперсионным анализом, а сравнение средних арифметических величин – по критерию Дункана [12].

Результаты и обсуждение

Результаты оптимизации состава питательной среды для культивирования штамма *I. lacteus* 2432 – активного продуцента молокосвертывающего фермента с использованием (NH₄)₂HPO₄ в качестве источника азота приведены на рис. 1. При оптимизации состава питательной среды с содержанием (NH₄)₂HPO₄ в качестве источника азотного питания удельная МСА культуральной жидкости варьировала. Максимальные значения удельной молокосвертывающей активности фермента наблюдались при культивировании штамма *I. lacteus* 2432 на питательных средах № 4, 5, 8 и 17, для которых характерно повышенное содержание (NH₄)₂HPO₄. Другие компоненты питательных сред очень варьировали и, вероятнее всего, не влияли на процесс синтеза молокосвертывающего фермента. Причем, содержание белка в КЖ этих питательных сред находилось на достаточно низком уровне, что, очевидно, свидетельствует о преобладающем выделении экзобелков с молокосвертывающей функцией. В подтверждение сказанного свидетельствуют результаты, полученные для питательной среды № 13, где наблюдалось накопление белка в культуральной жидкости на среднем уровне 0,4 мг/мл, однако молокосвертывающая активность не выявлена.

Исследования общей молокосвертывающей активности культуральной жидкости штамма *I. lacteus* 2432 показали, что средними значением данного показателя на уровне 20 Е/мл обладают питательные среды № 3, 6, 8, 9 при культивировании с (NH₄)₂HPO₄ в качестве источника азота (рис. 2). Максимальные значения общей МСА культуральной жидкости на уровне 30 Е/мл наблюдались при культивировании продуцента на питательной среде № 17, где зарегистрирован и максимум удельной ферментативной активности.

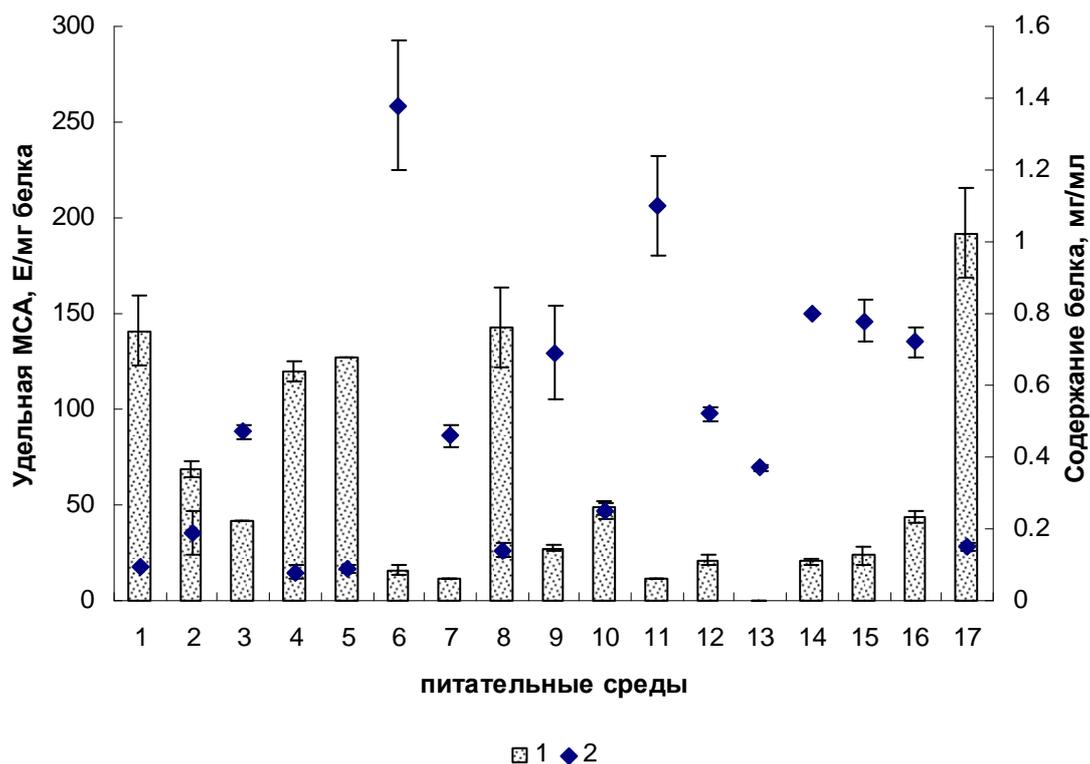


Рис. 1. Удельная молокосвертывающая активность и содержание белка в культуральной жидкости штамма *Irpex lacteus* 2432 при оптимизации состава питательной среды, содержащей $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$:
1 – удельная молокосвертывающая активность, 2 – содержание белка

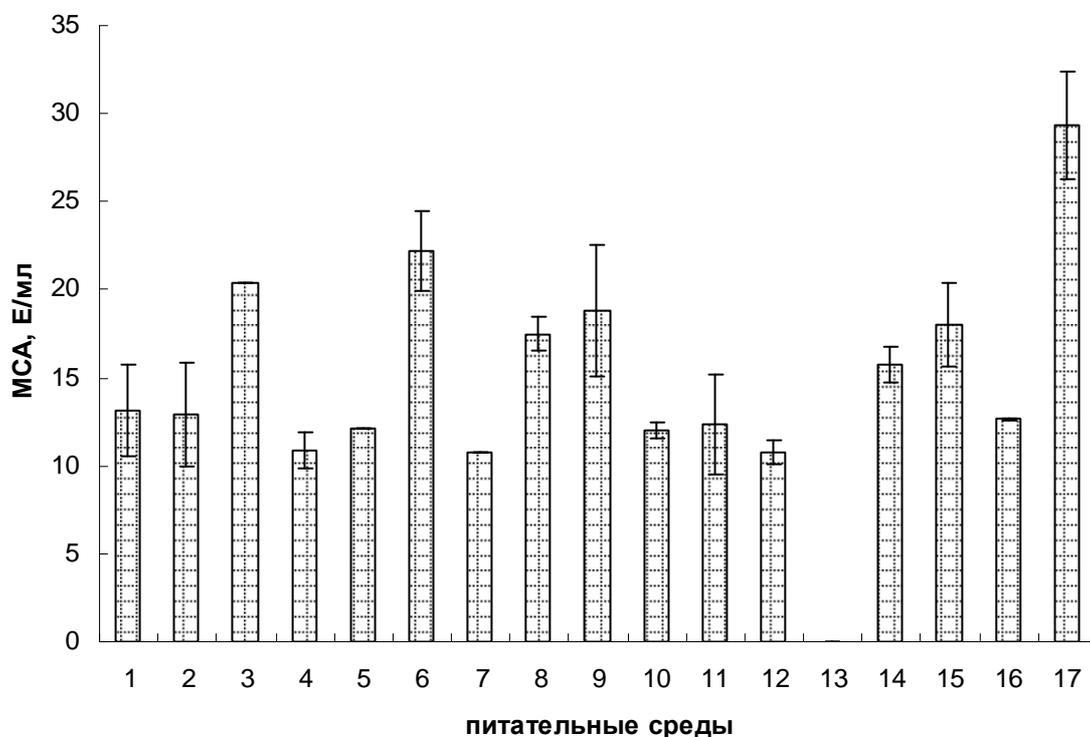


Рис. 2. Общая молокосвертывающая активность культуральной жидкости штамма *Irpex lacteus* 2432 при оптимизации состава питательной среды, содержащей $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Накопление биомассы является важным физиологическим показателем, характеризующим ростовые особенности продуцента. В связи с этим нами были проведены исследования накопления биомассы штамма *I. lacteus* 2432 при оптимизации состава питательной среды с минеральной солью $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ в качестве источника азота. Выход биомассы мицелия определяли по показателю абсолютно сухой биомассы (АСБ).

При оптимизации состава питательной среды с $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ для культивирования штамма *I. lacteus* 2432 минимальный выход биомассы наблюдался на питательной среде № 1 (контроль) и № 10 (рис. 3). Для других вариантов питательных сред выход биомассы был выше в 2-5 раз. Максимальные значения накопления биомассы отмечены для питательных сред № 15 и 17. При этом именно при культивировании на питательной среде № 17 отмечены максимальные значения удельной и общей молокосвертывающей активности, что может свидетельствовать о ее оптимальном составе для культивирования штамма *I. lacteus* 2432.

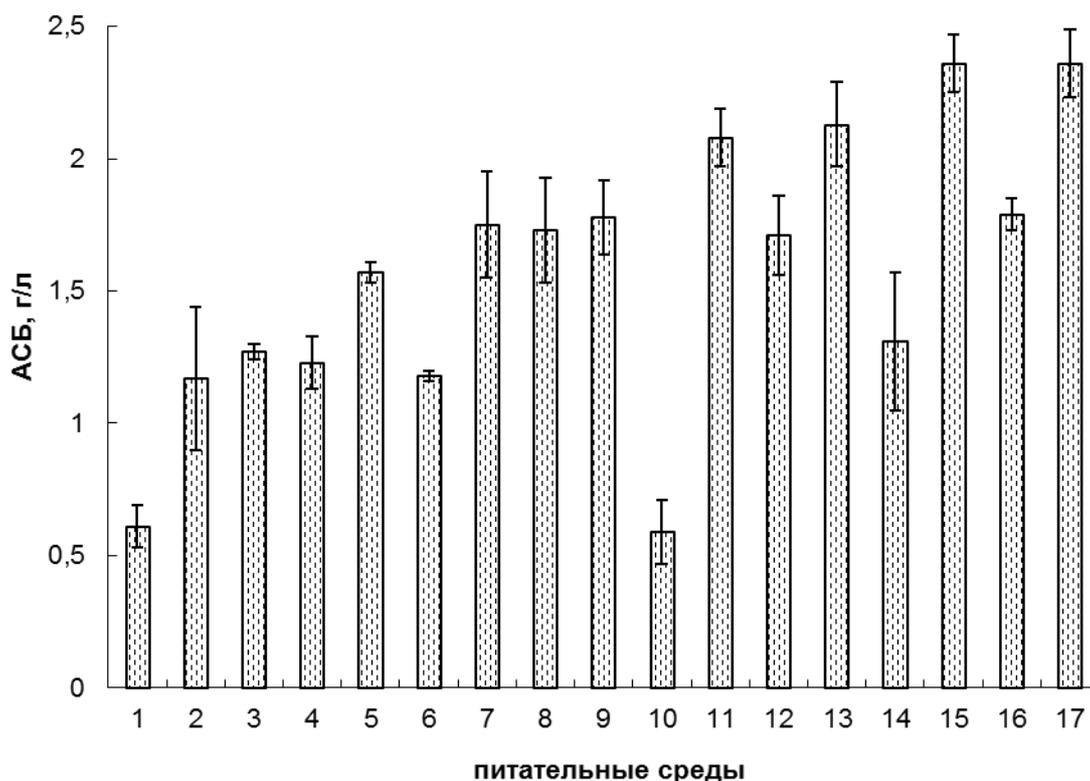


Рис. 3. Накопление биомассы штаммом *Irpex lacteus* 2432 при оптимизации состава питательной среды, содержащей $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

В тоже время выход биомассы мицелия штамма *I. lacteus* 2432 на питательной среде № 13 превышал контроль в 4 раза. Однако молокосвертывающая активность культуральной жидкости не была выявлена, что указывает на неоптимальный состав питательной среды для синтеза экзопроотеиназ молокосвертывающего действия.

Оптимизацию состава питательной среды с минеральной солью $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ в качестве источника азота для культивирования штамма *I. lacteus* 2432 проводили при начальном рН 4.0. На рис. 4 представлены результаты изменения рН культуральной жидкости продуцента. Выявлено смещение рН культуральной жидкости в сторону подкисления по всем вариантам оптимизации состава питательной среды. Полученные данные совпадают с уже известными литературными данными [16], и свидетельствуют об образовании и выделении штаммом в питательную среду биологически активных веществ – аминокислот и протеиназ кислого характера, а именно экзопроотеиназ молокосвертывающего действия. Максимальная молокосвертывающая активность КЖ штамма *I. lacteus* 2432 наблюдалась при рН культуральной жидкости в пределах 3,3.

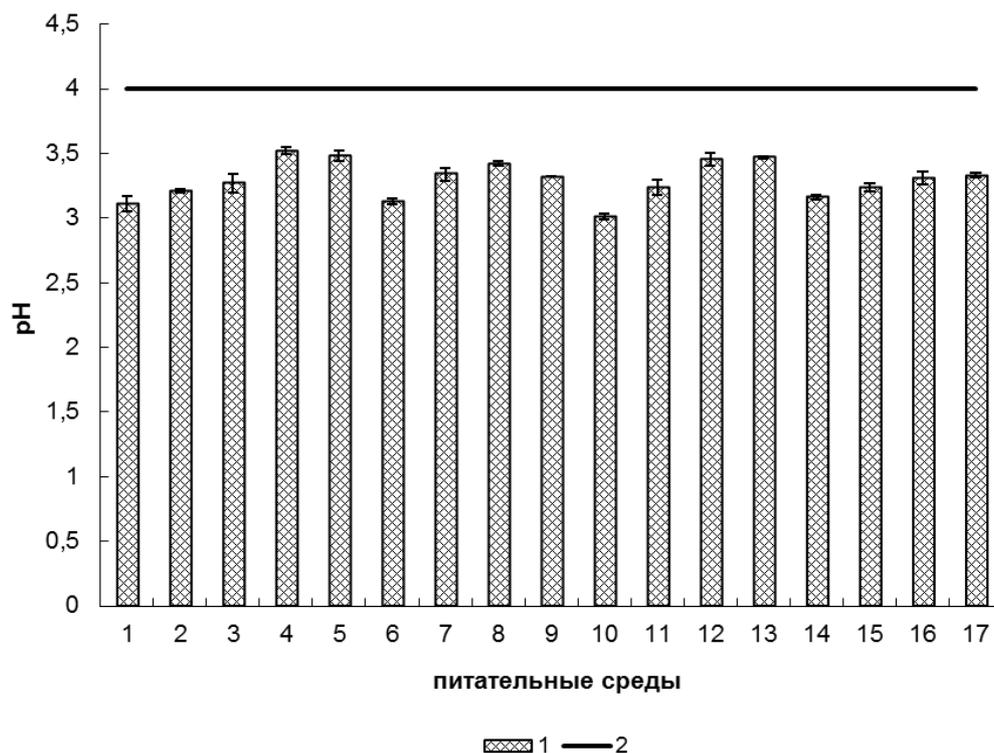


Рис. 4. рН культуральной жидкости штамма *Irpex lacteus* 2432 при оптимизации состава питательной среды с разными источниками азотного питания: 1 – рН питательных сред, 2 – контрольное значение рН

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о том, что питательная среда № 17, для которой характерно взаимодействие четырех компонентов – глюкозы, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, CaCl_2 и $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, имела оптимальный состав для максимального выхода молокосвертывающего фермента в культуральную жидкость при культивировании штамма *I. lacteus* 2432. Питательная среда № 17 имела следующий состав (г/л): глюкоза – 12, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – 3,31, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,6, K_2HPO_4 – 0,4, KH_2PO_4 – 0,6, CaCl_2 – 0,06, $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001.

Список литературы

1. Антоненко Л. О. Вплив джерел живлення на ріст грибів роду *Coriolus* Quel (*Trametes* Fr.) і їх антиокислювальну активність / Л. О. Антоненко, В. М. Кучма, Ю. С. Крисюк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – № 3. – С. 10-15.
2. Белки, ферменты и стерилы базидиальных грибов. Методы исследования / Под ред. О. П. Низковской. – Л. : Наука, 1979. – 72 с.
3. Бухало А. С. Влияние различных источников углерода и азота в синтетических средах на рост базидиомицетов / А. С. Бухало, Л. П. Пархоменко, М. Н. Марченко // Микология и фитопатология. – 1972. – Т. 6, вып. 3. – С. 241-244.
4. Дунаевский Я. Е. Влияние условий культивирования на образование и секрецию протеолитических грибов *A. alternate* и *F. oxysporum* / Я. Е. Дунаевский, Г. А. Белякова, Е. Б. Павлюкова // Микробиология. – 1995. – Т. 64, № 3. – С. 327-330.
5. Жеребцов Н. А. Влияние источников углеродного и азотного питания на биосинтез протеиназ с керотинрасщепляющим действием / Н. А. Жеребцов, Л. В. Насонов // Прикл. биохим. и микробиол. – 1989. – Т. 25, № 4. – С. 508-513.
6. Королева О. В. Оптимизация условий глубинного культивирования базидиомицета *Coriolus hirsutus* – продуцента внеклеточной лакказы / О. В. Королева, Е. В. Степанова, В. П. Гаврилова и др. // Прикл. биохим. и микробиол. – 2000. – Т. 36, № 1. – С. 30-36.
7. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии / Г. А. Кочетов. – М. :

Высш. шк., 1980. – 272 с.

8. Максимов В. Н. Оптимизация состава питательной среды методом математического планирования эксперимента / В. Н. Максимов, М. Н. Пименова, Н. Н. Гречушкина // Практикум по микробиологии; под ред. Н. С. Егорова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1976. – С. 153-163.

9. Негруцкий С. Ф. Исследование потребностей *Hirschioporus abietinus* в источниках углеродного и азотного питания / С. Ф. Негруцкий, О. А. Криводубский, Л. П. Фильчаков, Т. А. Потапова // Микология и фитопатология. – 1982. – Т. 16, вып. 3. – С. 236-241.

10. Патент 90388 Україна, МПК⁵¹ C12N 1/14 A01G1/04. Живильне середовище для культивування штаму С-06 *Irpex lacteus* Fr. – продуцента ферменту молокозсідальної дії / Чемеріс О. В., Ільїна Г. О., Бойко М. І. № у 201314712; заявл. 16.12.2013; опубл. 26.05.2014. Бюл. № 10.

11. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – М. : Колос, 1968. – 469 с.

12. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів : навч. посібник / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : Кассиопея, 1999. – 210 с.

13. Прудлов Б. Влияние различных соединений углерода на образование протеолитических ферментов *Fusarium graminearum* и *Altermaria* sp. / Б. Прудлов, В. И. Ушакова, Н. С. Егоров // Микробиология. – 1972. – Т. 41, № 5. – С. 791.

14. Самарцев А. А. Особенности роста и образования внеклеточных протеиназ *Bifidobacterium adolescentis* 94-БИМ / А. А. Самарцев, Н. И. Астапович, Г. И. Новик // Микробиология. – 1997. – Т. 66, № 5. – С. 635-639.

15. Сапунова Л. И. Условия синтеза пектиназ и протеаз грибом *Aspergillus alliaccus* и получение комплексного препарата мацерирующего действия / Л. И. Сапунова, А. Г. Лобанюк, Р. В. Михайлова // Прикл. биохим. и микробиол. – 1997. – Т. 33, № 3. – С. 292-295.

16. Типограф Д. Я. Условия культивирования гриба *Aspergillus candidus*, шт. 111 и его ферментативные комплексы / Д. Я. Типограф, Т. А. Петина // Прикл. биохим. и микробиол. – 1966. – Т. 2, № 4. – С. 417-424.

17. Федорова Л. Н. Протеазы сычужного действия в культурах высших грибов / Л. Н. Федорова, А. Н. Шиврина // Микол. и фитопатол. – 1974. – Т. 8, № 1. – С. 22-25.

18. Цивилева О. М. Влияние состава среды культивирования на активность внеклеточных лектинов / О. М. Цивилева, В. Е. Никитина, Л. В. Гарибова // Прикл. биохим. и микробиол. – 2005. – Т. 41, вып. 2. – С. 200-203.

19. Чемерис О. В. Влияние различных источников азотного питания на молокозвертывающую активность штамма *Irpex lacteus* 2432 / О. В. Чемерис, М. И. Бойко // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 84-90.

20. Elisashvili V. I. Carbon and nitrogen source effects on basidiomycetes exopolysaccharide production / V. I. Elisashvili, E. T. Kachlishvili, S. P. Wasser // Прикл. биохим. и микробиол. – 2009. – Т. 45, вып. 5. – С. 592-596.

21. Kawai M. Studies on milk clotting enzymes produced by Basidiomycetes. I. Screening test of Basidiomycetes for the production of milk clotting enzymes / M. Kawai, N. Mukai // Agric. Biol. Chem. – 1970. – V. 34 (2). – P. 159-163.

22. Layne E. Spectrophotometric and turbidimetric methods for measuring proteins / E. Layne // Methods Enzymol. – 1957. – Vol. 3. – P. 447-455.

Chemeris O. V., Ilyina A. A., Boyko M. I. Optimization of the nutrient medium composition for the cultivation of the strain *Irpex lacteus* 2432, a producer of milk-clotting protease. – The composition of the nutrient medium for the cultivation of the strain *Irpex lacteus* 2432 was optimized using the method of mathematical planning of the experiment (FFE-2⁴ – The Full Factor Experiment) in order to increase the yield of the milk-clotting enzyme in the culture liquid. Optimum concentrations of nutrient medium components containing the mineral salt (NH₄)₂HPO₄ as a source of nitrogen have been established.

Key words: basidiomycete *Irpex lacteus*, milk-clotting (rennet) activity, optimization of nutrient medium composition, nitrogen nutrition.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Для публикации в научно-практическом журнале «Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона» принимаются не опубликованные ранее научные работы по всем разделам биологии (ботаника, физиология растений, зоология, физиология человека и животных, биофизика и др.), которые касаются проблем экологии и охраны природы.

В печать принимаются научные статьи на русском и английском языках, которые имеют необходимые элементы: постановка проблемы в общем виде и её связь с важнейшими научными и практическими задачами; анализ последних достижений и публикаций, в которых рассмотрена данная проблема и на которые ссылается автор, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, на решение которых направлена данная статья; формулирование цели и постановка задач; изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы из этого исследования и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

2. Статья набирается в редакторе MS Word 2003 как документ Word (*.doc) или текст в формате RTF (*.rtf). Шрифт – Times New Roman Cyr, размер – 12 пунктов, межстрочный интервал – одинарный; поля со всех сторон – по 2 см; абзацный отступ – 1 см; выравнивание – по ширине, без переносов; колонтитулы – 1,2 см, стиль «Обычный». Страницы рукописи не нумеруются.

Объем статьи (включая иллюстративный материал, таблицы, список литературы, резюме) – 5-16 страниц.

3. Текст статьи должен соответствовать структурной схеме:
УДК (в верхнем левом углу страницы)

Инициалы и фамилия автора (-ов)

Название статьи – ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ

*Полное официальное название учреждения и его почтовый адрес с индексом
(для каждого из авторов, если они представляют разные учреждения)
и адрес электронной почты*

4. Резюме (не более 50 слов) и ключевые слова подаются на русском и английском языках по такому образцу (размер шрифта – 10 пунктов):

Фамилия и инициалы автора (-ов). Название статьи. – Текст, который должен содержать краткое изложение предмета исследований, результатов и выводов.

Ключевые слова: не более 5-8 слов.

5. В тексте статьи выделяют разделы: **Введение, Материал и методы исследования, Результаты и обсуждение, Выводы, Список литературы.**

Благодарности подаются в конце статьи перед списком литературы.

6. **Список литературы** приводится согласно с новыми правилами оформления библиографического списка (ГОСТ Р 7.05-2008).

Фамилии и инициалы авторов выделить курсивом.

Ссылки на литературные источники подаются цифрами в квадратных скобках.

Фамилии авторов в списке литературы размещаются в алфавитном порядке. Названия работ приводятся на языке оригинала.

Следует тщательно выверить соответствие литературных источников в тексте и в списке, проверить правильность названий периодических источников. При цитировании материалов и тезисов конференций, съездов, симпозиумов и др. обязательно указывать место и дату их проведения. При цитировании издания коллектива авторов следует указывать инициалы и фамилию ответственного редактора.

7. Латинские названия *родов* и *видов* необходимо выделить *курсивом*. Первое упоминание любого названия организма должно сопровождаться полным научным (латинским) названием с указанием автора (фамилия полностью) и года опубликования

(например, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), при следующем упоминании фамилия автора и год не приводятся, а название рода можно подавать сокращенно (*P. domesticus*).

8. В тексте, таблицах и списке литературы (там, где необходимо) следует употреблять короткое тире (–), а не дефис (-). Любой знак препинания набирается слитно с предыдущим словом и отделяется от последующего одним пробелом. Текст статьи должен быть тщательно выверен, без орфографических и стилистических ошибок.

9. Таблицы следует набирать в редакторе MS Word 2003. Их следует размещать в «книжном», а не в «альбомном» формате, с максимальной насыщенностью информацией в строках. В названиях граф сокращение слов нежелательно. Следует избегать составления слишком громоздких таблиц. Заголовок таблицы оформить по следующему примеру:

Таблица 1

Название таблицы

10. Рисунки, схемы, графики, диаграммы, фотографии в электронной форме должны быть вставлены в текст, сразу после ссылки на них (или на следующей странице). Подписи под рисунками делать в текстовом редакторе MS Word (Рис. 1. Название). Все элементы текста на графиках и диаграммах должны быть набраны шрифтом Times New Roman Cyr. Фотографии должны быть качественными и контрастными. Объем иллюстративного материала и таблиц не должен превышать 30 % объема статьи.

11. Математические формулы и уравнения приводить с использованием редактора MS Equation 3.0.

12. Сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются или обязательно даётся их расшифровка.

13. К статье прилагается заявка с указанием для каждого автора фамилии, имени и отчества (полностью), ученого звания и научной степени, полного названия и адреса организации, где выполнена работа, адреса электронной почты (обязательно!) и контактного телефона.

14. Если статья подается на английском языке, то прилагается её русский вариант.

15. Ответственность за содержание статей и качество рисунков несут авторы.

16. Рукопись проходит независимое анонимное рецензирование специалистами на предмет научной ценности статьи, её соответствия профилю и требованиям журнала. По рекомендации рецензентов редколлегии принимает решение о возможности и условиях опубликования статьи. Редакционная коллегия оставляет за собой право редактировать текст по согласованию с авторами.

Все материалы направляйте электронной почтой по адресу: **eco-1999@mail.ru**

Адрес редакции:

Биологический факультет ДонНУ,

ул. Щорса, 46, к. 310, г. Донецк, 283050

Отв. секретарь: к.б.н. Штирц Артур Давыдович

Тел.: (062) 302-09-95; (050) 240-78-02

RULES FOR AUTHORS

1. The scientific and practical journal «Problems of ecology and nature protection of technogenic region» publishes scientific works in all fields of biology (botany, physiology of plants, zoology, physiology of man and animals, biophysics and others) that were not previously published and touches problems of ecology and nature protection.

We accept scientific articles in Russian and English, containing all the necessary elements: general problem statement and its connection with major scientific and practical objectives; analysis of latest achievements and publications on the given problem the author refers to, underlining the parts of the general problem that were not solved before, the article being aimed at solving; formulating the aim and stating tasks; presenting basic research data with full justification of the scientific results obtained; conclusion to this research and prospects for further research in this direction.

2. The article must be typed in MS Word. Font Times New Roman of size 12, single space, 2 cm in all margins; with indentation of 1 cm; justified alignment with no word division; style «Ordinary». Pages of manuscripts must not be numbered.

The length of an article (including illustrations, tables, bibliography, summary) is 5-16 pages.

3. The text of the article should correspond to the following structural scheme:
UDC (in the upper left corner)

Initials and surname of the author(s)

The title of the article – **IN CAPITAL LETTERS**

Full official name of the institution and its mailing address with postal code

(for each author, if they represent different institutions) and e-mail

4. Extended abstract in English (up to 1 page, not longer than 3000 symbols) must be attached to the article. The extended abstract has to be written according to the following example (font size 12):

Surname and initials of the author(s).

The title of the article.

Full official name of the institution and its mailing address with postal code (for each author, if they represent different institutions).

The extended abstract must contain short narration of article structure (including introduction, the purpose and objectives, methods, main results and conclusions), should be original and independent from the article source of information.

Key words: no more than 5-8.

5. The body of the article should contain the following elements: **Introduction, Material and methods of the research, Results and discussion, Conclusions, Bibliographic references.**

Acknowledgements are given at the end of the article before bibliographic references.

6. Latin names of *genus* and *species* should be typed *in italics*. The name of any organism mentioned for the first time should be accompanied with the full scientific (Latin) name with indication of the author (full surname) and publication year (for example, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)). Further mentioning doesn't require the author's name and year, and the name can be shortened (*P. domesticus*).

7. The text of the article should be carefully checked, without orthographic errors. Abbreviations of words, except for generally accepted ones, are not permissible or otherwise they must be deciphered.

8. Tables should be made in MS Word. Sheet size – Letter, lines are to be maximally filled with information. Names of the columns should not contain shortened words. You should avoid creating too bulky tables. Table's title should be made as follows:

Table 1

Title of the Table

9. Figures, graphs, diagrams, photos in electronic form should be inserted in the text immediately after the reference to them (or on the next page). The legend is placed under the graph in MS Word (Fig. 1. Legend). All the elements of the text in the graphs and diagrams must be typed

in Times New Roman font. The pictures must be of high quality and contrast. The volume of illustrations should not exceed 30% of the article.

10. Mathematical formulas and equations are to be given using MS Equation 3.0.

11. You should enclose to your article the following documents on separate sheets: an application with full names (surname, name and patronymic) of every author, academic status and academic degree, full name and address of the organization, where the work was carried out, e-mail (obligatory!) and contact telephone.

12. The authors bear the responsibility for the article content and the figures quality.

13. The submitted manuscript is anonymously peer-reviewed by experts on the subject of its scientific value, compliance with the requirements and profile of the journal. On the recommendations of the reviewers editorial board makes a decision on the possibility of the article publication. The Editorial Board reserves the right to itself to edit the text as agreed with the authors.

All the materials are to be sent to: **eco-1999@mail.ru**

Editorial office address:

Biological faculty of Donetsk National University

Schorsa Str., 46/310

Donetsk, 283050

Managing editor: PhD in biology, Arthur Shtirts

Tel.: +38 (050) 240-78-02

Научно-практический журнал

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА

№ 3–4

Учредитель: Донецкий национальный университет

Свидетельство о регистрации СМИ, выданное Министерством информации ДНР:
Серия ААА № 000073 от 21.11.2016 г.

Оригинал-макет: А. Д. Штирц

Адрес редакции:
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 310
Донецкий национальный университет,
биологический факультет

Тел.: (062) 302-09-95
+38(050) 240-78-02
e-mail: eco-1999@mail.ru

Сайт журнала: <http://donnu.ru/ecolog>